

# **Характеристики и классификация вычислительной техники**

## Основные характеристики ЭВМ

Каждая ЭВМ имеет свои технические и эксплуатационные характеристики: **быстродействие, производительность, показатели надежности, достоверности, точности, емкость оперативной и внешней памяти, габаритные размеры, стоимость технических и программных средств, особенности эксплуатации, тактовая частота, разрядность, надежность, вес, потребляемая мощность, цена и др.**

**Быстродействие** - одна из важнейших характеристик ЭВМ, которая 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 миллиардами операций в секунду.

**Производительность** - основная характеристикой ЭВМ, измеряемая количеством выполняемых операций за единицу времени.

*Однако* операции различаются по сложности; естественно, что простые выполняются быстрее, а сложные медленнее.

Чтобы можно было сравнивать различные модели ЭВМ по производительности, в настоящее время принято **производительность оценивать количеством операций, производимых над числами с плавающей запятой за одну секунду.**

Такую единицу производительности ЭВМ называют **флопс** (от англ. floating point operations per second — операции с плавающей точкой за секунду (во многих странах целую и дробную части числа разделяют не запятой, а точкой)).

Современные ЭВМ выполняют миллиарды операций в секунду, поэтому приходится пользоваться такими единицами производительности, как *гигафлопс* — миллиард флопс, и *терафлопс* — тысяча миллиардов флопс (приставкам «гига» и «тера», сокращенно обозначаемым Г и Т, соответствуют множители  $10^9$  и  $10^{12}$ ).

При сравнении ЭВМ, разных по производительности, но принадлежащих примерно к одному классу, им предлагаются специально разработанные одинаковые тестовые задания, т.е. программы вычислений.

*Например*, можно определять этот параметр числом задач, выполняемых за определенное время. Однако сравнение по данной характеристике ЭВМ различных типов может вызвать затруднения.

Реальное или эффективное быстродействие, обеспечиваемое ЭВМ, значительно ниже, и оно может сильно отличаться в зависимости от класса решаемых задач.

Поскольку оценка производительности различных ЭВМ является важной практической задачей, были предложены к использованию относительные характеристики производительности, рассчитываемые на основе тестов: наборов типовых задач по работе с целыми числами, с плавающей точкой, графикой, видео. (пример 3D-Марк, Эверест, Сандра и т.д.)

**Тактовая частота** в значительной степени определяет производительность ЭВМ, поскольку фактически **показывает число микроопераций, выполняемых за секунду.**


Но отдельные операции состоят из разного количества микроопераций, поэтому имеют значение и эффективность составленной программы выполнения той или иной операции, и время обращения к памяти, и разрядность ЭВМ.


Например, ЭВМ, оперирующая числами, имеющими 64 разряда, будет вдвое производительнее 32-разрядной ЭВМ (при одинаковой тактовой частоте). В настоящее время тактовая частота достигает нескольких гигагерц (ГГц), т.е. за секунду выполняется несколько миллиардов микроопераций.


**Герц** (производная единица измерения, русское обозначение: Гц, международное обозначение: Hz) — единица измерения частоты периодических процессов (например, колебаний).

**1 Гц** — одно исполнение (реализацию) такого процесса за одну секунду, другими словами — одно колебание в секунду:  $1 \text{ Гц} = \text{с}^{-1}$

**10 Гц** — десять исполнений такого процесса, или десять колебаний за одну секунду.


$$f = 0.5 \text{ Hz}$$
$$T = 2.0 \text{ s}$$


$$f = 1.0 \text{ Hz}$$
$$T = 1.0 \text{ s}$$


$$f = 2.0 \text{ Hz}$$
$$T = 0.5 \text{ s}$$

Усреднённое значение частот, воспринимаемых человеческим ухом, лежит в диапазоне от **20 Гц** до **20 кГц**.

**Сердце** в спокойном состоянии бьётся с частотой приблизительно 1 Гц (Примечательно, что *Herz* в переводе с немецкого означает «сердце». Однако, фамилия великого физика пишется *Hertz*).

Увеличение производительности до нескольких тысяч миллиардов операций достигается за счет параллельного их выполнения несколькими процессорами. Например, во входящей в первую десятку по производительности супер ЭВМ фирмы Hewlett Packard использованы 4096 процессоров с тактовой частотой 1,25 ГГц.

**Суперкомпьютер, СверхЭВМ, СуперЭВМ, сверхвычислитель)** — специализированная вычислительная машина, значительно превосходящая по своим техническим параметрам и скорости вычислений большинство существующих в мире компьютеров.

Рассмотрим основные показатели **надежности**, по которым оцениваются элементы автоматики (к ним относятся и элементы, из которых состоит ЭВМ).

При оценке надежности используется термин **«отказ»**.

**Отказами в работе элемента** называют как выход его из строя, так и изменение параметров, приводящее к неудовлетворительному выполнению элементом его функций.

Отказы, как правило, появляются внезапно, т.е. подчиняются законам, свойственным случайным величинам. Их изучают с помощью математической статистики. Для количественной оценки надежности элементов автоматики обычно используют следующие показатели:

$p(t)$  — вероятность безотказной работы в течение заданного отрезка времени;  $\lambda(t)$  — интенсивность отказов;  $T_{cp}$  — среднее время безотказной работы.

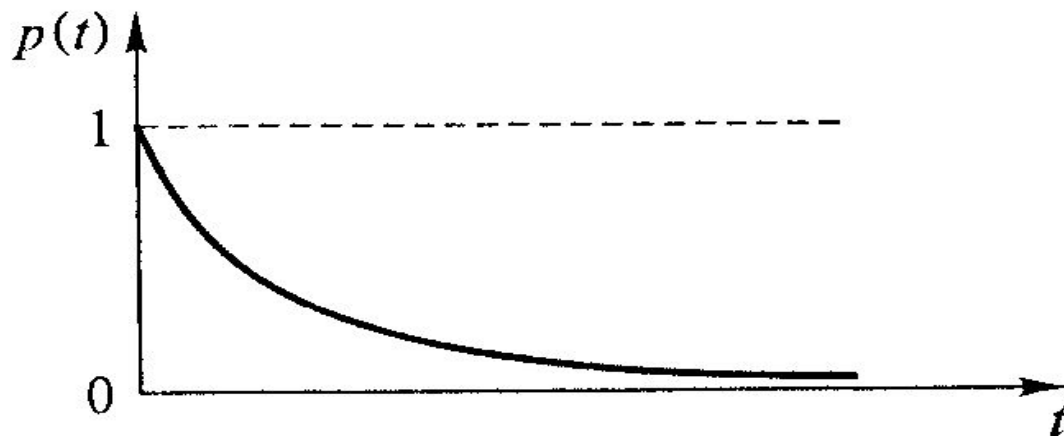


Основной количественной характеристикой надежности является **вероятность безотказной работы  $p(t)$** , т.е. вероятность того, что за время  $t$  не произойдет отказа в работе. Ее значение может находиться в пределах от 0 до 1:  $p(0) = 1; p(\infty) = 0; 0 \leq p(t) \leq 1$ .

Вероятность безотказной работы элемента автоматики можно определить по результатам испытаний большого числа одинаковых элементов в течение заданного промежутка времени  $t$ .

$$p(t) = (N-n)/N,$$

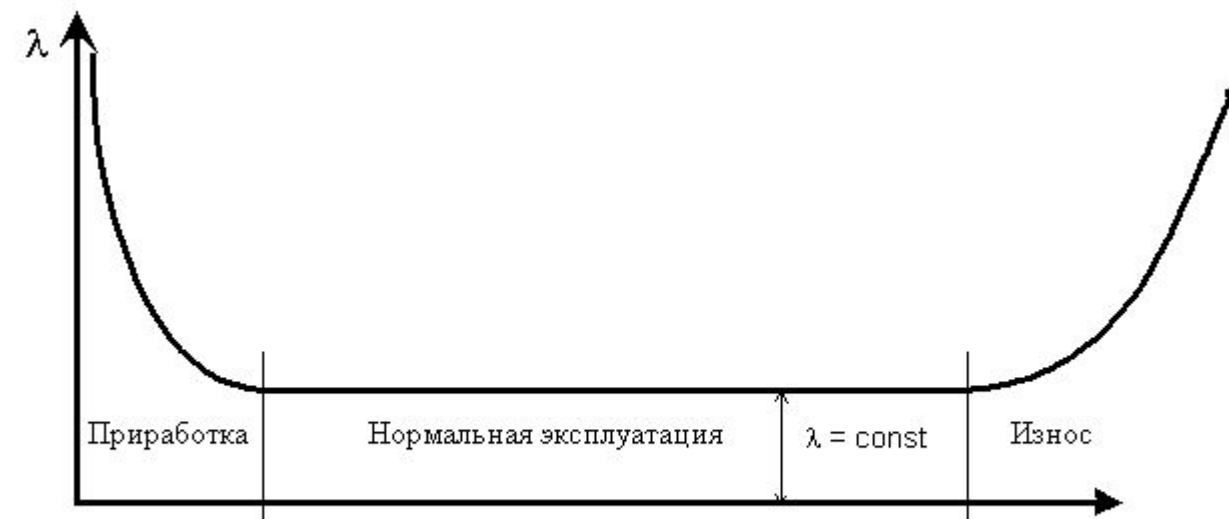
где  $N$  — общее число испытанных элементов;  $n$  — число элементов, вышедших из строя за время испытаний.



Зависимость  
безотказной работы от  
времени

**Интенсивность отказов  $\lambda(t)$** , или  $\lambda$ -характеристика, очень часто используется для количественной оценки надежности элементов и при расчете надежности системы автоматики, состоящей из нескольких элементов.

**Величину  $\lambda$  можно оценить** как отношение числа отказавших элементов к числу элементов, оставшихся к данному моменту времени работоспособными, полученное за единицу времени. Обычно единицей измерения интенсивности отказов является число отказов в час.



Зависимость  
интенсивности отказов  
от времени работы

Следует отметить, что на величину интенсивности отказов и, следовательно, на среднее время безотказной работы очень сильно влияют **условия эксплуатации**.

В вычислительных центрах создаются наилучшие условия для эксплуатации ЭВМ: поддерживается комфортная температура; помещение вентилируется, а воздух очищается; обслуживающий персонал одет в чистую одежду.

Компьютеры, установленные в офисах и квартирах, в большей степени подвержены таким отрицательным воздействиям, как колебания температуры и особенно запыленность.

Еще более сильным является воздействие окружающей среды на вычислительную технику, используемую для автоматизации производства. В этом случае к перечисленным выше отрицательным факторам добавляются вибрации и влияние электромагнитных полей.

**В наиболее сложных условиях** работает так называемая бортовая вычислительная техника, устанавливаемая на движущихся объектах — автомобилях, кораблях, летательных аппаратах.

Важным показателем надежности работы ЭВМ является также **среднее время восстановления** работоспособности после отказа.

Сокращению этого времени во многом способствуют развитые системы самодиагностики ЭВМ, позволяющие определить элемент, подлежащий замене.

Процентное соотношение времени безотказной работы к сумме этого времени со временем восстановления работоспособности называют **коэффициентом готовности** (или доступности).

Для высоконадежных ЭВМ этот коэффициент достигает 99,999 %, т.е. на простои уходит не более тысячной доли процента. Иными словами, за год работы только 5 мин уходит на простой.

## Вывод

Основной характеристикой ЭВМ является ее производительность, измеряемая количеством выполняемых операций за единицу времени.

Другими характеристиками ЭВМ являются тактовая частота, объем памяти, разрядность, надежность, вес и габаритные размеры, потребляемая мощность, цена.

Тактовая частота в значительной степени определяет производительность ЭВМ, поскольку фактически показывает число микроопераций, выполняемых за секунду.

# Классификация ЭВМ

Чтобы судить о возможностях ЭВМ, их принято разделять на группы по определенным признакам, т. е. **классифицировать**.

Сравнительно недавно классифицировать ЭВМ по различным признакам не составляло большого труда. Важно было только определить признак классификации, например: по принципу действия, по назначению, по габаритам (размерам), по производительности, по стоимости, по элементной базе и т. д.

**По принципу действия** вычислительные машины делятся на три больших класса: **аналоговые (АВМ), цифровые (ЦВМ) и гибридные (ГВМ)**.

Критерием деления вычислительных машин на эти три класса является форма представления информации, с которой они работают.

**Цифровые вычислительные машины** (ЦВМ) - вычислительные машины дискретного действия, работают с информацией, представленной в дискретной, а точнее, в цифровой импульсной форме.

**Аналоговые вычислительные машины** (АВМ) - вычислительные машины непрерывного действия, работают с информацией, представленной в непрерывной (аналоговой) форме, т.е. в виде непрерывного ряда значений какой-либо физической величины (чаще всего электрического напряжения).

*Аналоговые вычислительные машины весьма просты и удобны в эксплуатации; программирование задач для решения на них, как правило, нетрудоемкое; скорость решения задач изменяется по желанию оператора и может быть сделана сколь угодно большой (больше, чем у ЦВМ), но точность решения задач очень низкая (относительная погрешность 2-5 %). На АВМ наиболее эффективно решать математические задачи, содержащие дифференциальные уравнения, не требующие сложной логики.*

**Гибридные вычислительные машины** (ГВМ) - вычислительные машины комбинированного действия, работают с информацией, представленной и в цифровой, и в аналоговой форме; они совмещают в себе достоинства АВМ и ЦВМ. ГВМ целесообразно использовать для решения задач управления сложными быстродействующими техническими комплексами.

Наиболее широкое применение получили ЦВМ с электрическим представлением дискретной информации - электронные цифровые вычислительные машины, обычно называемые просто *электронными вычислительными машинами* (ЭВМ), без упоминания об их цифровом характере.

### **Классификация ЭВМ по назначению**

По назначению ЭВМ можно разделить на три группы: **универсальные (общего назначения), проблемно-ориентированные и специализированные.**

- **Универсальные ЭВМ** предназначены для решения самых различных инженерно-технических задач: экономических, математических, информационных и других задач, отличающихся сложностью алгоритмов и большим объемом обрабатываемых данных. Они широко используются в вычислительных центрах коллективного пользования и в других мощных вычислительных комплексах.

*Характерными чертами универсальных ЭВМ являются:* высокая производительность; разнообразие форм обрабатываемых данных: двоичных, десятичных, символьных, при большом диапазоне их изменения и высокой точности их представления; обширная номенклатура выполняемых операций, как арифметических, логических, так и специальных; большая емкость оперативной памяти; развитая организация системы ввода-вывода информации,



- **Проблемно-ориентированные ЭВМ** служат для решения более узкого круга задач, связанных, как правило, с управлением технологическими объектами; регистрацией, накоплением и обработкой относительно небольших объемов данных; выполнением расчетов по относительно несложным алгоритмам; они обладают ограниченными по сравнению с универсальными ЭВМ аппаратными и программными ресурсами.

*К проблемно-ориентированным ЭВМ можно отнести, в частности, всевозможные управляющие вычислительные комплексы.*

- **Специализированные ЭВМ** используются для решения узкого круга задач или реализации строго определенной группы функций. Такая узкая ориентация ЭВМ позволяет четко специализировать их структуру, существенно снизить их сложность и стоимость при сохранении высокой производительности и надежности их работы.

*К специализированным ЭВМ можно отнести, например, программируемые микропроцессоры специального назначения; адаптеры и контроллеры, выполняющие логические функции управления отдельными несложными техническими устройствами, агрегатами и процессами; устройства согласования и сопряжения работы узлов вычислительных систем.*

С развитием технологии производства ЭВМ классифицировать их стало все более затруднительно. Стирались грани между такими важными характеристиками, как производительность, емкость внутренней и внешней памяти, габариты, вес, энергопотребление и др.

*Например*, персональный компьютер, для размещения которого достаточно стола, имеет фактически такие же возможности и технические характеристики, что и достаточно совершенная в недавнем прошлом ЭВМ Единой системы (ЕС), занимающая машинный зал в сотни квадратных метров.

Поэтому разделение ЭВМ по названным признакам нельзя воспринимать как классификацию по техническим параметрам. Это, скорее, эвристический подход, где большой вес имеет предполагаемая сфера применения компьютеров.

Исторически первыми появились **большие ЭВМ** (универсальные ЭВМ общего назначения), элементная база которых прошла путь от электронных ламп до схем со сверхвысокой степенью интеграции. В процессе эволюционного развития больших ЭВМ можно выделить отдельные периоды, связываемые с пятью поколениями ЭВМ. *Поколение ЭВМ* определяется элементной базой (лампы, полупроводники, микросхемы различной степени интеграции), архитектурой и вычислительными возможностями.

Многопользовательские ЭВМ - это мощные ЭВМ, оборудованные несколькими видеотерминалами и функционирующие в режиме разделения времени, что позволяет эффективно работать на них сразу нескольким пользователям.

Персональные компьютеры (ПК) - однопользовательские ЭВМ, удовлетворяющие требованиям общедоступности и универсальности применения.

Рабочие станции (workstation) представляют собой однопользовательские мощные ЭВМ, специализированные для выполнения определенного вида работ (графических, инженерных, издательских и др.).

Серверы (server) - многопользовательские мощные ЭВМ в вычислительных сетях, выделенные для обработки запросов от всех станций сети.

*Вышеприведенная классификация весьма условна, мощная современная ПК, оснащенная проблемно-ориентированным программным и аппаратным обеспечением, может использоваться и как полноценная рабочая станция, и как многопользовательская ЭВМ, и как хороший сервер, по своим характеристикам почти не уступающий малым ЭВМ.*

## **Вывод**

Чтобы судить о возможностях ЭВМ, их принято разделять на группы по определенным признакам, т. е. **классифицировать.**

**Основными признаками классификации** являются: принцип действия, назначение, габариты (размеры), функциональные возможности и производительность, стоимость, элементная база и т. д.

## Развитие производства ЭВМ

Первые модели ЭВМ, появившиеся в середине XX в., зачастую создавались в единственном экземпляре, в процессе испытаний которого выявлялись недостатки и определялись пути их устранения. Таким образом, следующая модель уже существенно отличалась от предыдущей. Наиболее удачные модели выпускались в нескольких экземплярах, но размеры серии были невелики — в пределах сотни.

В нашей стране в 1960-е годы серийно выпускались машины семейства «Днепр», «Проминь» и др.

Последовательное улучшение характеристик БЭСМ привело к созданию самой производительной модели БЭСМ-6, которая также выпускалась серийно.

Подлинный рывок в производстве ЭВМ произошел после появления персональных компьютеров.

В 1976 г. двое молодых людей Стив Джобс и Стефан Возняк увлеклись идеей создать доступную по цене ЭВМ, в которой можно было бы устанавливать программы для любых игр. Оба они посещали клуб любителей компьютерных игр (в то время очень простых). Для каждой игры существовало отдельное устройство, перепрограммировать которое на другую игру было невозможно.

Играть в несколько игр можно было только на довольно большой стационарной ЭВМ, установленной в клубе. С. Джобс и С. Возняк видели огромную увлеченность молодежи компьютерными играми и поэтому считали, что спрос на небольшую ЭВМ с возможностью перепрограммирования на различные игры будет обеспечен.

Во всем мире к началу 1990-х годов пользователей ПК насчитывалось уже более 100 млн. В наши дни общее число компьютеров во всем мире превысило миллиард, при этом половина из них объединены в мировую сеть, т.е. имеют выход в сеть Интернет. Число владельцев мобильных телефонов также близко к миллиарду.

По количеству ПК наша страна пока существенно отстает от США и ряда других развитых стран. Однако по темпам роста числа ПК в стране Россия выглядит совсем неплохо: каждые пять лет число ПК увеличивается втрое. Но догнать придется еще долго. Ведь по количеству ПК на душу населения мы отстаем от США более чем в 10 раз, а от Японии — в 5 раз. По этому показателю мы находимся на уровне таких стран, как Аргентина, Малайзия, Польша, Чили, и опережаем Индию, Индонезию, Перу, Румынию, Турцию, Украину и ряд других.

## Вывод

Современные ПК по своим вычислительным и информационным возможностям уже давно превзошли вычислительные машины, созданные в середине прошлого века и составлявшие гордость вычислительных центров, которые обслуживали сотни и тысячи пользователей. Причем, как правило, пользователями являлись не отдельные ученые и инженеры, а целые коллективы — институты и лаборатории.

С каждым годом быстродействие и объем памяти ПК возрастают. Соответственно прежние модели ПК устаревают, хотя остаются еще вполне работоспособными. Можно сказать, что для ПК моральный износ наступает раньше физического.



## **Заключение**

Повышение производительности ВС классической организации сдерживается ограниченными возможностями элементной базы. Поэтому в ЭВМ пятого поколения, интенсивная разработка которых ведется в настоящее время, предполагается создание параллельных систем, имеющих отличную от представленной выше структуру. Основой таких систем является большое количество элементарных процессоров, которые могут работать параллельно в различном сочетании.

Более полную информацию о различных способах организации вычислительных процессов, о сложных многоуровневых вычислительных системах, о перспективах развития современных ПЭВМ вы можете узнать в часы самостоятельной подготовки, если воспользуетесь учебниками, которые вам были предложены в начале нашего занятия.

# Опрос

1. Что означает понятие «производительность» для любой машины?
2. Какие показатели определяют надежность?
3. Что означает понятие «вероятность безотказной работы»?
4. Приведите график зависимости безотказной работы от времени.
5. Что означает понятие «интенсивность отказов»?
6. Приведите график зависимости интенсивности отказов от времени работы.
7. По каким признакам принято классифицировать ЭВМ