

Архитектура ЭВМ

В информатике можно выделить три составные части: hardware (аппаратные средства), software (программные средства), brainware (теоретические методы решения задач: brain – мозг, умственная способность).

ПЭВМ (PC – Personal Computer) – это электронное устройство, осуществляющее прием, обработку, хранение, выдачу информации в соответствии с командами пользователя.

Под архитектурой ЭВМ принято понимать совокупность общих принципов организации аппаратно-программных средств и их основных характеристик, определяющая функциональные возможности вычислительной машины при решении соответствующих типов задач

Термин “архитектура ЭВМ” был введен в начале 60-х годов одной из групп специалистов фирмы IBM, работающей над реализацией проекта ЭВМ семейства IBM-360. Этот термин предназначался для описания общей программной модели семейства IBM-360 на уровне языка ассемблера. В соответствии с понятием архитектура модели ЭВМ могут иметь одну и ту же архитектуру, но отличаться схемной реализацией. Хотя каждая ЭВМ этого семейства и должна была соответствовать этому уровню, но некоторые элементы аппаратных средств, недоступные программисту, не были определены. Их уточнение производилось конструкторами каждой модели семейства ЭВМ, удовлетворяющей заданным ограничениям по быстродействию и стоимости. Такая идея проектирования семейства ЭВМ с одной и той же «архитектурой», в основу которой было положено главным образом программное обеспечение, была успешно реализована многими производителями ЭВМ.

Таким образом, архитектура вычислительной машины представляет собой «отпечаток», на основе которого строится ЭВМ. Строго говоря, это система команд и возможности по вводу и выводу. Машины, имеющие одинаковую архитектуру, могут выполнять одни и те же программы, и к ним можно подключить одинаковые устройства ввода и вывода

Основы учения об архитектуре вычислительных машин были заложены **Джон фон Нейманом**. Совокупность этих принципов породила классическую (фон-неймановскую) архитектуру ЭВМ.

Статья Барка, Голдстайна и фон Неймана «Предварительное обсуждение логической структуры ЭВМ», опубликованная в 1946 г., представляет собой самую интересную работу по архитектуре ЭВМ.



ПРИНЦИПЫ ФОН НЕЙМАНА

1. Принцип двоичного кодирования.

Согласно этому принципу для представления данных и команд в ЭВМ используется двоичная система счисления

2. Принцип программного управления

Машина выполняет вычисления по программе. Программа состоит из набора команд, которые исполняются автоматически друг за другом в определенной последовательности. Команды из программы не всегда выполняются одна за другой. Возможно присутствие в программе команд условного перехода, которые изменяют последовательность выполнения команд в зависимости от значений данных. (Сам принцип был сформулирован задолго до фон Неймана Адой Лавлейс и Чарльзом Бэббиджем, однако он логически включен в фоннеймановский набор как дополняющий данный принцип.)

3. Принцип хранимой программы

В процессе решения задачи программа ее исполнения должна размещаться в запоминающем устройстве машины, обладающем высокой скоростью выборки и записи.

4. Принцип однородности памяти.

Как программы (команды), так и данные хранятся в одной и той же памяти и кодируются в одной и той же системе счисления — чаще всего двоичной.

Поэтому ЭВМ не различает, что хранится в данной ячейке памяти - число, текст или команда. Над командами можно выполнять такие же действия, как и над данными.

5. Принцип адресности основной памяти.

Структурно основная память состоит из пронумерованных ячеек, каждая из которых доступна программе в любой момент времени по ее двоичному адресу или по присвоенному ей имени (имя ячейке присваивается в программе, и соответствующий этому имени адрес храниться на протяжении всего времени выполнения программы).

Отсюда следует возможность давать имена областям памяти, так, чтобы к запомненным в них значениям можно было бы впоследствии обращаться или менять их в процессе выполнения программы с использованием присвоенных имен.

6. Принцип иерархичности ЗУ .

Трудности физической реализации ЗУ, быстродействие которого соответствовало бы скорости работы логических схем, требует иерархической организации памяти.

Фон Нейман не только выдвинул основополагающие принципы логического устройства ЭВМ, но и предложил ее структуру, представленную на рисунке.



Рис.1. Структура ЭВМ фоннеймановского типа

Следует отметить, что термин “компьютер” устойчиво заменил более длинное слово “электронная вычислительная машина” и аббревиатуру ПЭВМ.

Состав вычислительной системы называется **конфигурацией**

К аппаратному обеспечению компьютера относятся устройства и приборы, образующие аппаратную конфигурацию. Современные компьютеры и вычислительные комплексы имеют **блочную-модульную конструкцию** — аппаратную конфигурацию, необходимую для исполнения конкретных видов работ, можно собирать из готовых узлов и блоков.

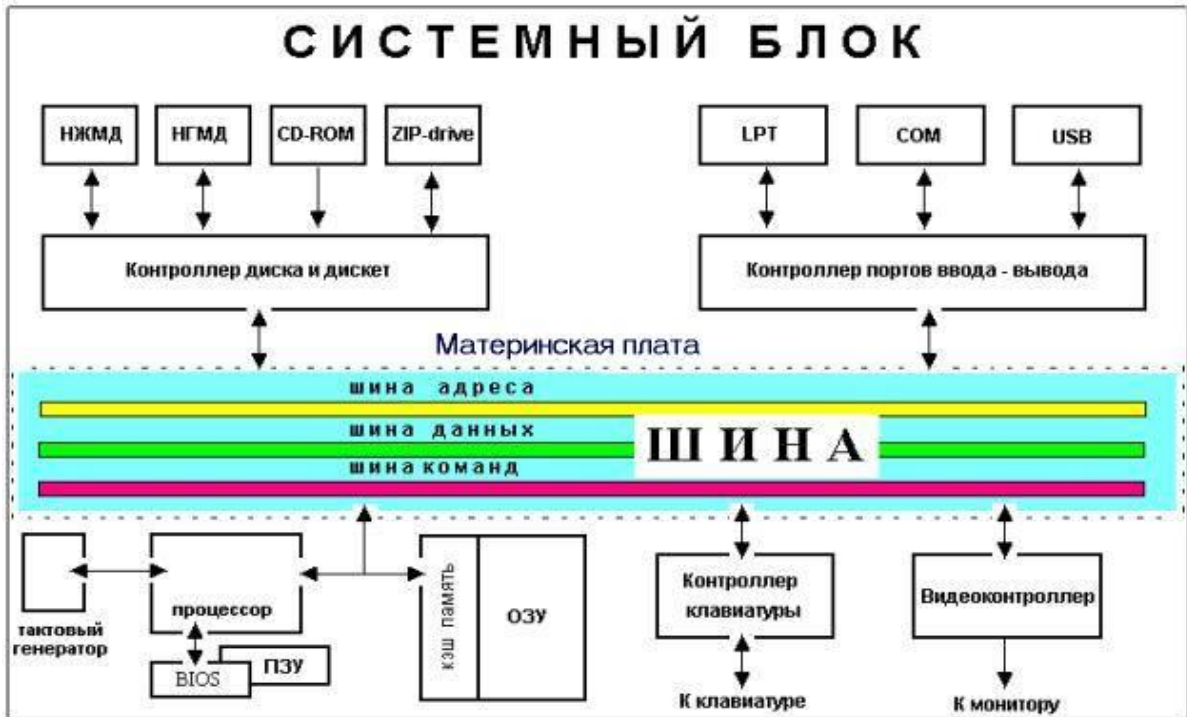
Согласование между отдельными узлами и блоками выполняют с помощью переходных аппаратно-логических устройств, называемых **аппаратными интерфейсами**

Системный блок

Системный блок представляет собой основной узел, внутри которого установлены наиболее важные компоненты. Устройства, находящиеся внутри системного блока называют *внутренними*, а устройства, подключаемые к нему снаружи, называют *внешними*. Внешние дополнительные устройства, предназначенные для ввода, вывода и длительного хранения данных, также называют *периферийными*.

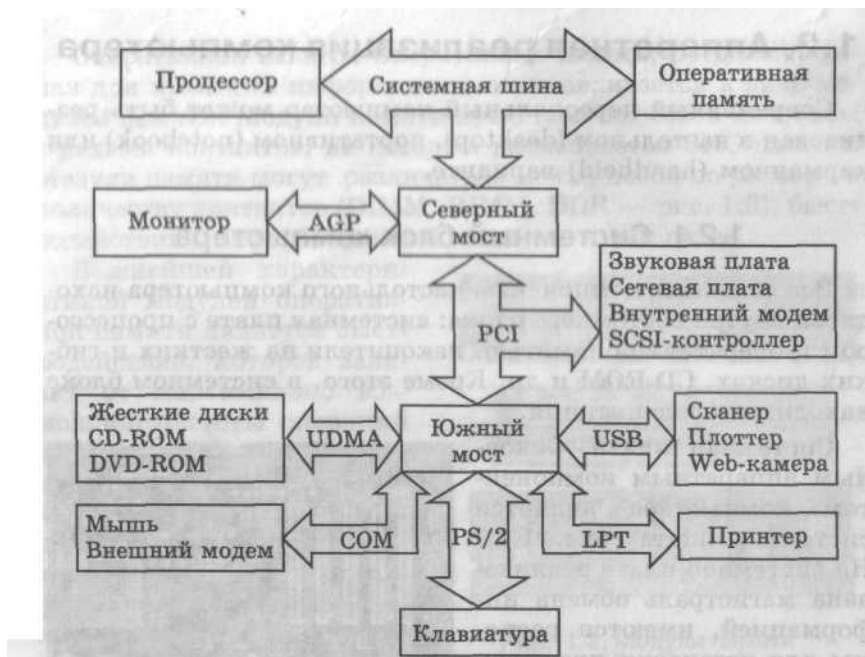
Системный блок содержит все основные элементы компьютера:

- материнская плата,
- центральный процессор,
- оперативная память,
- системная шина,
- дисковые устройства
- блок питания
- разъемы для крепления всевозможных дополнительных устройств и устройств ввода-вывода.



Материнская (системная) плата является центральной частью любого компьютера, на которой размещаются в общем случае **центральный процессор, сопроцессор, контроллеры**, обеспечивающие связь центрального процессора с периферийными устройствами, **оперативная память, кэш-память, элемент BIOS** (базовой системы ввода/вывода), **аккумуляторная батарея, кварцевый генератор тактовой частоты** и **слоты (разъемы)** для подключения других устройств. Все эти модули соединены воедино с помощью системной шины, которая, как мы уже выяснили находится на материнской плате.

Общая производительность материнской платы определяется не только **тактовой частотой**, но и **количеством (разрядностью) данных, обрабатываемых** в единицу времени **центральным процессором**, а также **разрядностью шины обмена данных** между различными устройствами материнской платы.



Логическая схема материнской платы

Быстродействие различных компонентов компьютера (процессора, оперативной памяти и контроллеров периферийных устройств) может существенно различаться. Для согласования быстродействия на материнской плате устанавливаются специальные микросхемы (чипсеты), включающие в себя контроллер оперативной памяти (так называемый **северный мост**) и контроллер периферийных устройств (**южный мост**).

Северный мост обеспечивает обмен информацией между процессором и оперативной памятью по системной магистрали

К северному мосту подключается шина PCI (Peripheral Component Interconnect bus — шина взаимодействия периферийных устройств), которая обеспечивает обмен информацией с контроллерами периферийных устройств. (Частота контроллеров меньше частоты системной шины, например, если частота системной шины составляет 100 МГц, то частота шины PCI обычно в три раза меньше — 33 МГц.) Контроллеры Периферийных устройств (звуковая плата, сетевая плата, SCSI-контроллер, внутренний модем) устанавливаются в слоты расширения системной карты.

Южный мост, через шину PCI, обеспечивает обмен информацией между северным мостом и портами для подключения периферийного оборудования.

Для подключения видеоплаты используется специальная шина AGP (Accelerated Graphic Port — ускоренный графический порт), соединенная с северным мостом и имеющая частоту, в несколько раз большую, чем шина PCI.

Многочисленные интерфейсы, присутствующие в архитектуре любой вычислительной системы, можно условно разделить на две большие группы: последовательные и параллельные. Через последовательный интерфейс данные передаются последовательно, бит за битом, а через параллельный — одновременно группами битов. Количество битов, участвующих в одной

посылке, определяется разрядностью интерфейса, например восьмиразрядные параллельные интерфейсы передают один байт (8 бит) за один цикл.

Параллельные интерфейсы обычно имеют более сложное устройство, чем последовательные, но обеспечивают более высокую производительность. Их применяют там, где важна скорость передачи данных: для подключения печатающих устройств, устройств ввода графической информации, устройств записи данных на внешний носитель и т. п. Производительность параллельных интерфейсов измеряют байтами в секунду (байт/с; Кбайт/с; Мбайт/с).

Устройство последовательных интерфейсов проще; как правило, для них не надо синхронизировать работу передающего и принимающего устройства (поэтому их часто называют асинхронными интерфейсами), но пропускная способность их меньше и коэффициент полезного действия ниже, так как из-за отсутствия синхронизации посылки полезные данные предваряют и завершают посылками служебных данных, то есть на один байт полезных данных могут приходиться 1-3 служебных бита (состав и структуру посылки определяет конкретный протокол).

Порт – многоразрядный вход или выход в устройстве.

COM1, COM2-последовательные порты, которые передают электрические импульсы (информацию) последовательно один за другим (сканер, мышка). Аппаратно реализуются с помощью 25-контактного и 9-контактного разъемов, которые выведены на заднюю панель системного блока.

LPT- параллельный порт имеет более высокую скорость, так как передает одновременно 8 электрических импульсов (подключают принтер). Аппаратно реализуется в виде 25-контактного разъема на задней панели системного блока.

USB – (универсальная последовательная шина) обеспечивает высокоскоростное подключение к ПК сразу нескольких периферийных устройств (подключают флешки, веб-камеры, внешние модемы, HDD и др.). Данный порт является универсальным и способен заменить все остальные порты.

PS/2 – специальный порт для клавиатуры и мыши.

AGP – ускоренный графический порт для подключения монитора.

1) **Устройства хранения информации** (жесткие диски, CD-ROM, DVD-ROM) подключаются к южному мосту по шине UDMA (Ultra Direct Memory Access — прямое подключение к памяти).

2) **Мышь и внешний модем** подключаются к южному мосту с помощью последовательных портов.

3) **Принтер** подключается к параллельному порту **LPT**.

4) Для подключения **сканеров и цифровых камер** обычно используется порт **USB** ((Universal Serial Bus — универсальная последовательная шина), который

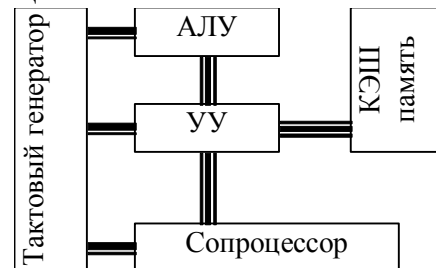
обеспечивает высокоскоростное подключение к компьютеру сразу нескольких периферийных устройств.)

5) **Клавиатура** подключается обычно с помощью порта PS/2.

Структура и функции процессора:

Структуру процессора можно представить следующей схемой:

1) **УУ** – управляет всем ходом вычислительного и логического процесса в компьютере. Это «мозг» компьютера, который контролирует все его действия. Функции УУ заключаются в том, чтобы прочитать очередную команду, распознать ее и далее подключить необходимые электронные цепи и устройства для ее выполнения.



2) **АЛУ** – производит непосредственную обработку данных в двоичном коде. АЛУ умеет выполнять только определенный набор простейших операций:

- ✓ *Арифметические операции* (+, -, *, /);
- ✓ *Логические операции* (сравнение, проверка условия);
- ✓ *Операции пересылки* (из одной области оперативной памяти в другую).

3) **Тактовый генератор** – задает ритм всем операциям в процессоре посылая один импульс через равные промежутки времени (такт). Он синхронизирует работу устройств ПК.

✎ **Такт** – это промежуток времени между началами подачи двух последовательных импульсов генератора тактовой частоты. ГТЧ синхронизирует работу узлов ПК.

4) **Сопроцессор** – позволяет значительно ускорить работу компьютера с числами с плавающей точкой (речь идет о вещественных числах, например, $1,233 \cdot 10^{-5}$). При работе с текстами сопроцессор не используется.

5) Современный процессор имеет такое высокое быстродействие, что информация из ОЗУ не успевает своевременно доходить до него и процессор простаивает. Чтобы этого не происходило, в процессор встраивается специальная микросхема **кэш памяти**.

✎ **КЭШ-память** – сверхбыстрая память предназначенная для хранения промежуточных результатов вычислений. Имеет объем 128-1024 Кб.

Кроме указанной элементной базы в процессоре содержатся специальные регистры, которые непосредственным образом принимают участие в обработке команд.

6) **Регистры** – процессорная память, или ряд специальных запоминающих ячеек.

Регистры выполняют две функции:

- ✓ кратковременное хранение числа или команды;
- ✓ выполнение над ними некоторых операций.

Важнейшими регистрами процессора являются:

1. **счетчик команд** - служит для автоматической выборки команд программы из последовательных ячеек памяти, в нем хранится адрес выполняемой команды;
2. **регистр команд и состояний** - служит для хранения кода команды.

Производительность CPU характеризуется следующими основными параметрами:

1. Степень интеграции микросхемы показывает, сколько транзисторов (самый простой элемент любой микросхемы) может поместиться на единице площади. Для процессора **Pentium Intel** эта величина составляет приблизительно 3 млн. на 3,5 кв.см, у **Pentium Pro** – 5 млн, **Montecito** (двухядерный процессор фирмы Intel) – 1,7 миллиарда.

2. Тактовая частота указывает, сколько элементарных операций (тактов) микропроцессор выполняет за одну секунду.

Обычно для выполнения каждой базовой операции процессору отводится определенное количество тактов. Т.е. чем выше тактовая частота, тем больше операций в секунду выполняет процессор. У процессоров фирмы AMD по данным 2006 года тактовая частота составляла 3600 МГц.

Тактовая частота измеряется в герцах (МГц, ГГц). 1МГц = 1 миллион тактов в секунду.

Для процессора различают **внутреннюю** (собственную) **тактовую частоту** (используется для выполнения внутренних простейших операций) и **внешнюю** (определяет скорость передачи данных по внешней шине).

3. Внутренняя разрядность процессора определяет, какое количество бит он может обрабатывать одновременно при выполнении арифметических операций (в зависимости от поколения процессоров – от 8 до 32 битов).

4. Внешняя разрядность процессора определяет сколько битов одновременно он может принимать или передавать во внешние устройства (от 16 до 64 бит).

5. Память, к которой может адресоваться процессор - это количество адресов ОЗУ, доступное процессору одновременно и, которое определяется разрядностью адресной шины.

ПАМЯТЬ

1. **Оперативная память** (RAM – Random Access Memory – память с произвольным доступом или прямоадресуемая память) или оперативное запоминающее устройство (ОЗУ).

Оперативная память – устройство компьютера, предназначенное для хранения выполняющихся в текущий момент времени программ, а также данных, необходимых для их выполнения. Отличительные особенности – энергозависимость (при отключении электропитания вся информация, которая хранилась в оперативной памяти, безвозвратно теряется) и относительно высокая стоимость.

2. **Постоянная память**, ПЗУ (постоянное запоминающее устройство), или ROM (Read Only Memory – память только для чтения). Запись информации в ПЗУ осуществляется только один раз на заводе-изготовителе. И в дальнейшем из этой памяти возможно только чтение.

При отключении электропитания данные, записанные в ПЗУ, сохраняются. Постоянная память используется для хранения наиболее важных и часто используемых служебных программ, которые осуществляют проверку работы отдельных устройств компьютера (тестирование), а также выполняют

постоянно используемые операции по обмену данными между клавиатурой, монитором и памятью компьютера. Этот комплекс программ образует **BIOS (Basic Input-Output System)** – базовая система ввода-вывода, содержащая основное программное обеспечение платы и программу самотестирования платы. BIOS получает управление при включении системной платы, выполняет самотестирование ее основных устройств, затем загружает операционную систему.

3. Энергозависимая память на основе CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor – структура типа комплементарный металл-оксид-полупроводник), а также аккумулятор для ее питания. Эта память содержит основные параметры настройки материнской платы, в частности тип и число накопителей на жестких дисках (винчестерах), наличие-отсутствие дисководов, пароль на загрузку компьютера.

Внешняя память

Гибкий магнитный диск (ГМД), накопитель на гибких магнитных дисках (НГМД), флоппи-диск (floppy disk – свободно висящий диск) или просто дискета представляет собой гибкую лавсановую пластинку диаметром 3,5 дюйма, что примерно равно 9 см. Обычно такие диски называют трехдюймовыми. Пластинка покрыта с одной или двух сторон специальным веществом, хорошо сохраняющим состояние намагниченности. Объем трехдюймовой дискеты равен 1,44 Мбайт.

Для работы с дискетами в компьютере предусмотрены устройства, которые называются дисководами гибких магнитных дисков или FDD (floppy disk drive – привод флоппи-дисков).

Оптические (лазерные) диски, CD (Compact Disk компакт диски) или CD-ROM (Compact Disk Read Only Memory – память только для чтения на компакт дисках). Диаметр 5,25 дюйма (133 мм). Информация записывается в виде углублений и пиков, расположенных внутри концентрических дорожек. Этот рельеф наносится на диск при его изготовлении механическим путем. Отсюда недостаток – невозможность записывать на них новую информацию. Считывание информации происходит с помощью лазерного луча. Емкость 600-800 Мбайт. Дискковод для оптических дисков называют лазерным проигрывателем или так же – CD-ROM.

CD-R (Compact Disk Recordable – записываемый компакт-диск). На диски этого типа можно записать информацию, но только один раз. Относятся к магнитооптическим дискам, т. к. запись информации осуществляется магнитным способом, а считывание – оптическим. Для использования этой технологии требуются специальные диски и дисководы.

CD-RW (Compact Disk ReWriteable – перезаписываемые компакт диски) также относятся к магнитооптическим устройствам.

DVD (Digital Versatile Disk – цифровой многосторонний диск). Объем диска 17 Гбайт.

Винчестеры или накопители на жестких дисках

☞ **Винчестер** – это внешняя память большого объема, предназначенная для долговременного хранения информации, объединяющая в одном корпусе сам носитель информации и устройство записи/чтения.

По сравнению с гибкими магнитными дисками винчестеры обладают рядом очень ценных преимуществ: объем хранимых данных неизмеримо больше (достигает 400 Гбайт), время доступа у винчестера на порядок меньше (10-15 мс).

Flash-накопители

Эта технология довольно нова и поэтому к дешевым решениям не принадлежит, однако есть все предпосылки к снижению себестоимости устройств этого класса,

Основой любого флэш-накопителя является энергонезависимая память. В устройстве нет каких-либо движущихся частей, и оно не восприимчиво к вибрациям и механическим встряскам. Flash не является по сути своей магнитным носителем и на него не влияют магнитные поля. А потребление энергии происходит только во время операций записи/чтения, причем вполне достаточно питания от USB.

Емкость флэш-накопителей варьируется приблизительно от 256 Мб до нескольких Гб (4-5 Гб).

Кроме того, что флэш-накопитель может использоваться для записи, надежного хранения и переноса информации его можно разбивать на логические диски и устанавливать его загрузочным диском.

Достоинства

- компактный размер;
- отсутствие необходимости во внешнем питании;
- вполне приемлемую скорость работы.

Недостатки

- небольшой объем переносимой информации;
- высокая цена.

Накопители на магнитной ленте (стримеры).

В качестве носителя информации используется магнитная лента, похожа на аудиокасету. Используется для архивирования и резервного копирования больших объемов данных. Емкость 20-40 Гб.

Монитор

Дисплей (анг. display — показывать) относится к основным устройствам любого ПК, без которого невозможна эффективная работа. Наиболее важная отличительная особенность современных компьютеров заключается в возможности почти мгновенного взаимодействия (работа в режиме реального времени) между системой и пользователем. В большинстве систем это взаимодействие осуществляется при помощи клавиатуры (и/или манипуляторов) и экрана дисплея. В процессе работы на экране дисплея отображаются как вводимые пользователем команды и данные, так и реакция системы на них.

Назначение. Устройство визуального отображения информации или, более точно, устройство отображения информации, находящейся в оперативной памяти, позволяющее обеспечить взаимодействие пользователя с аппаратным и программным обеспечением компьютера. Дисплей — это важнейший компонент пользовательского интерфейса.

Дисплей — это общее название устройства, показывающего, отображающего информацию. Под управлением ЭВМ в качестве дисплея может работать даже бытовой телевизор. Казалось бы, проблема решена — есть устройство, позволяющее быстро отображать состояние системы. Однако оказалось, что при продолжительной работе с ним пользователь быстро устаёт: это устройство существенно влияет на работоспособность, эмоциональный настрой, самочувствие и способно даже привести к потере зрения. Возникла необходимость оптимизировать характеристики экрана, добиться более чёткого и устойчивого изображения, чтобы избежать излишней утомляемости. Были разработаны специализированные устройства — мониторы, контролирующие процесс отображения (англ. monitor — староста в классе, наблюдающий за порядком; корректирующее или управляющее устройство).

Клавиатуру и монитор можно связать с компьютером как отдельные устройства или соединить их в терминал, связанный с компьютером как единое целое. Обычно терминалы используются в системах коллективного пользования, когда с одним и тем же центральным компьютером одновременно работают много пользователей. Это называется работой в режиме удаленного доступа.

Принцип работы. Так как информация бывает разной, то используются разнообразные устройства отображения информации. Краткая классификация дисплеев приведена на рисунке.

Отличие алфавитно-цифровых (иногда говорят «знакоместных») и графических дисплеев состоит в том, что:

первые способны воспроизводить только ограниченный набор символов, причём символы могут выводиться только в определенные позиции экрана (чаще всего на экран можно вывести 24 или 25 строк по 40 или 80 символов в строке);

вторые отображают как графическую, так и текстовую информацию, при этом экран разбит на множество точек (пикселей), каждая из которых может иметь тот или иной цвет. Из этих светящихся точек и формируется изображение.

Монохромные устройства способны воспроизводить информацию только в каком-либо одном цвете, возможно, с различными оттенками (градациями яркости). Встречаются чёрно-белые экраны, а также зелено-желтые. Многие специалисты признают, что для длительной работы за компьютером лучше использовать монохромный дисплей: глаза при этом устают намного меньше.

Цветные дисплеи обеспечивают отображение информации в нескольких оттенках цвета (от 16 оттенков до более чем 16 млн). Фактически, современные дисплеи могут отображать столько оттенков, сколько позволяет видеокарта, память которой хранит информацию о цветах точек экрана.

Как образуются цвета на экране современного дисплея?

Изображение состоит из отдельных зёрен экрана. Каждое зерно экрана состоит из трех пятнышек люминофора, одно из которых может светиться красным цветом (англ. Red), второе — зелёным (англ. Green), третье — синим (англ. Blue); каждое из этих пятнышек может и не светиться (быть темным). Комбинация красного и зелёного цветов дает жёлтый цвет, синего и зелёного — голубой, синего и красного — пурпурный, комбинация всех трёх цветов одной яркости дает белый цвет, отсутствие всех цветов дает чёрный цвет. Любой оттенок, различимый человеческим глазом, можно получить, «смешивая» эти три цвета в той или иной пропорции. Как такового смешения цветов не происходит — физически каждое пятнышко располагается на определенном месте. Особенность зрения человека состоит в том, что на некотором расстоянии от экрана он воспринимает близко расположенные цветовые точки различной яркости как единый элемент — пиксель. Цвет пикселя является результатом смешения в восприятии основных составляющих его цветов. Такая модель цветообразования называется **RGB-моделью**.

Наиболее распространены дисплеи на **электронно-лучевой трубке (ЭЛТ)**. Большинство персональных компьютеров оснащено в основном ЭЛТ-дисплеями. Они работают подобно бытовому телевизору.

Под воздействием электрических полей в «электронной пушке» разгоняется поток электронов. Далее при помощи электромагнитных полей пучок отклоняется в нужную сторону. Затем, проходя через апертурную решётку, этот поток фокусируется, доходит до экрана и заставляет светиться маленькое пятнышко люминофора (зерно экрана) с яркостью, пропорциональной интенсивности пучка. Так работают монохромные устройства. В цветных мониторах зерно экрана составляют три пятнышка люминофора разного цвета (красного, зелёного и синего) и потоки электронов посылаются тремя «пушками», причём электронный луч для каждого цвета должен попадать на свой люминофор.

Преимущества: современные ЭЛТ-дисплеи имеют высокое качество изображения, достаточно дешёвы и надёжны.

Недостатки: такие дисплеи достаточно громоздки, потребляют много энергии, имеют более высокий уровень излучения, чем дисплеи других типов.

Жидкокристаллические дисплеи (Liquid-Crystal Display), или LCD-дисплеи. Их действие основано на эффекте потери жидкими кристаллами своей

прозрачности при пропускании через них электрического тока. Применяются преимущественно в портативных компьютерах (notebook).

Преимущества: жидкокристаллические дисплеи не создают вредного для здоровья пользователя излучения, наиболее экономичны в потреблении энергии, обеспечивают хорошее качество изображения.

Недостатки: такие дисплеи достаточно дороги, небольшие (14") размеры экрана; если смотреть на экран сбоку, то почти ничего нельзя разглядеть.

Газо-плазменные дисплеи (plasma displays). Действие основано на свечении газа при пропускании через него электрического тока. Схема такова: имеются два листа, между ними инертный газ; один из листов прозрачный, а на втором расположены электроды, на которые подаётся напряжение. Обычно газо-плазменные индикаторы состоят из нескольких подобных элементарных ячеек, число точек в каждой из которых подобрано наиболее оптимальным образом для отображения одиночных символов. (Выглядит это примерно так же, как часы в метро.) Эти дисплеи применяются в основном в специализированных ЭВМ для отображения строк символов.

Светодиодные матрицы (LED-дисплеи). Обычно применяются во встроенных ЭВМ (используемых в автоматизированных линиях на промышленном производстве, в робототехнике и так далее) для отображения небольших объёмов текстовой информации.

Перспективная разработка — панели на основе светящихся пластмасс (LEP-панели). Чем хороши LEP-элементы? Во-первых, они светятся сами, что снижает энергопотребление. Кусочки пластика, излучающего красный, синий, зелёный свет, наносятся на гибкую пластиковую основу точно так же, как люминофор на поверхность кинескопа, к ним подводятся проводники — экран готов. Во-вторых, такие панели имеют небольшой вес при больших размерах. Например, гибкий пластиковый экран размером 1 м² может весить несколько десятков грамм. В-третьих, LEP-элементы надёжны.

Основные пользовательские характеристики:

Размер экрана по диагонали. Измеряется в дюймах. Имеются 14", 15", 17", 21" и др. мониторы. Следует помнить, что размер изображения, как правило, на дюйм меньше размера кинескопа. Считается, что 15" монитор отлично подходит для работы в домашних условиях; 17" монитор необходим для профессиональной работы с графикой; размеры экрана, большие 21" для персонального монитора на сегодняшний день не очень удобны для пользования, так как экран тяжело окинуть взглядом.

Размер зерна экрана — расстояние в миллиметрах между двумя соседними люминофорами одного цвета. Меньший размер зерна соответствует

более резкой и контрастной картинке, создавая общее впечатление чистоты цвета и чёткого контура изображения. У мониторов разного типа размер зерна экрана может находиться в пределах от 0,18 до 0,50 мм. Наиболее оптимальными для восприятия считаются мониторы с зерном экрана от 0,24 до 0,28 мм.

Разрешающая способность — число пикселей (точек экрана) по горизонтали и вертикали. Эта характеристика определяет контрастность изображения. Она зависит от размера экрана и размера зерна экрана, но может изменяться (в определённых пределах) с помощью программной настройки.

Для подключения дисплея к компьютеру необходима соответствующая карта — видеоадаптер.

Видеокарта — это устройство, управляющее дисплеем и обеспечивающее вывод изображений на экран. Она определяет разрешающую способность дисплея и количество отображаемых цветов.

Сигналы, которые получает дисплей (числа, символы, изображения и сигналы синхронизации) формируются именно видеокартой.

Возможности ПК по отображению информации определяются совокупностью (и совместимостью) технических характеристик дисплея и его видеокарты, то есть видеосистемы в целом.

Практически все современные видеокарты принадлежат к комбинированным устройствам и помимо главной своей функции — формирования видеосигналов — осуществляют ускорение выполнения графических операций. Для этого на видеокарте устанавливаются специальные процессоры, позволяющие выполнять многие операции с графическими данными без использования центрального процессора. Такие устройства называются видеоадаптерами или видеоакселераторами. Они значительно ускоряют вывод информации на экран дисплея при работе с графическими программными оболочками, трёхмерной графикой и при воспроизведении динамических изображений.

Видеокарта состоит из:

- набора микросхем (или одной интегрированной микросхемы — видеоакселератора);
- цифроаналогового преобразователя данных, находящихся в видеопамяти, в видеосигнал;
- видеопамяти;
- самой платы с разъёмами.

Основные пользовательские характеристики.

В настоящее время насчитывается более 30 модификаций видеокарт, различающихся конструкцией, параметрами и стандартами. Классификация видеокарт по принятым стандартам приведена в таблице

Характеристики видеокарт

- **ширина шины памяти**, измеряется в битах — количество бит информации, передаваемой за такт. Важный параметр в производительности карты.
- **объем видеопамати**, измеряется в мегабайтах — объем собственной оперативной памяти видеокарты. Большой объем далеко не всегда означает большую производительность.

Видеокарты, интегрированные в набор системной логики материнской платы или являющиеся частью ЦПУ, обычно не имеют собственной видеопамати и используют для своих нужд часть оперативной памяти компьютера (UMA — Unified Memory Access).

- **частоты ядра и памяти** — измеряются в мегагерцах, чем больше, тем быстрее видеокарта будет обрабатывать информацию.
- **текстурная и пиксельная скорость заполнения**, измеряется в млн. пикселей в секунду, показывает количество выводимой информации в единицу времени.

Клавиатура

Для ввода информации в компьютер, а также для управления его работой используется клавиатура (keyboard). Заметим, что клавиатуру вместе с дисплеем (а иногда и только клавиатуру) называют **консолью**.

Внешне клавиатура представляет собой матрицу клавиш различного размера. Общее их количество колеблется от 100 до 110. Все клавиши клавиатуры можно разделить на четыре группы: алфавитно-цифровые, цифровые, функциональные и управляющие.

Принцип работы. Клавиши клавиатуры подключены к матрице контактов. Каждой клавише или комбинации клавиш присвоен свой номер (код). Внутри клавиатуры находится отдельный микропроцессор. Каждое нажатие на клавишу замыкает контакт. При этом в соответствии с матрицей контактов микропроцессор генерирует код нажатой клавиши. Этот код запоминается в специальной области (буфере микропроцессора) и становится доступным для обработки программными средствами.

Дополнительные устройства ЭВМ.

Подключаются к интерфейсам компьютера и предназначены для выполнения вспомогательных операций. По значению периферийные устройства можно подразделить на:

- **устройства ввода данных**
- **устройства вывода данных**
- **устройства хранения данных**
- **устройства обмена данными**

Мышь

Назначение: управление курсором (указателем) мыши, ввод управляющей информации.

Принцип работы. Мышь — небольшая коробочка с кнопками. В ней — шарик, катающийся по поверхности стола. К шарикю прижаты два взаимно перпендикулярных ролика, которые он вращает. Датчики поворота ролика передают сигналы в компьютер. «Хвост» из проводов, по которым идут сигналы, дал устройству имя «мышь». Курсор мыши управляется перемещением мыши по столу. Управляющая информация вводится нажатием на кнопки мыши.

Мыши бывают одно-, двух-, трёхкнопочные. Они могут соединяться с компьютером проводом или при помощи радиопередатчиков (беспроводные). Существуют оптические мыши без шарика, оснащённые фотоэлементами, и оптомеханические мыши. Разновидностью мыши можно считать трэкбол (trackball), который можно сравнить с мышью, которая лежит на спине шарообразным брюшком вверх.

Основные пользовательские характеристики:

- количество нажатий кнопки до её отказа;
- реакция на движение руки или баллистический эффект;
- разрешающий шаг (разрешение);
- дизайн и удобство в работе (эргономичность).

Разрешение измеряется в dpi (dot per inch — количество точек на дюйм). Если мышь имеет разрешение 900 dpi и её передвинули на 1 дюйм (2,53 см) вправо, то привод мыши получает через микроконтроллер информацию о смещении на 900 единиц вправо. Нормальное разрешение мыши — от 200 до 900 dpi.

Баллистическим эффектом называется зависимость точности позиционирования мыши от скорости её перемещения.

Сканер

Назначение. Сканер — устройство для перевода графической информации в цифровую. Функция сканера — получение электронной копии документа, созданного на бумаге. Ввод данных в компьютер — это одна из самых утомительных и подверженных ошибкам операций, сканеры облегчают эту работу.

Принцип работы. Лампа освещает сканируемый текст, отражённые лучи попадают на фотоэлемент, состоящий из множества светочувствительных ячеек. Каждая из них под действием света приобретает электрический заряд. Аналого-цифровой преобразователь ставит в соответствие каждой ячейке числовое значение, и эти данные передаются в компьютер.

Сканеры бывают ручные, портативно-страничные, планшетно-офисные, сетевые (скоростные), широкоформатные; они могут быть чёрно-белые (до 64 оттенков серого) и цветные (256 - 16 млн. цветов).

Ручные сканеры внешне напоминают «мышь» большого размера, которую пользователь двигает по сканируемому изображению. Однако ручное перемещение устройства по бумаге, небольшой размер охватываемой области сканирования не обеспечивают достаточной скорости и требуют тщательной состыковки отдельных участков изображения.

К **настольным сканерам** относятся планшетные, роликовые (портативно-страничные), барабанные и проекционные сканеры.

Основной отличительный признак планшетного сканера — сканирующая головка перемещается относительно неподвижной бумаги. Они просты и удобны в эксплуатации, позволяют сканировать изображения как с отдельных листов, так и с книг, журналов.

У портативно-страничных сканеров бумага перемещается относительно сканирующей головки. Они довольно компактны, но отсканировать с их помощью рисунок из книги вряд ли получится. Этот тип сканеров используется для ввода страниц документов форматом от визитной карточки до А4, система автоматической подачи бумаги обеспечивает равномерное сканирование по всей ширине листа.

Основные пользовательские характеристики (табл. 2):

- **разрешающая способность (оптическое разрешение)**, то есть количество распознаваемых точек (пикселей) на дюйм (измеряется в ppi — pixels per inch);
- **скорость сканирования** — показатель быстродействия, который равен времени, затрачиваемому на обработку одной строки изображения;
- **размеры сканируемого листа** (область сканирования);
- **разрядность битового представления** — определяет максимальное число цветов или оттенков серого, которые может воспринимать сканер.

Джойстик

Джойстик (англ. Joystick = Joy + Stick) — устройство управления в компьютерных играх. Представляет собой рычаг на подставке, который можно отклонять в двух плоскостях. На рычаге могут быть разного рода гашетки и переключатели. Также словом «джойстик» в обиходе называют рычажок управления, например, в мобильном телефоне.

В русском языке ручку управления промышленными механизмами и транспортными средствами (самолётом и т. д.) джойстиком не называют никогда (в отличие от английского joystick).

Световое перо (англ. light pen, также — стило, англ. stylus) — один из инструментов ввода графических данных в компьютер, разновидность манипуляторов.

Внешне имеет вид шариковой ручки или карандаша, соединённого проводом с одним из портов ввода-вывода компьютера. Обычно на световом пере имеется одна или несколько кнопок, которые могут нажиматься рукой, удерживающей перо. Ввод данных с помощью светового пера заключается в прикосновениях или проведении линий пером по поверхности экрана монитора. В наконечнике пера устанавливается фотозлемент, который регистрирует изменение яркости экрана в точке, с которой соприкасается перо, за счёт чего соответствующее программное обеспечение вычисляет позицию, «указываемую» пером на экране и может, в зависимости от необходимости, интерпретировать её

тем или иным образом, обычно как указание на отображаемый на экране объект или как команду рисования. Кнопки используются аналогично кнопкам манипулятора типа «Мышь» — для выполнения дополнительных операций и включения дополнительных режимов.

Световое перо было распространено во время распространения графических карт стандарта EGA, которые обычно имели разъем для подключения светового пера. **Световое перо невозможно использовать с обычными ЖК-мониторами.**

Дигитайзер (со световым пером) — Графический планшет (или дигитайзер, диджитайзер, от англ. digitizer) — это устройство для ввода рисунков от руки непосредственно в компьютер. Состоит из пера и плоского планшета, чувствительного к нажатию или близости пера.

Основные пользовательские характеристики:

- **Рабочая площадь** - Рабочая площадь обычно приравнивается к одному из стандартных бумажных форматов (A7-A0). Стоимость приблизительно пропорциональна площади планшета. На больших планшетах работать удобнее.

- **Разрешение** — Разрешением планшета называется шаг считывания информации. Разрешение измеряется числом точек на дюйм (англ. dots per inch, dpi). Типичные значения разрешения для современных планшетов составляет несколько тысяч dpi.

- **Число степеней свободы** - Количество степеней свободы описывает число квазинепрерывных характеристик взаимного положения планшета и пера. Минимальное число степеней свободы — 2 (X и Y положения проекции чувствительного центра пера), дополнительные степени свободы могут включать давление, наклон пера относительно плоскости планшета.

Тачпад (англ. touchpad — сенсорная площадка), сенсорная панель — указательное устройство ввода, применяемое, чаще всего, в ноутбуках.

Принцип работы. Работа тачпадов основана на измерении ёмкости пальца или измерении ёмкости между сенсорами. Ёмкостные сенсоры расположены вдоль вертикальной и горизонтальной осей тачпада, что позволяет определить положение пальца с нужной точностью.

Поскольку работа устройства основана на измерении ёмкости, тачпад не будет работать, если водить по нему каким-либо непроводящим предметом, например, основанием карандаша. В случае использования проводящих предметов тачпад будет работать только при достаточной площади соприкосновения. (Попробуйте касаться тачпада пальцем лишь чуть-чуть). Влажные пальцы затрудняют работу тачпада.

Сенсорный экран - предназначен для управления устройствами с помощью простого прикосновения к экрану. Сенсорные экраны зарекомендовали себя как наиболее удобный способ взаимодействия человека с машиной. Применение сенсорных экранов имеет ряд преимуществ, недоступных при использовании любых других устройств ввода: повышенную надёжность,

устойчивость к жёстким внешним воздействиям (включая вандализм), интуитивно понятный интерфейс.

Сенсорные экраны используются в платежных терминалах, информационных киосках, оборудовании для автоматизации торговли, карманных компьютерах, операторских панелях в промышленности.

Принцип работы. Сенсорный экран представляет собой стеклянную конструкцию, размещаемую на поверхности дисплея, отображающего систему навигации. Выбор необходимой функции системы происходит при прикосновении к соответствующему изображению на экране. Контроллер сенсорного экрана обрабатывает координаты точки прикосновения и передает их в компьютер. Специальное программное обеспечение запускает выбранную функцию.

Принтер

Назначение. Печатающее устройство для получения «твёрдой» копии документа.

Современные принтеры позволяют печатать на различной бумаге, на конвертах, специальных этикетках и ярлыках, особой полиграфической плёнке, ткани. Печать может быть как однотонной, так и цветной.

Принцип работы. Все печатающие устройства подразделяются:

по способу формирования изображений: на построчные, точечно-матричные, страничные;

по принципу работы: на ударные, игольчатые (ударно-матричные), струйные, лазерные, термографические.

Струйные принтеры чрезвычайно надёжны и весьма неприхотливы к качеству бумаги. Их производительность заметно выше, чем у матричных принтеров. Работают они настолько бесшумно, что фирма Canon в маркетинге своих струйных принтеров даже пользуется рекламным девизом «The Sound of Silence» — «звучание тишины».

Лазерные принтеры работают очень тихо и значительно быстрее игольчатых и струйных принтеров и дают отпечатки замечательного качества — очень чёткие, контрастные. Благодаря такому качеству печати, страницы, отпечатанные на лазерном принтере, могут служить полиграфическим макетом для изготовления печатных форм.

Цветные лазерные принтеры пока не идеальны. Для получения цветного изображения с качеством, близким к фотографическому, используются термографические принтеры или, как их еще называют, цветные принтеры высокого класса. Основу печати составляет нагрев красителя и перенос его на бумагу в жидкой или газообразной форме.

Основные пользовательские характеристики

Разрешающая способность — число точек на дюйм (измеряется в dpi) или, для игольчатых принтеров, число символов на дюйм (spi). Например, разрешение 600 dpi означает, что точка может быть помещена в любую из 600 позиций в пределах одного дюйма. При этом нельзя забывать, что разрешение зависит от качества бумаги;

Скорость печати определяется двумя факторами — временем механической протяжки бумаги и скоростью обработки поступающих данных. Для матричных и струйных принтеров измеряется в знаках в секунду — cps (characters per second), для струйных и лазерных — в страницах в минуту.

Объём памяти. Принтеры, как правило, оборудованы процессором и внутренней памятью (буфером), которые принимают и обрабатывают данные. Действует правило: чем больше памяти, тем лучше;

Сроки службы печатающей головки, картриджа, барабана определяются в документации к конкретной модели принтера.

В построчных принтерах на печатающей планке формируется сразу вся строка. Каждый символ строки выбирается из готовых литер, которые запрессованы или отлиты на специальных пластинках (как в пишущих машинках).

В точечно-матричных устройствах печать осуществляется при помощи особой печатающей головки, которая имеет либо несколько игл (обычно 9 или 24) либо сопла для чернил. Головка передвигается горизонтально над бумагой и отдельные иглы или сопла, подчиняясь командам компьютера, наносят на поверхность листа краску (либо, ударяя по носителю через красящую ленту, либо «выстреливая» из сопла капельку чернил).

К страничным устройствам печати относятся в основном лазерные принтеры. Сначала они формируют образ полной страницы в своей памяти (именно поэтому им нужно так много памяти: от 0,5 Мб до десятков мегабайтов при цветной печати).

Изображение в лазерном принтере создается лазерным лучом на светочувствительном барабане внутри принтера. Там, где луч засвечивает поверхность барабана, возникает сильный электрический заряд и в результате электростатического взаимодействия в это место притягиваются пылинки сухой краски — тонера. При прокатывании листа бумаги вдоль барабана рисунок переносится на бумагу, а затем фиксируется за счёт нагрева или давления. В некоторых моделях принтеров вместо лазера с успехом используются светодиоды, однако все принтеры, устроенные по такому принципу, принято называть лазерными.

Плоттер или графопостроитель

Назначение. Плоттер является устройством вывода, которое применяется только в специальных областях. Он предназначен для вывода таких графических материалов, как чертежи, графики, схемы, диаграммы, входящие в комплект конструкторской или технологической документации. Принцип работы. Пишущий узел имеет несколько штифтов для закрепления специальных фломастеров. Штифты могут подниматься над бумагой (линия не рисуется) или опускаться для рисования. Узел перемещается вдоль бумаги по специальным направляющим. Плоттеры бывают планшетными и рулонными. В планшетных плоттерах пишущий узел перемещается (в плоскости) над неподвижной бумагой. Например, если необходимо провести линию, то печатающий узел перемещается

в ее начальную точку, опускается штифт с пером, соответствующим толщине и цвету проводимой линии, и затем перо перемещается до конечной точки линии.

В рулонных (барабанных) плоттерах лист бумаги перемещается (в одном из направлений) с помощью роликовых прижимов, а пишущий узел перемещается не в плоскости, а по одной линии (в направлении, перпендикулярном к перемещению бумаги). Такие плоттеры могут создавать длинные (до нескольких метров) рисунки и чертежи. Большинство плоттеров имеют пишущий узел перьевого типа, в котором используются специальные фломастеры. Кроме них могут применяться чернильные, шариковые «перья», рапидографы и др.