

«Архитектура аппаратных средств»

Автор: Леонтьев Д.А.

denis.leontev92@yandex.ru

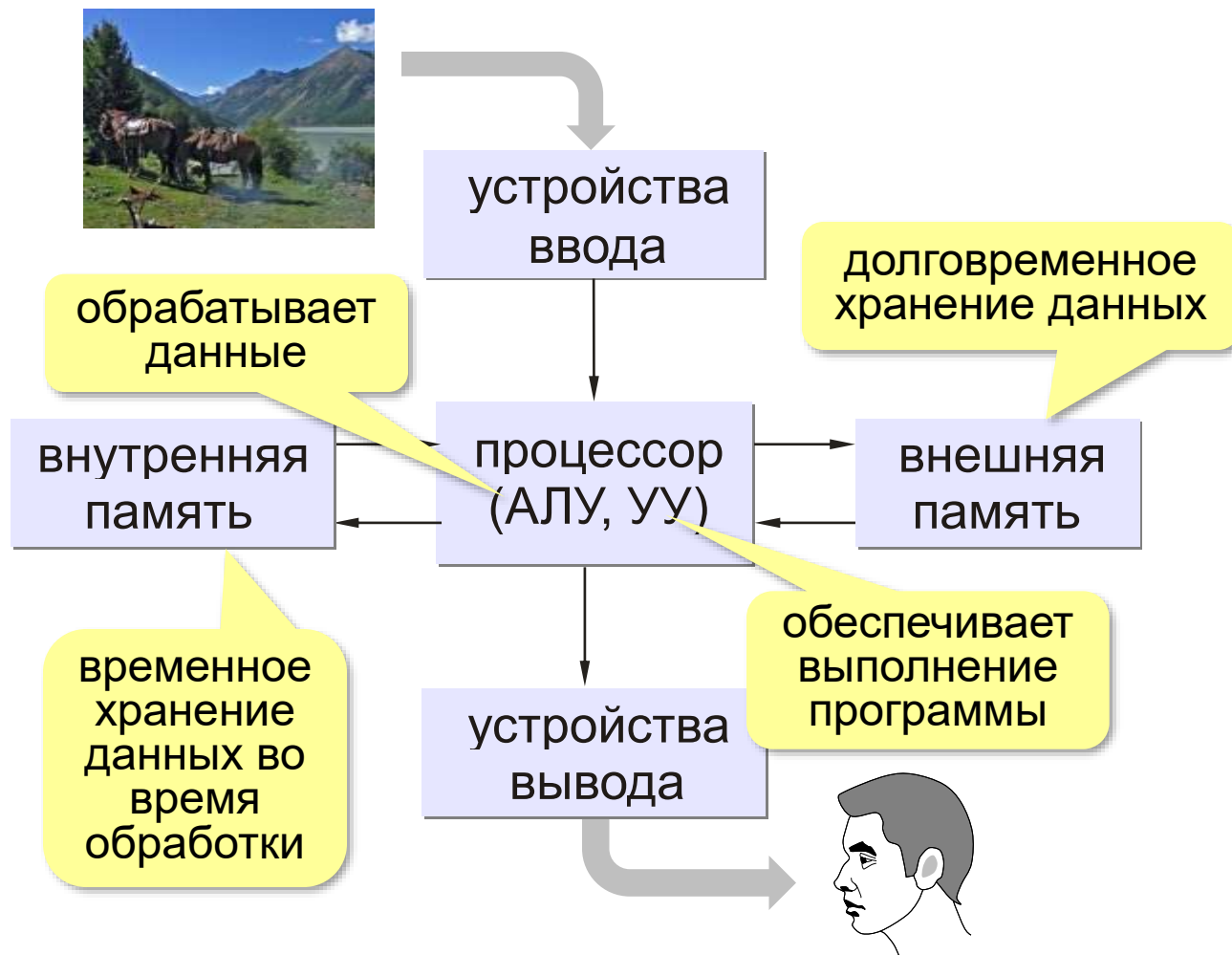
Лекция №2. Базовые принципы работы ЭВМ: архитектура фон Неймана и назначение ключевых аппаратных компонентов

Принципы устройства компьютеров

А. Беркс, Г. Голдстайн и Дж. фон Нейман:
«Предварительное рассмотрение логической конструкции электронного вычислительного устройства» (1946)

- состав основных компонентов вычислительной машины;
- принцип двоичного кодирования;
- принцип адресности памяти;
- принцип иерархической (многоуровневой) организации памяти;
- принцип хранимой программы;
- принцип программного управления.

Архитектура фон Неймана



Джон фон Нейман
(1903-1957)

Принцип двоичного кодирования

Все данные хранятся в двоичном коде.

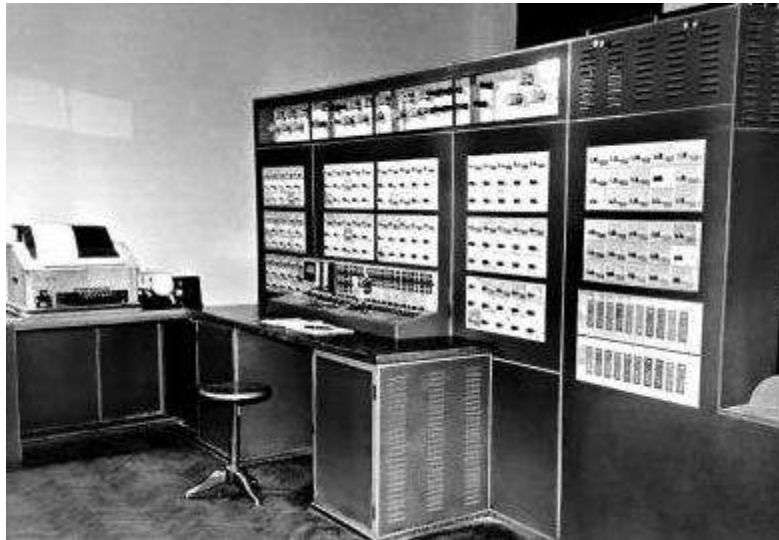


100101010100...



проще устройства для хранения и обработки данных

Троичная ЭВМ «Сетунь» (1959)



Н.П. Брусенцов

Принцип адресности памяти

- оперативная память состоит из отдельных битов
- группы соседних битов объединяются в ячейки
- каждая ячейка имеет свой адрес (номер)
- нумерация ячеек начинается с нуля
- за один раз можно прочитать или записать только целую ячейку

- размеры ячеек:
у первых ЭВМ – 36, 48, 60 битов
сейчас – **8 битов**

Первые ЭВМ (I и II поколения)

200	
201	
202	числа
203	
204	
205	

III и IV поколения

	200	201	202	203
200				
204				
205				
206				
207				
208				
	208	209	20A	20B

символы числа

Память с произвольным доступом

RAM = *Random Access Memory*

чтение данных из ячеек и запись в них в произвольном порядке

- **ОЗУ** – оперативное запоминающее устройство (оперативная память)
- **ПЗУ** – постоянное запоминающее устройство

ROM = *Read Only Memory*

- содержит программное обеспечение для загрузки и тестирования компьютера
- запись запрещена

Иерархическая организация памяти

Требования к памяти:

- большой объём
- высокая скорость доступа



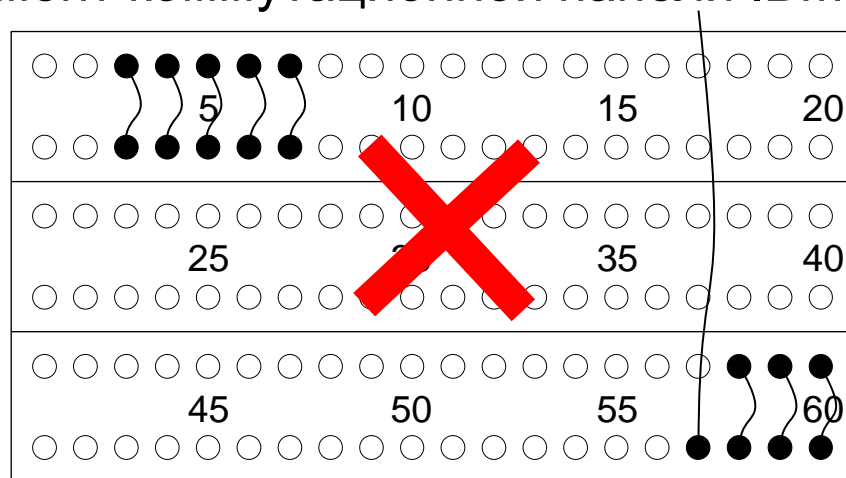
Эти требования противоречивы!

Использование несколько уровней памяти:

- **внутренняя** память (небольшой объём, высокое быстродействие)
- **внешняя память** (большой объём, низкое быстродействие)

Принцип хранимой программы

Фрагмент коммутационной панели IBM-557



Код программы хранится в ПЗУ или во внешней памяти и загружается в ОЗУ для решения задач.



Программа хранится в единой памяти вместе с данными!

В гарвардской архитектуре есть отдельные области памяти для программ и данных!

Принцип программного управления

- программа – это набор команд
- команды выполняются процессором автоматически в определённом порядке

Счётчик адреса команд – это регистр процессора, в котором хранится адрес следующей команды.

IP (*Instruction Pointer*) в процессорах *Intel*

Основной алгоритм работы процессора

- 1) выбрать команду
- 2) записать в счётчик команд адрес следующей команды
- 3) выполнить команду
- 4) перейти к п. 1

Начальный адрес может заноситься

- **вручную** (в первых ЭВМ)
- **из ПЗУ**, аппаратно (тестирование, потом передача управления загрузчику операционной системы)

Что такое архитектура?

Архитектура компьютера – это общие принципы построения конкретного семейства компьютеров (PDP, ЕС ЭВМ, Apple, IBM PC, ...).

- принципы построения системы команд и их кодирования
- форматы данных и особенности их машинного представления
- алгоритм выполнения команд программы
- способы доступа к памяти и внешним устройствам
- возможности изменения конфигурации оборудования

К архитектуре НЕ относятся особенности конкретного компьютера: набор микросхем, тип жёсткого диска, ёмкость памяти, тактовая частота и т.д.

Типы компьютеров

- настольные (*desktop*)



МОНОБЛОК

- переносные (ноутбуки)



- нетбуки (нет привода DVD)



- **планшетные**



- **смартфоны и карманные персональные компьютеры (КПК)**



- суперкомпьютеры

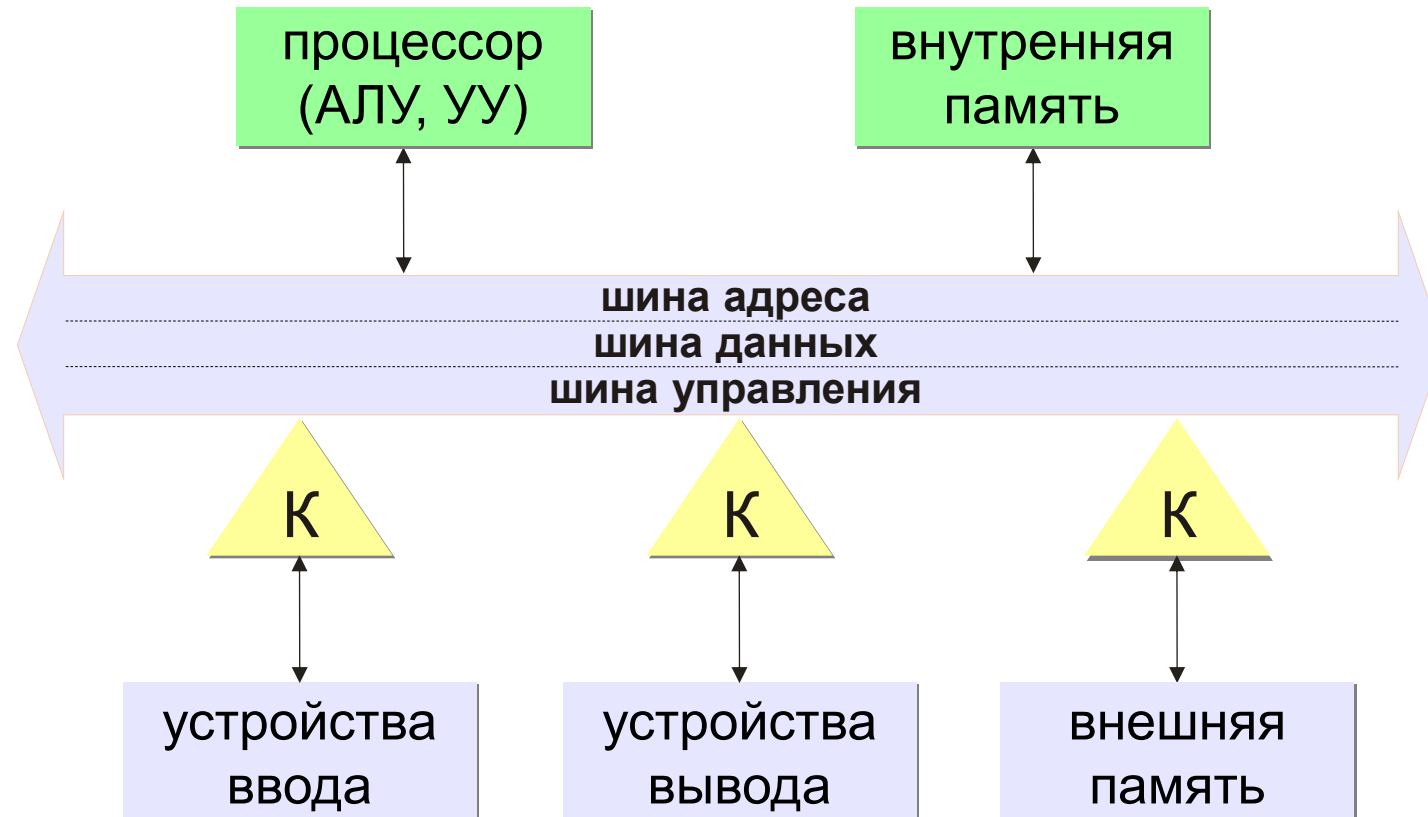


«Ломоносов»

Магистралльно-модульная организация компьютера

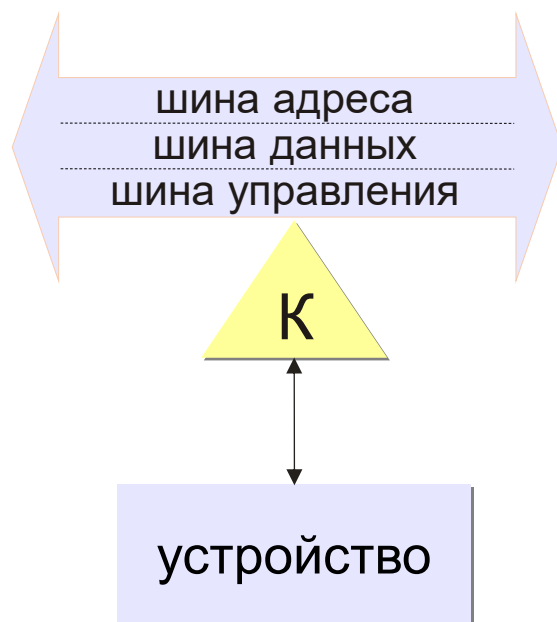
Взаимодействие устройств

Шина (или магистраль) – это группа линий связи для обмена данными между несколькими устройствами компьютера.



Контроллеры

Контроллер — это электронная схема для управления внешним устройством и простейшей предварительной обработки данных.



контроллер клавиатуры



контроллер диска



сетевая карта



видеокарта

Архитектура современных компьютеров

Магистрально-модульная архитектура: набор устройств (**модулей**) легко расширяется путём подключения к шине (**магистрали**).

Принцип открытой архитектуры (IBM):

- **спецификация** на шину (детальное описание всех параметров) опубликована
- производители могут выпускать **новые** совместимые устройства
- на материнской плате есть стандартные **разъёмы**
- нужны **драйвера** (программы управления) для каждого устройства

Обмен данными с внешними устройствами

Программно-управляемый обмен – все операции ввода и вывода предусмотрены в программе, их полностью выполняет процессор.



- простота
- не нужно дополнительное оборудование



- процессор долго ждёт медленные устройства



Идея: пусть устройство само сообщит, что данные готовы (или оно готово к приёму данных)!

Обмен данными с внешними устройствами

Обмен по прерываниям – внешнее устройство передаёт процессору запрос на обслуживание (*прерывание*).

- процессор прерывает выполнение программы и ...
- переходит на программу обработки прерывания и ...
- возвращается к прерванной программе

Контроллер прерываний – использует приоритет различных типов прерываний



■ процессор не ждёт устройства



■ всю работу выполняет процессор

Обмен данными с внешними устройствами

Прямой доступ к памяти (ПДП)

DMA = *Direct Memory Access*

обмен данными выполняет внешнее устройство по команде центрального процессора.

- процессор готовит обмен:
программирует **контроллер ПДП**
- **контроллер ПДП** пересылает данные



■ процессор загружен минимально



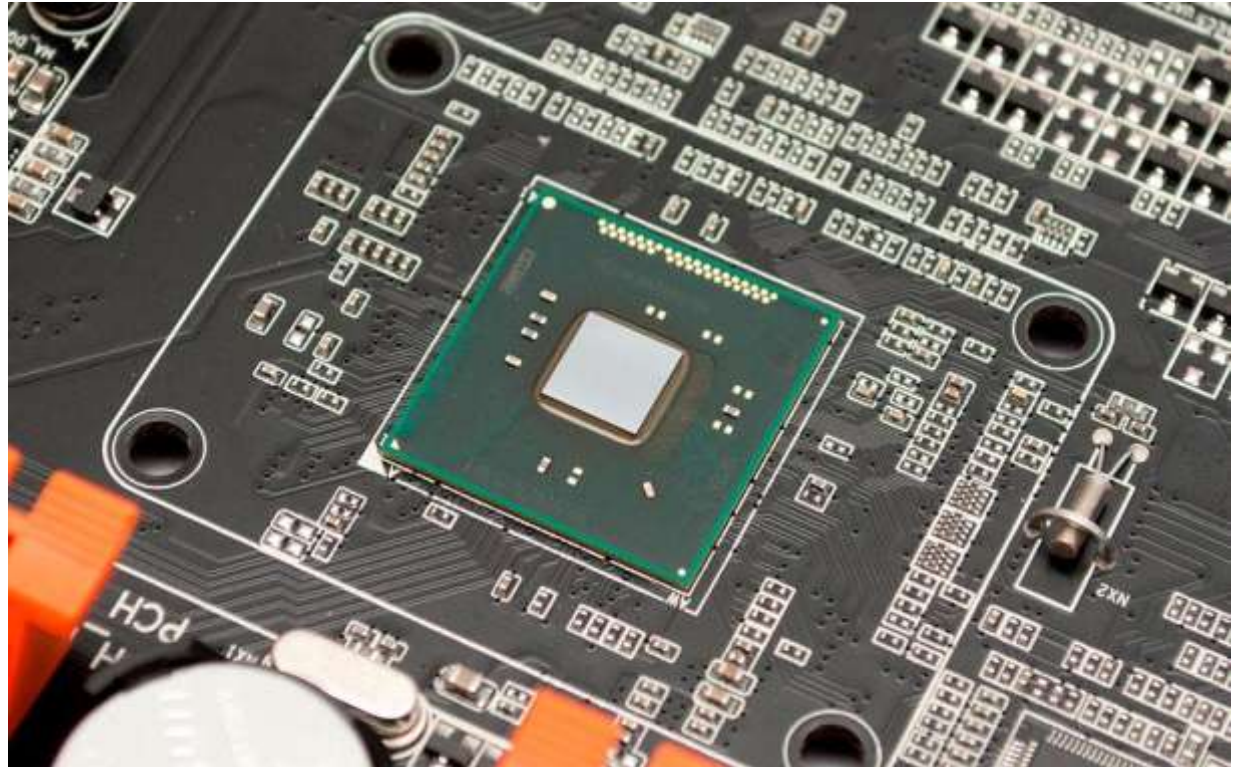
■ сложность (нужен контроллер ПДП)

Материнская плата

Материнская плата - печатная плата, представляющая собой основу конструкций различных электронных устройств. Основная её задача – объединить все компоненты ПК.



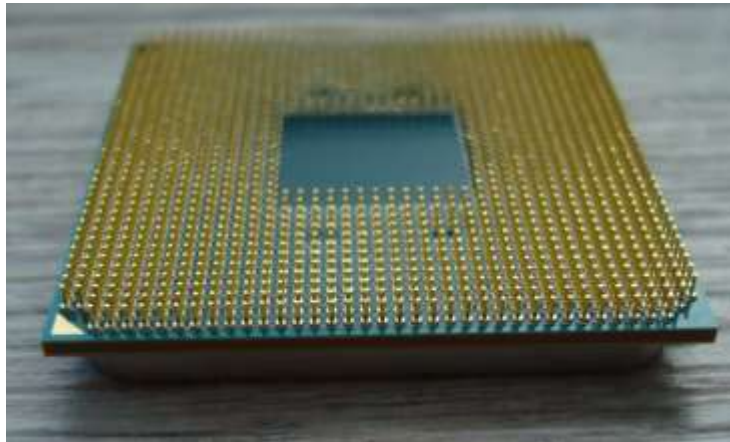
На материнской плате есть основная микросхема - чипсет, его еще называют системной логикой. От его модели зависит поддержка технологий, разных процессоров, а также функции самой материнской платы (разгон процессора, количество линий PCI-E и тому подобное).



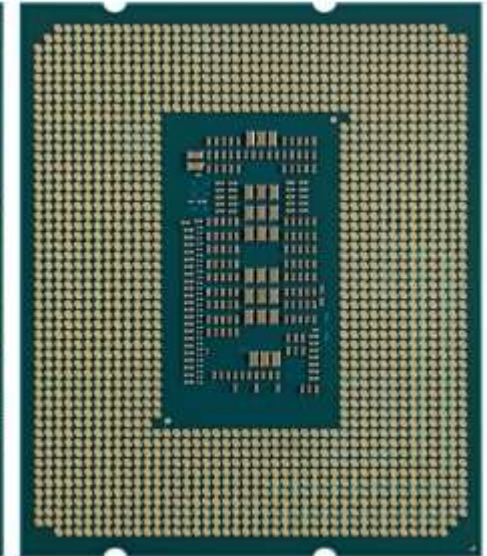
Процессор

Что такое процессор?

Процессор – это устройство, предназначенное для автоматического считывания команд программы, их расшифровки и выполнения.



Процессоры от AMD



Процессоры от Intel

- **АЛУ** = арифметико-логическое устройство, выполняет обработку данных
- **УУ** = устройство управления, которое управляет выполнением программы и обеспечивает согласованную работу всех узлов компьютера



кулер



Водяное охлаждение

Процессор — это сложная электрическая схема, собранная в маленьком устройстве. Во время работы процессор выделяет большое количество тепла, поэтому на него устанавливают индивидуальное устройство охлаждения — кулер (или водяное охлаждение). Чем больше данных компьютер обрабатывает в одну секунду, тем сильнее он нагревается. Это называется «разгоном» процессора, при котором устройство может сломаться.

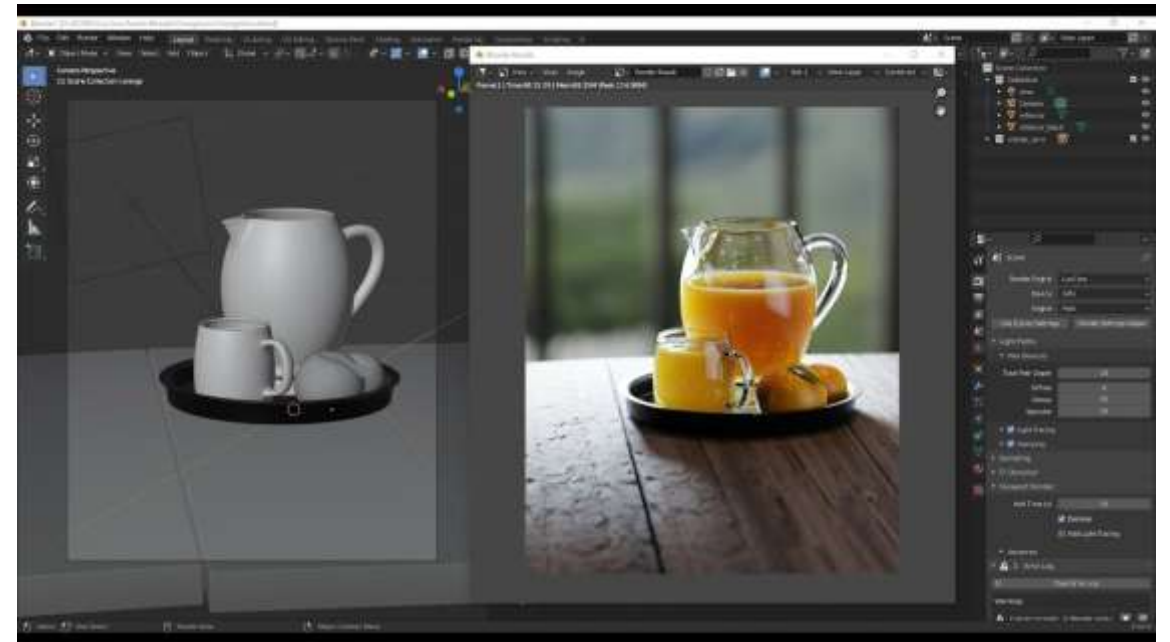
После работы с данными новую информацию необходимо сохранить или вывести в удобном для пользователя виде.

Видеокарта

Видеокарта вставляется в слот PCI-E на материнской плате, и ее задача - вывод изображения на экран монитора. Для этого у нее есть собственный видеопроцессор, собственная память и система охлаждения.



Видеокарта занимается не только выводом изображения, но и обработкой некоторых вычислений. Для обычного пользователя это освещение, тени, сглаживание в играх, а для профессионалов - работа с фильтрами, рендеринг эффектов или изображений, расчет сложным многополигональных сцен.



Память

Что такое компьютерная память?

Память — это устройство компьютера, которое используется для записи, хранения и выдачи по запросу команд программы и данных.

- **внутренняя** или **основная** (для хранения программ и данных в момент решения задачи), ОЗУ и ПЗУ
- **внешняя** или **долговременная** (... на длительный срок)



SSD



Оперативная
память

Внутренняя память

RAM = *Random Access Memory*, обращение к ячейкам в любом порядке.

ОЗУ = оперативное запоминающее устройство

- 1) на электронно-лучевых трубках
- 2) на магнитных сердечниках

сейчас:

- 3) на триггерах (**статическая**):
регистры, кэш-память



- 4) на полупроводниковых конденсаторах (**динамическая**):

- большая ёмкость
- меньшая стоимость
- меньшее быстродействие
- потребляет больше электроэнергии



Внутренняя память – ПЗУ

ПЗУ = постоянное запоминающее устройство
первые: информация заносится только **на заводе**
затем **программируемые ПЗУ**
затем **перепрограммируемые ПЗУ** (флэш-память)

Минимальный набор программ:

- тестирование компьютера
- программа начальной загрузки
- программы для обмена данными с клавиатурой, монитором, принтером

В компьютерах IBM PC:

BIOS = *Basic Input/Output System*



Внешняя память

Внешняя память — часть памяти компьютера, которая используется для долговременного хранения программ и данных.

Устройства внешней памяти = **накопители**:

- на магнитных дисках
- на оптических дисках
- флэш-память

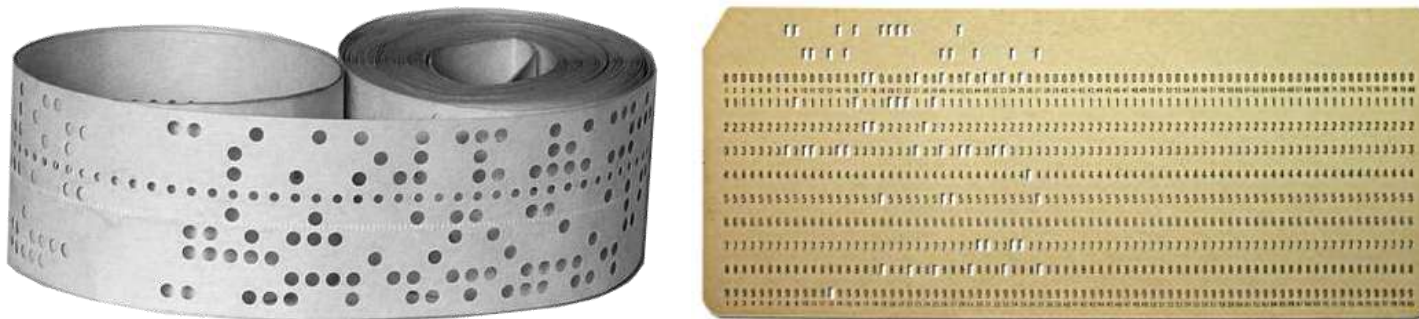


Внешняя память

- данные располагается **блоками** (на дисках – *сектора*)
- блок данных читается и пишется как единое **целое**; работать с частью блока невозможно
- прежде чем процессор сможет использовать программу или данные, их нужно **загрузить** из внешней памяти в ОЗУ
- обменом данными управляют **контроллеры**

Виды внешней памяти

- перфоленты, перфокарты



- магнитные ленты, магнитные диски



Файловые системы!

Виды внешней памяти

- оптические диски

CD (*Compact Disk*)



до 700 Мбайт

DVD (*Digital Versatile Disk*)



до 17,1 Гбайт

Blu-ray Disk



до 500 Гбайт

- флэш-память



флэш-карты



флэш-накопители



SSD
(*Solid State Drive*)

Периферийные устройства

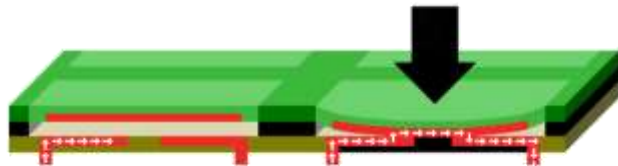
«Периферийные устройства (ПУ) — это аппаратные компоненты, подключаемые к системному блоку для расширения его функциональности по вводу, выводу и хранению данных»

Устройства ввода

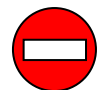
Устройством ввода называется устройство, которое: позволяет человеку отдавать компьютеру команды и/или выполняет первичное преобразование данных в форму, пригодную для хранения и обработки в компьютере.

Клавиатура

Мембранная



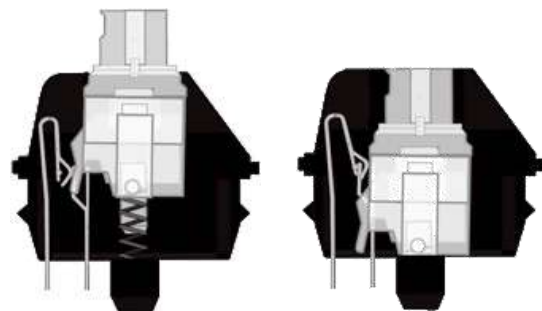
- простая и дешёвая



- недолговечна (1-10 млн нажатий)
- со временем свойства ухудшаются (залипание, нужны бóльшие усилия)



Механическая



- реакция быстрее
- 20-50 млн нажатий
- характеристики не меняются
- возможность индивидуальной замены клавиш



- дороже
- тяжелее

**Тактильная отдача (характер хода клавиш) — это
главное субъективное отличие для
пользователя.**

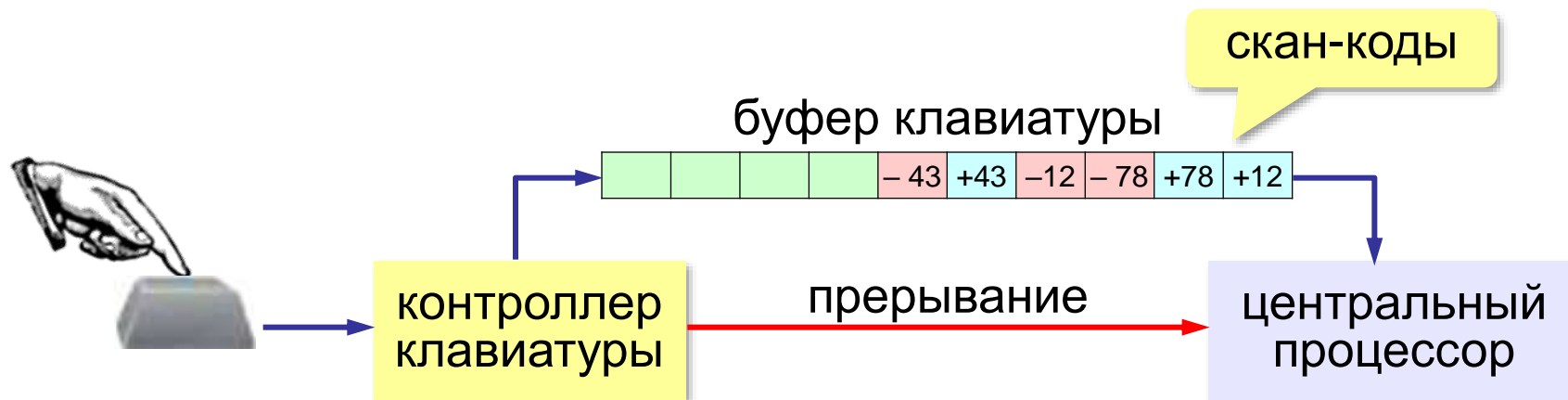
Низкопрофильные (Laptop-style)

мембранные или ножничные, компактные, тихие. Используются в ноутбуках и в качестве компактных клавиатур для ПК.



Контроллер клавиатуры

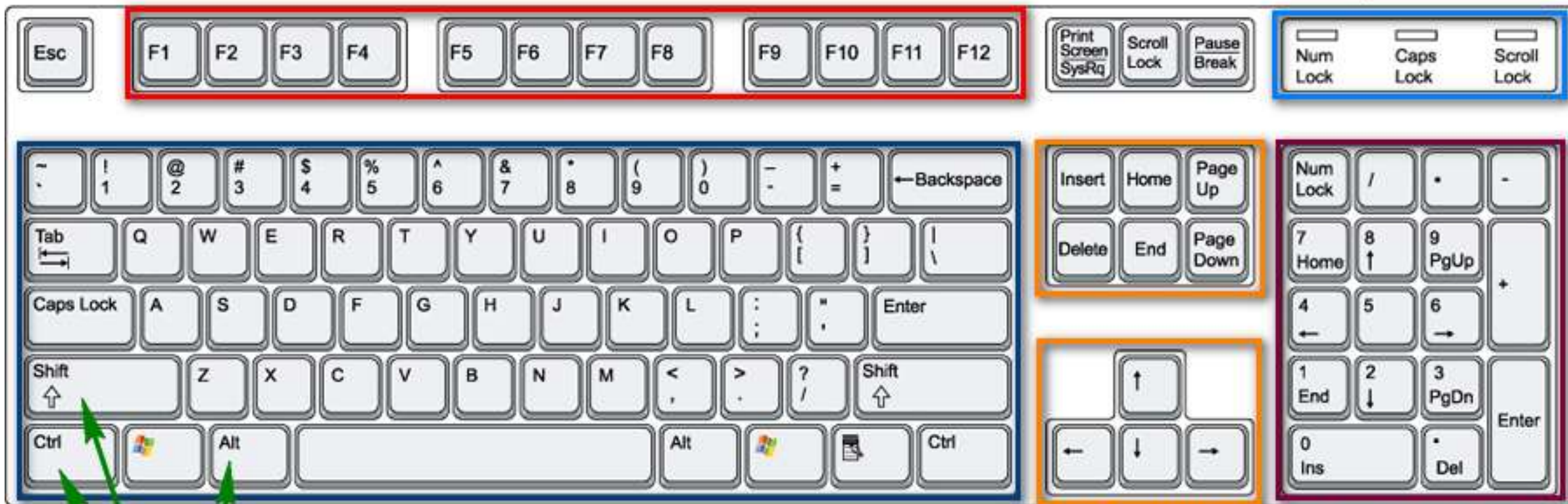
- **опрашивает** клавиши; фиксирует их нажатие или отпускание;
- **хранит *скан-коды*** нескольких последних нажатых или отпущенных клавиш;
- посылает требование **прерывания** центральному процессору, передаёт ему скан-коды;
- управляет **индикаторами** клавиатуры;
- диагностика **неисправностей** клавиатуры



Назначение клавиш клавиатуры

Функциональные клавиши F1 - F12

Индикаторы режимов



Клавиши-модификаторы

Символьные клавиши

Клавиши управления курсором

Дополнительная цифровая клавиатура

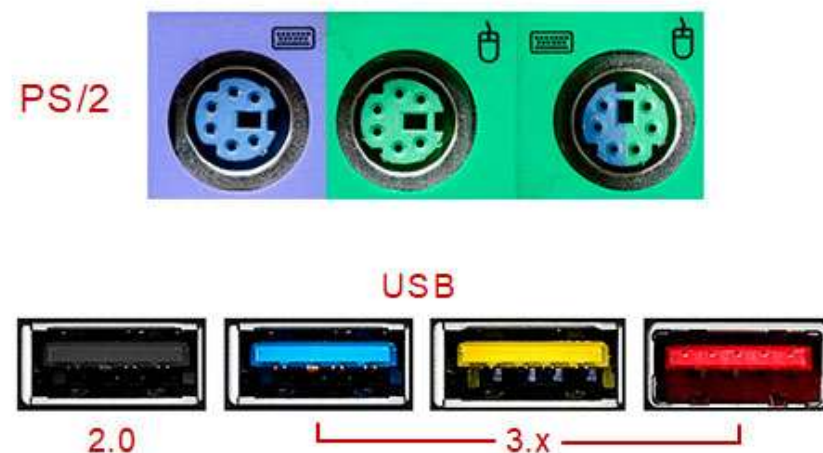
Интерфейсы подключения клавиатур и мышей

Разъемы для подключения клавиатуры. Клавиатуры выпускаются с кабелями, подключаемые к компьютеру с помощью одного из трех типов разъемов:

- 5-контактный *DIN*,
- 6-контактный *mini-DIN*, используемый в компьютерах *PS/2*.
- 4-контактный *USB* – в настоящее время самый распространенный интерфейс.

Для подключения мыши к системной плате также используется 6-контактный разъем **mini-DIN**, расположение и назначение выводов которого такое же, как и у разъема клавиатуры, но структура передаваемых данных другая. При подключении не к тому порту ни одно из устройств работать не будет.

При подключении через **USB** возможны проблемы с работой в различных средах, т. к. стандартная BIOS поддерживает только стандартную клавиатуру, подключенную к порту клавиатуры. Поэтому для полноценной работы клавиатуры необходима поддержка на уровне BIOS.

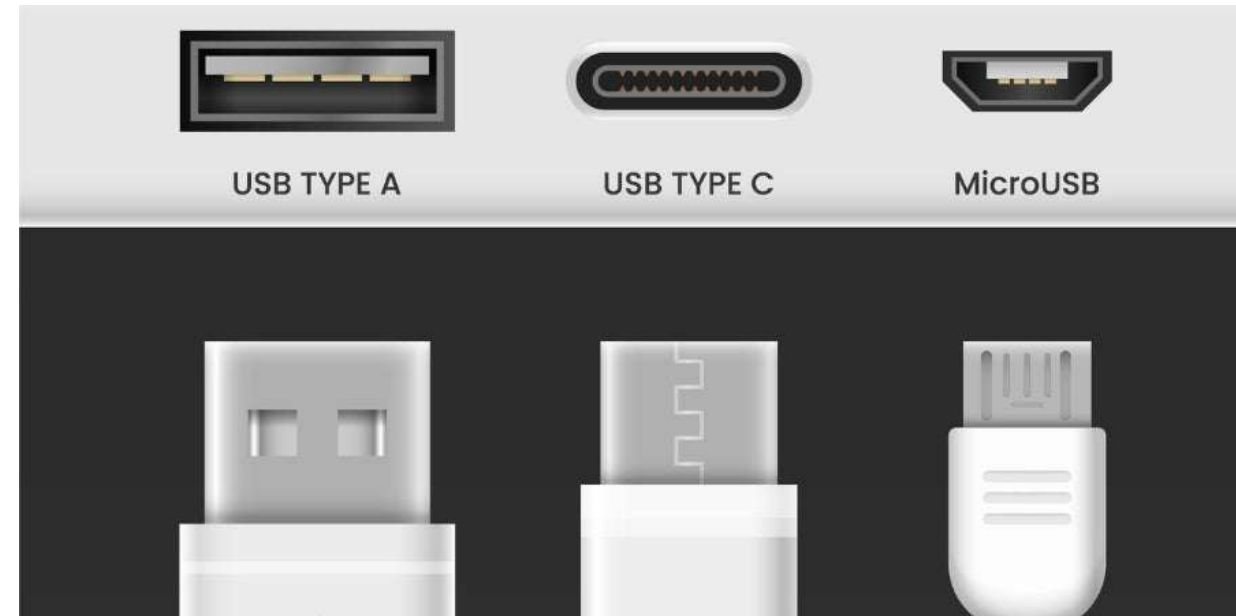


Интерфейсы подключения клавиатур и мышей

Современные и основные интерфейсы:

USB (Universal Serial Bus)

- Современный стандарт. Типы разъемов: USB-A, USB-C, Micro-USB (для беспроводных донглов).
- Главное преимущество: Поддержка горячего подключения (plug-and-play).
- Универсальность: Один порт для клавиатуры, мыши и любого другого периферийного устройства.



Современные и основные интерфейсы:

Беспроводные интерфейсы

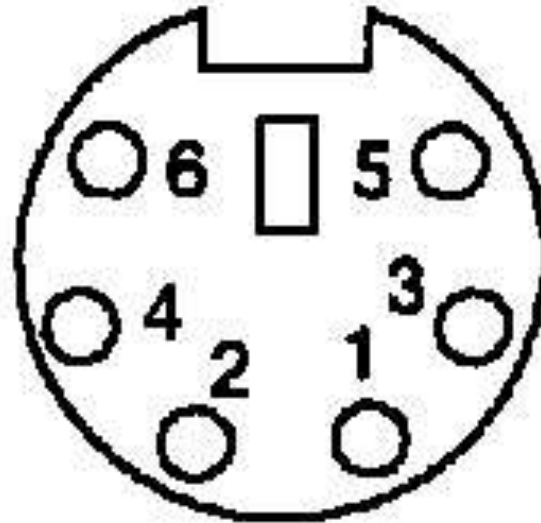
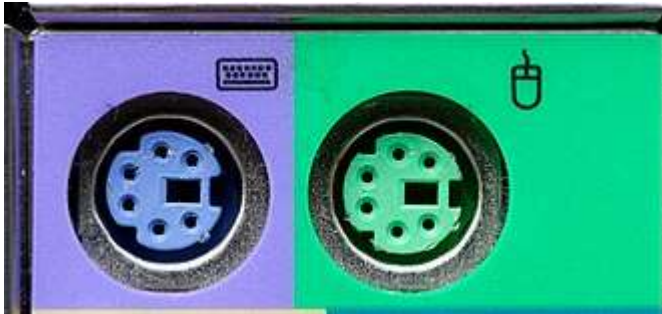
- **Radio Frequency (RF, 2.4 ГГц):** Поставляется с USB-адаптером. Низкая задержка, высокая стабильность соединения. Не требует сопряжения.
- **Bluetooth:** Не требует отдельного адаптера (если он встроен в ПК). Легкое переключение между устройствами (ПК, ноутбук, планшет). Может быть небольшая задержка.



Устаревшие интерфейсы (для справки)

PS/2 (mini-DIN 6-pin)

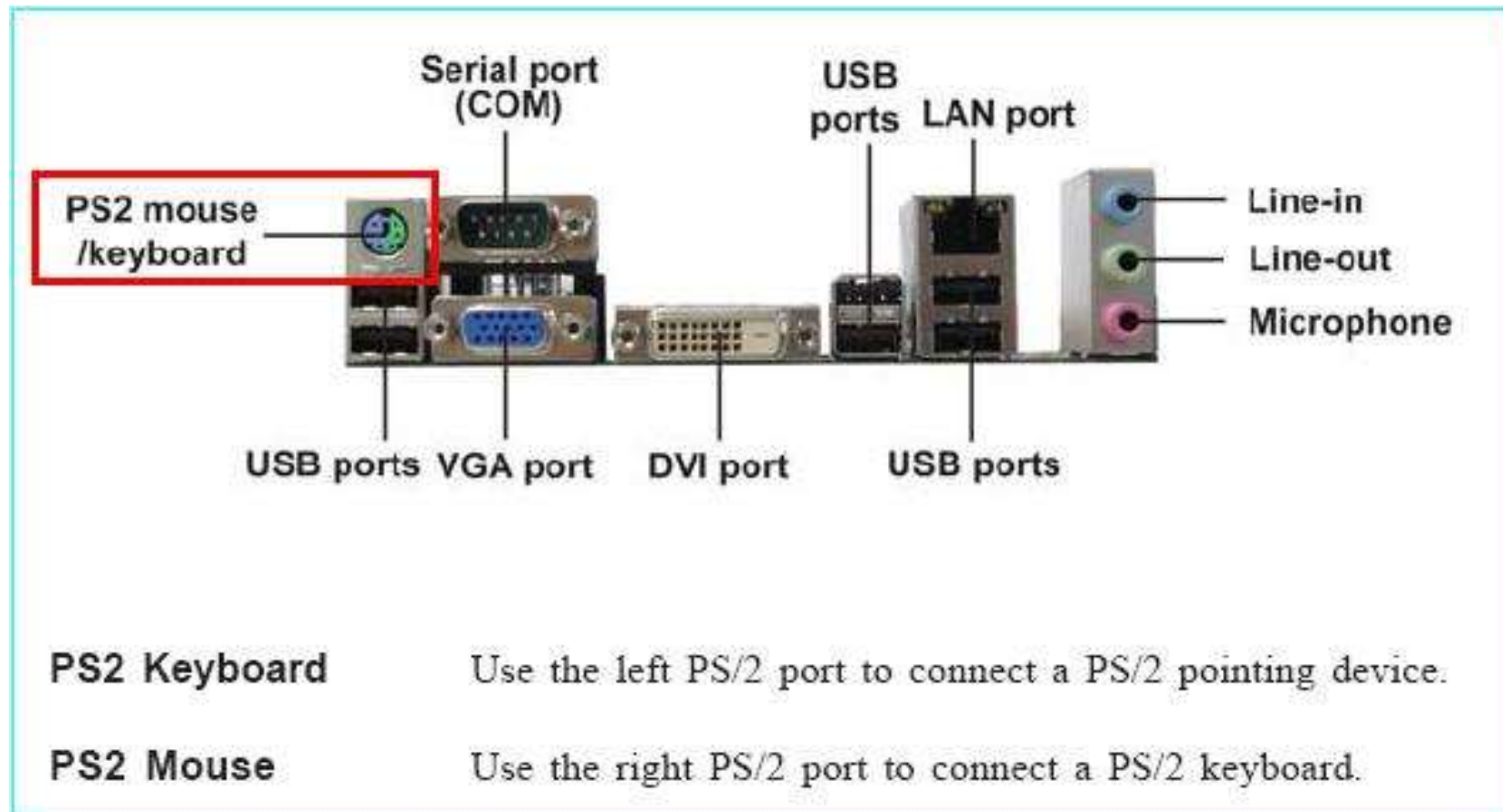
- Исторический стандарт. Цветовая маркировка: фиолетовый — клавиатура, зеленый — мышь.
- Особенность: Поддержка на уровне BIOS и в средах до загрузки



Pinout on Female Port

<i>Pin Number</i>	<i>Description</i>
1	Data
2	No Connection
3	Ground
4	+5V
5	Clock
6	No Connection

- ОС. Для современного hardware это утверждение уже часто неактуально, так как USB-клавиатуры поддерживаются всеми современными BIOS/UEFI.
- Важно: Требует перезагрузки системы для определения устройства. Не поддерживает горячее подключение.



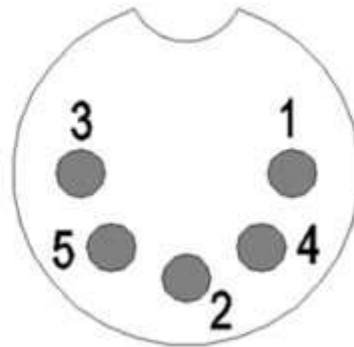
Устаревшие интерфейсы (для справки)

АТ (DIN 5-pin)

Раритетный разъем, использовавшийся в компьютерах стандарта АТ (до появления АТХ). Встречается исключительно в музеях и на очень старом оборудовании.

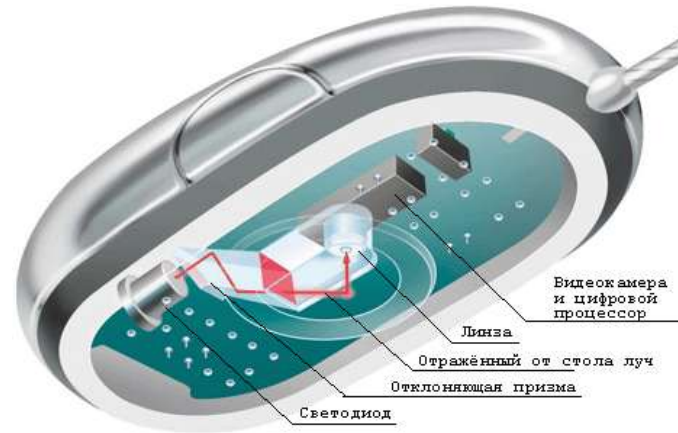


Pin 1	n.c.
Pin 2	Ground
Pin 3	Signal, positive
Pin 4	n.c.
Pin 5	Signal, negative



Манипуляторы

Мышь (оптическая)



Характеристики:

- разрешение $\approx 1000 \text{ dpi}$
- количество кадров в секунду (до 10000)
- размер кадра (16×16 , 32×32)



приемное устройство
(адаптер, USB)



Лазерные мыши:

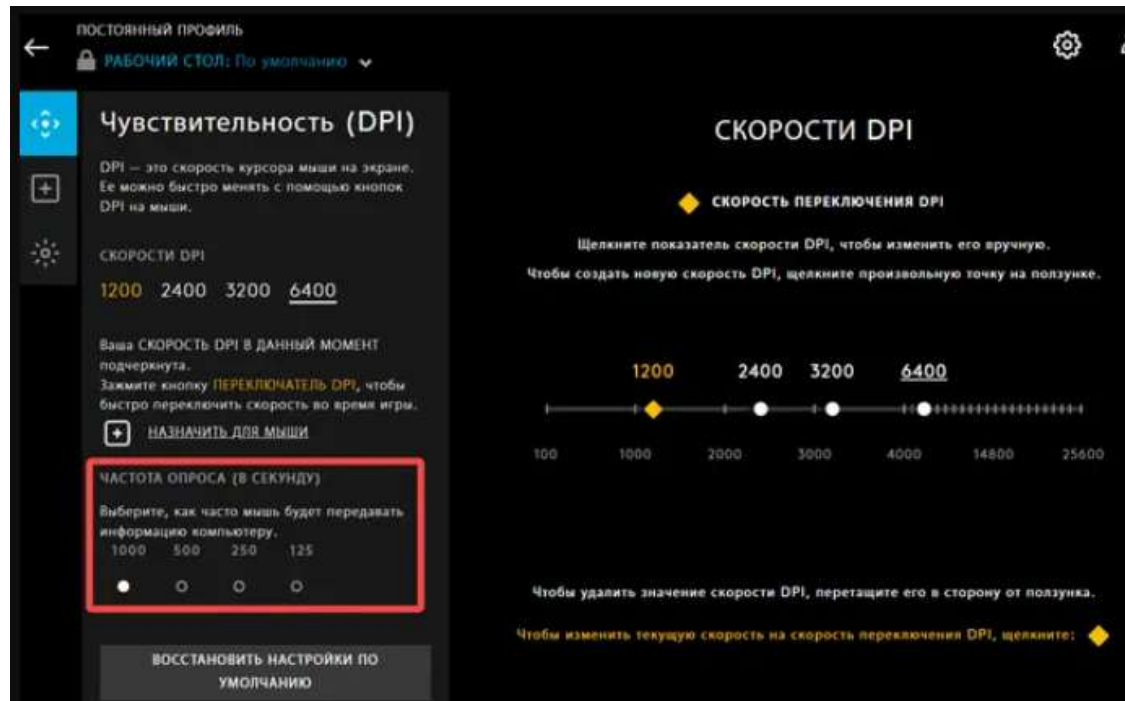
- подсветка лазером
- более контрастное изображение
- точность выше



Частота опроса (Polling Rate)

Частота опроса (Polling Rate) — измеряется в Герцах (Гц).

Показывает, как часто мышь отправляет данные о своем положении на компьютер (125 Гц = каждые 8 мс, 1000 Гц = каждые 1 мс). Высокая частота = плавнее курсор.



Манипуляторы

Трекбол



Сенсорная панель (тачпад)



мультикас – реакция на касание в нескольких местах одновременно

Трекпоинт



Джойстик



Игровые манипуляторы



Сканеры

Сканер – устройство для ввода изображений.

ручные



планшетные



барабанные

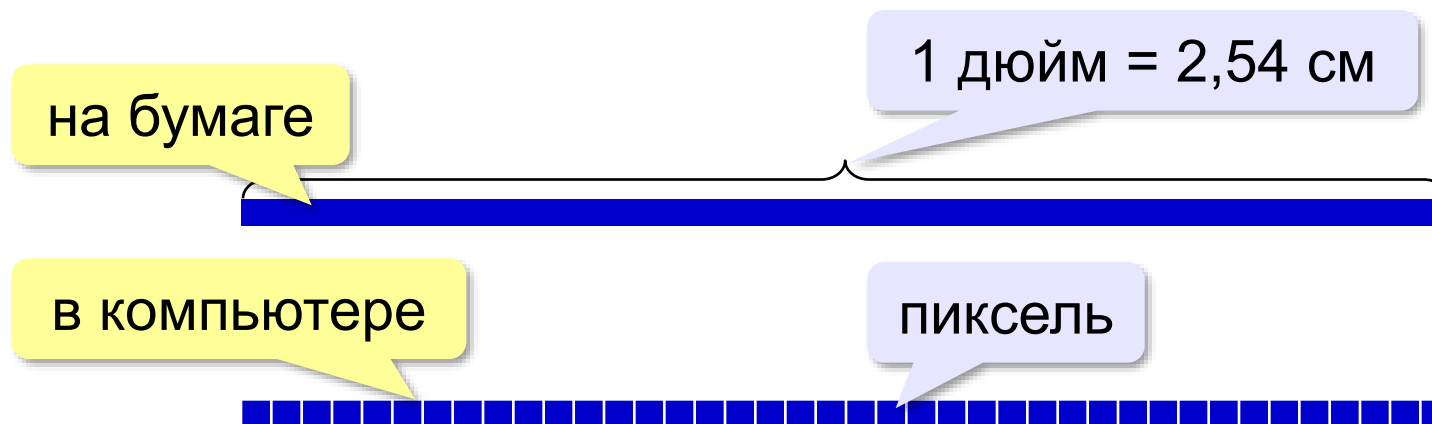


со слайд-модулем



рулонные





Разрешающая способность — это максимальное количество точек на единицу длины, которые способен различить сканер.

ppi = *pixels per inch*, пиксели на дюйм

150-300 ppi — низкое разрешение

300 ppi — сканирование любительских фото

до 5400 ppi — сканирование фотопленки

планшетные — до 5400 ppi рулонные — до 800 ppi

барабанные — до 14400 ppi

Ввод текста



Сканер вводит текст как изображение!

Для редактирования в текстовом редакторе, нужно **распознать символы** с помощью специальной программы (> 300 ppi!):

OCR = *Optical Character Recognition*, оптическое распознавание символов

ABBYY FineReader, CuneiForm

P.S. Современные смартфоны часто используют мобильные приложения с OCR для тех же целей, что и сканер.

Сканирование

	Разрешение, ppi
Сканирование в отраженном свете:	
иллюстрации для веб-страниц	75-150
сканирование текста без распознавания	150-200
сканирование текста для распознавания	300-400
цветное фото для печати на струйном принтере	200
цветное фото для типографской печати	не менее 300
Сканирование в проходящем свете:	
35-мм пленка, для веб-страниц	200-600
35-мм пленка, для печати на струйном принтере	600-2000

Устройства ввода

Микрофоны



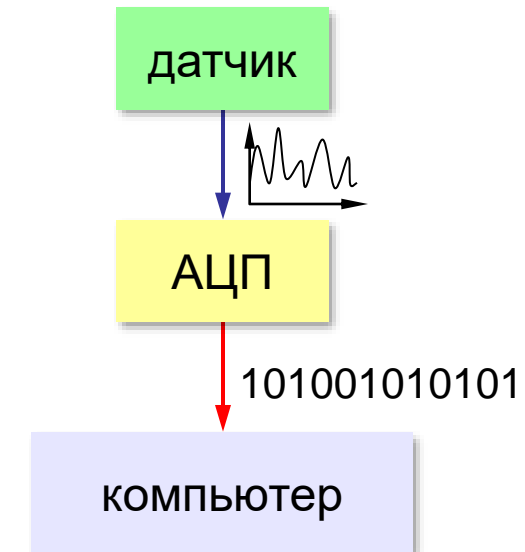
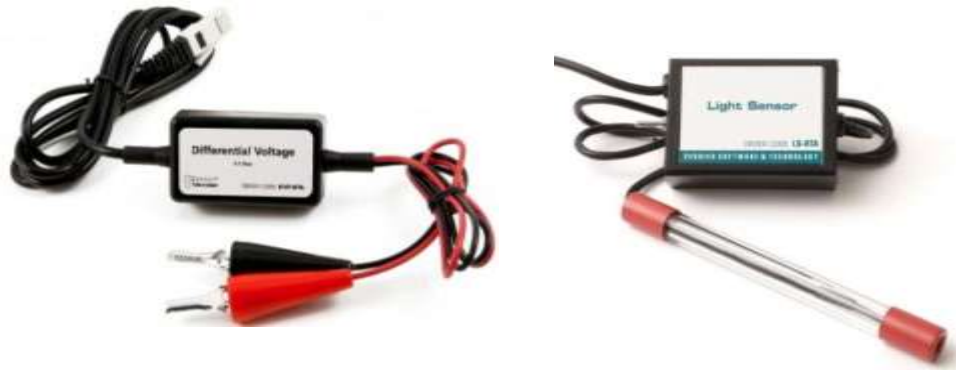
Веб-камера



Графический планшет



Датчики

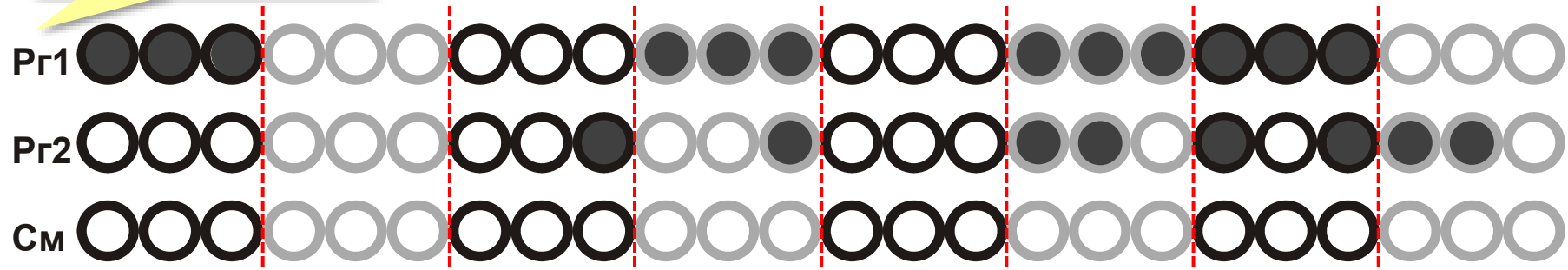


Устройства вывода

Устройства вывода — это устройства, которые представляют компьютерные данные в форме, доступной для восприятия человеком.

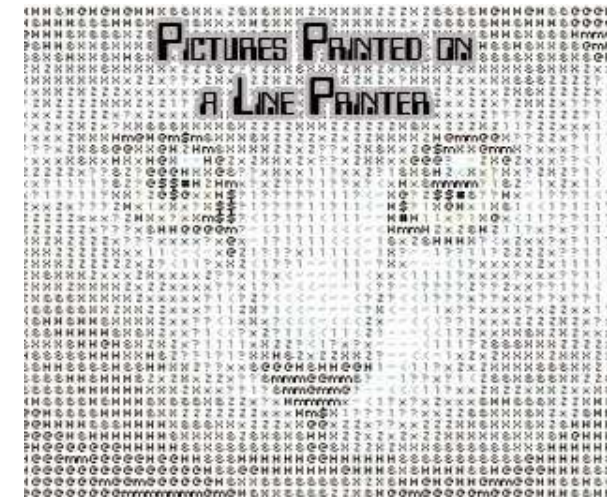
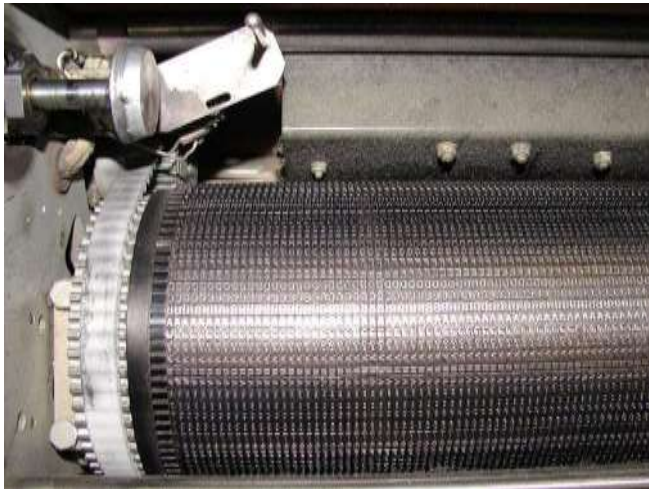
Первые устройства вывода

70070770₈

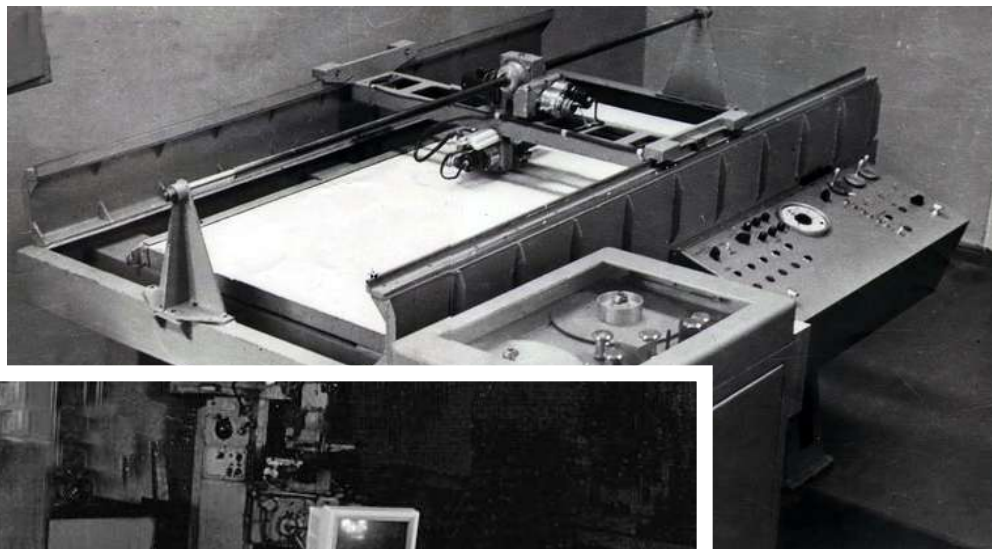
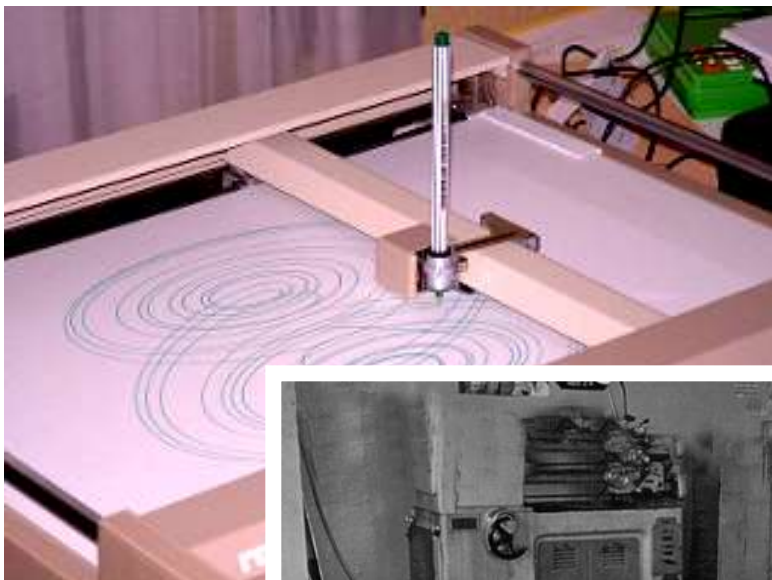


Pr2 = ?

АЦПУ = алфавитно-цифровые печатающие устройства



Плоттеры (графопостроители)



Мониторы

Монитор = дисплей + электронные схемы управления
жидкокристаллические (ЖК)

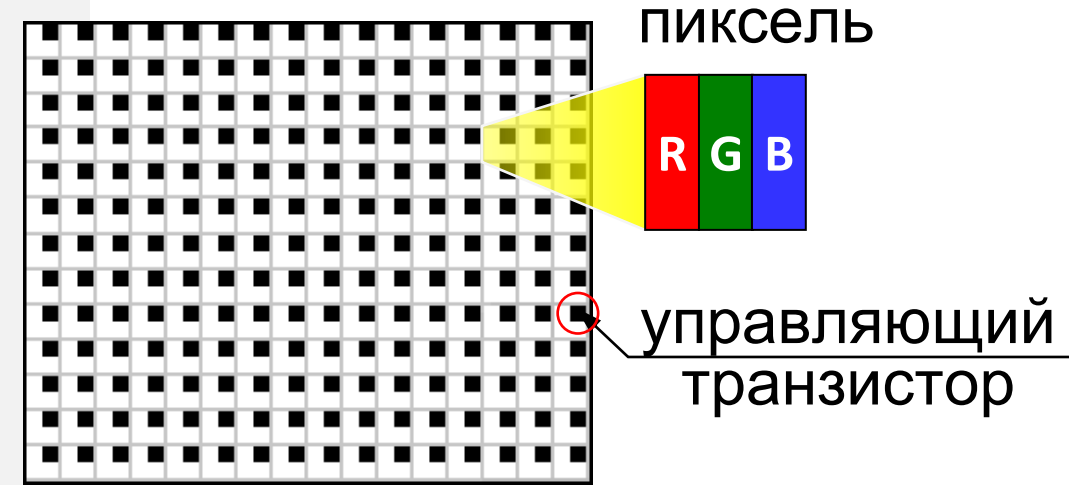
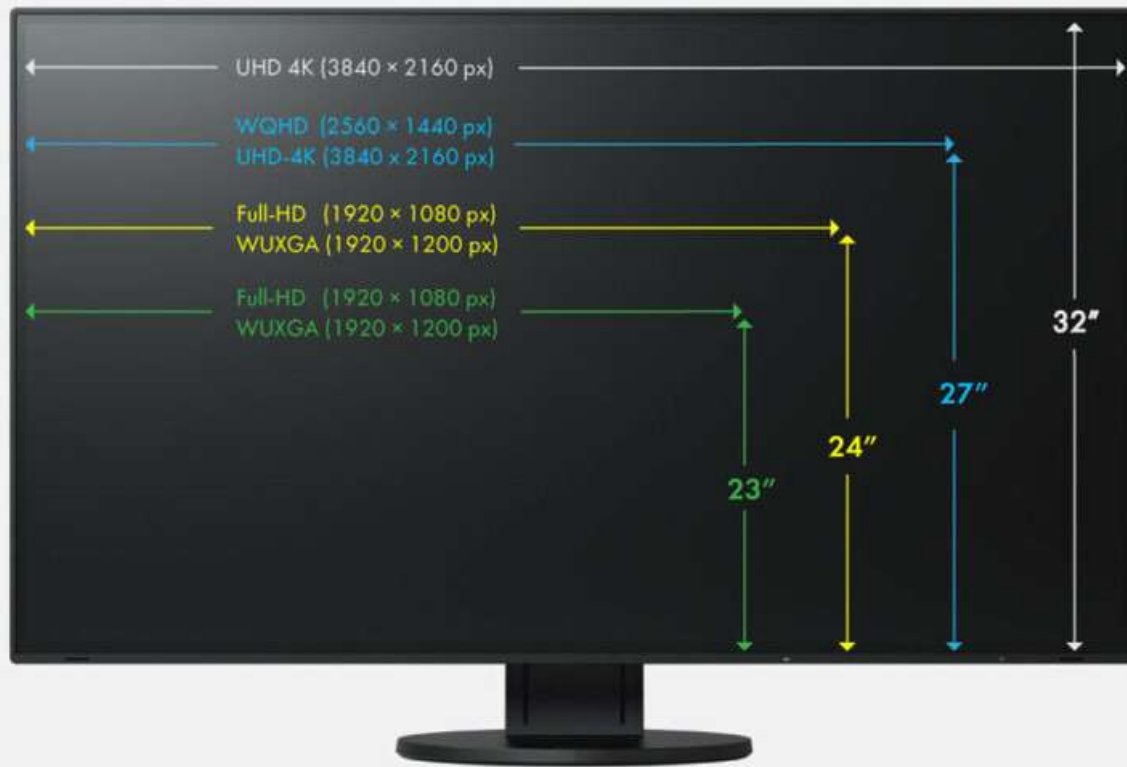


- очень малое излучение
- малые размеры и вес
- потребляют мало электроэнергии (40 Вт)
- нет искажений изображения

электронно-лучевые



- хуже цветопередача (чёрный цвет?)
- изображение зависит от угла зрения
- смазывание изображения
- «битые пиксели»
- только одно разрешение



Разрешение — это количество точек экрана по ширине и по высоте.

Соотношение сторон

Углы обзора

Время отклика

4:3, 5:4, 16:9, 21:9

160° ... 178°

0,5-2...8 мс

Типы	матрица IPS	матрица VA	TN матрица
Структура	<div> <div>Off(Black) On(White)</div> <div> </div> <div>Общий электрод</div> <div>Электрод пикселей</div> </div>	<div> <div>Off(Black) On(White)</div> <div> </div> <div>Общий электрод</div> <div>Электрод пикселей</div> </div>	<div> <div>Off(Black) On(White)</div> <div> </div> <div>Общий электрод</div> <div>Электрод пикселей</div> </div>
Пиксель			
Время отклика	12 МС ~ 20 мс (Г)	Вкл/выкл: 12 ms	Вкл/выкл: 5 мс
Коэффициент контрастности	высокое	3,000:1	высокое
Угол обзора	H/V: 178°	H/V: 178°	H/V: 170°
Плюсы	Широкий угол обзора	Высокий коэффициент контрастности	Быстрое время отклика
Минусы	Медленное время отклика	Углы обзора не такие широкие, как IPS	Узкий угол обзора
	IPS засветы	Медленнее время отклика	зависимость цветового баланса изображения от угла зрения

Колонки, наушники

Позволяют слушать звуки и музыку.



Принтеры

Принтер – устройство для вывода информации на бумагу или пленку.

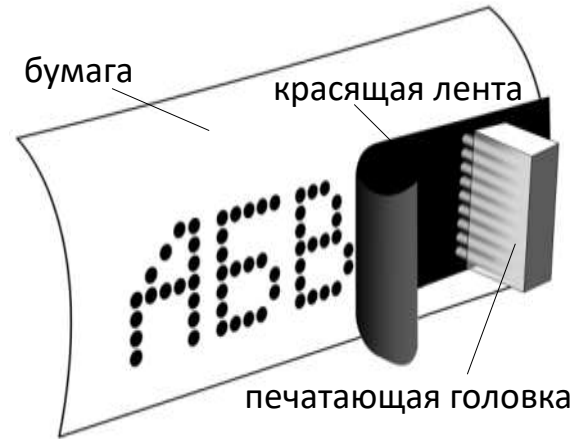
Разрешающая способность

dpi = *dots per inch*, точки на дюйм
обычно 300 – 600 dpi
1200 dpi (типографское качество)

Виды принтеров

- матричные (красящая лента)
- струйные (чернила)
- лазерные (порошок)
- сублимационные (красящая лента)

Матричные принтеры



Качество печати:

72...300 dpi

текст: до 337 символов в
минуту

графика: до 5 мин на
страницу!!!

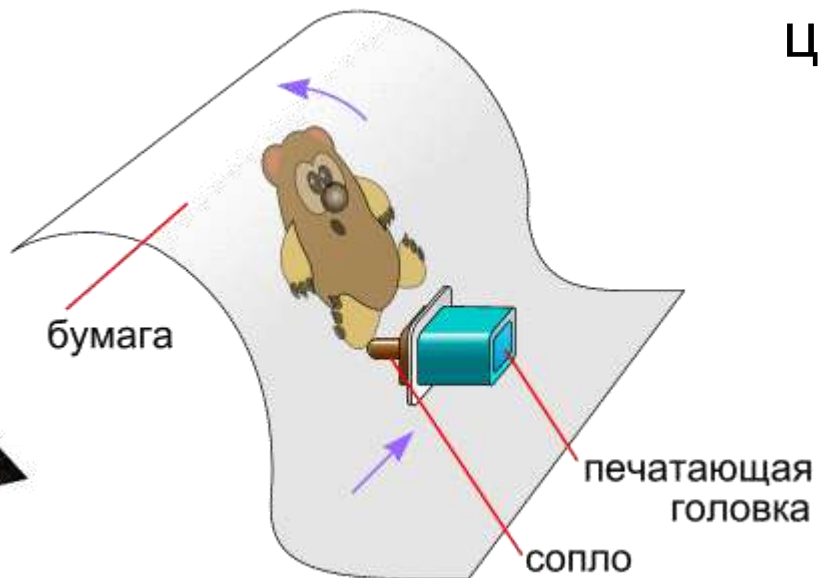


- дешевые принтеры и ленты
- нетребовательны к бумаге



- невысокое качество
- низкая скорость печати графики
- шумят
- черно-белые (почти все)

Струйные принтеры



цвет: CMYK

Cyan

Magenta

Yellow

Key color

Качество печати:

300...4800 dpi

ч/б: до 30 стр/мин

цвет: до 30 стр/мин

фото 10×15:

от 10 сек

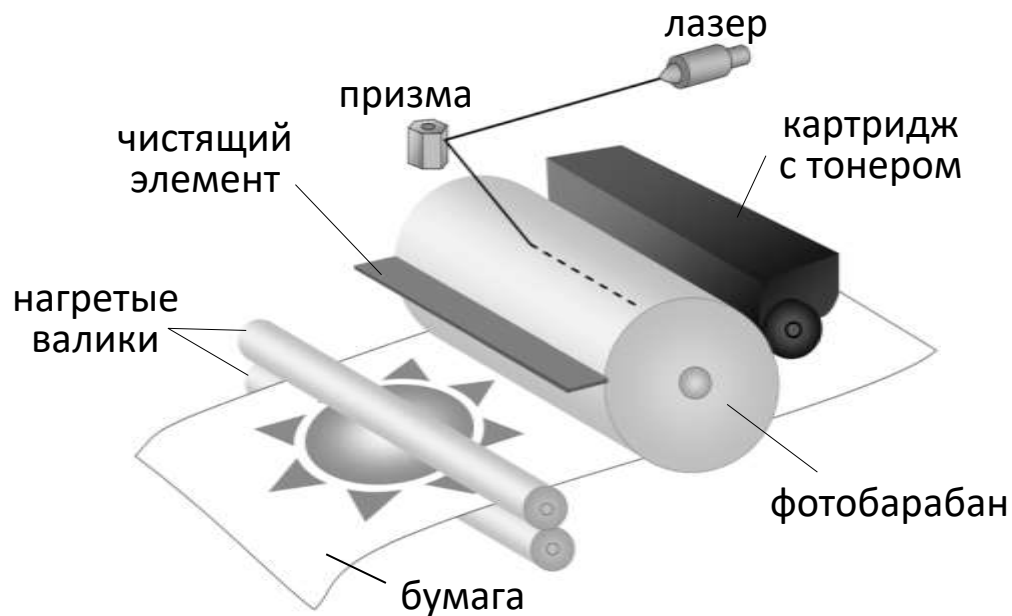


- относительно дешевые
- качественная печать
- мало шумят
- большинство – цветные



- требовательны к бумаге
- дорогие картриджи
- чернила расплываются от воды

Лазерные принтеры



Качество печати:
600...1200 dpi

ч/б: до 50 стр/мин

цвет: до 25 стр/мин



- становятся все дешевле
- очень качественная печать
- мало шумят
- есть цветные



- требовательны к бумаге
- дорогие катриджи
- потребляют много электроэнергии
- цветные дорогие

Сублимационные принтеры

Сублимация – быстрый переход вещества из твердого состояния в газообразное.



- твердые красители:

Сyan

Magenta

Yellow

- 256 оттенков каждого цвета, всего 16,7 млн. цветов
- печать при нагреве
- верхний защитный слой

качество печати:

300 dpi
(= 4800 dpi)

фото 10×15:

около 1 мин



- очень качественная печать фото
- не выцветает 100 лет
- печать прямо с фотоаппарата



- специальная бумага и пленки с красками

3D-принтеры

3D = *3-dimensions*, трёхмерный

3D-принтер — устройство, которое создает физический объект по слоям на основе его цифровой трёхмерной модели.



Проекторы

Проектор — оптический прибор, предназначенный для создания действительного изображения объектов на рассеивающей поверхности, служащей экраном.



Устройства ввода и вывода

Устройства ввода и вывода

Сенсорный экран

устройство ввода и вывода информации, представляющее собой экран, реагирующий на прикосновения к нему.



Типы сенсорных экранов по принципу действия

Резистивные

В устройство резистивного сенсорного монитора входит гибкая прозрачная полимерная мембрана, покрываемая изнутри резистивным (проводящим ток) веществом. Под мембрану монтируют стекло, также оснащенное электропроводящим слоем. Между ними равномерно расположен микроизолятор. Наружная поверхность покрывается слоем, защищающим ее от появления царапин.



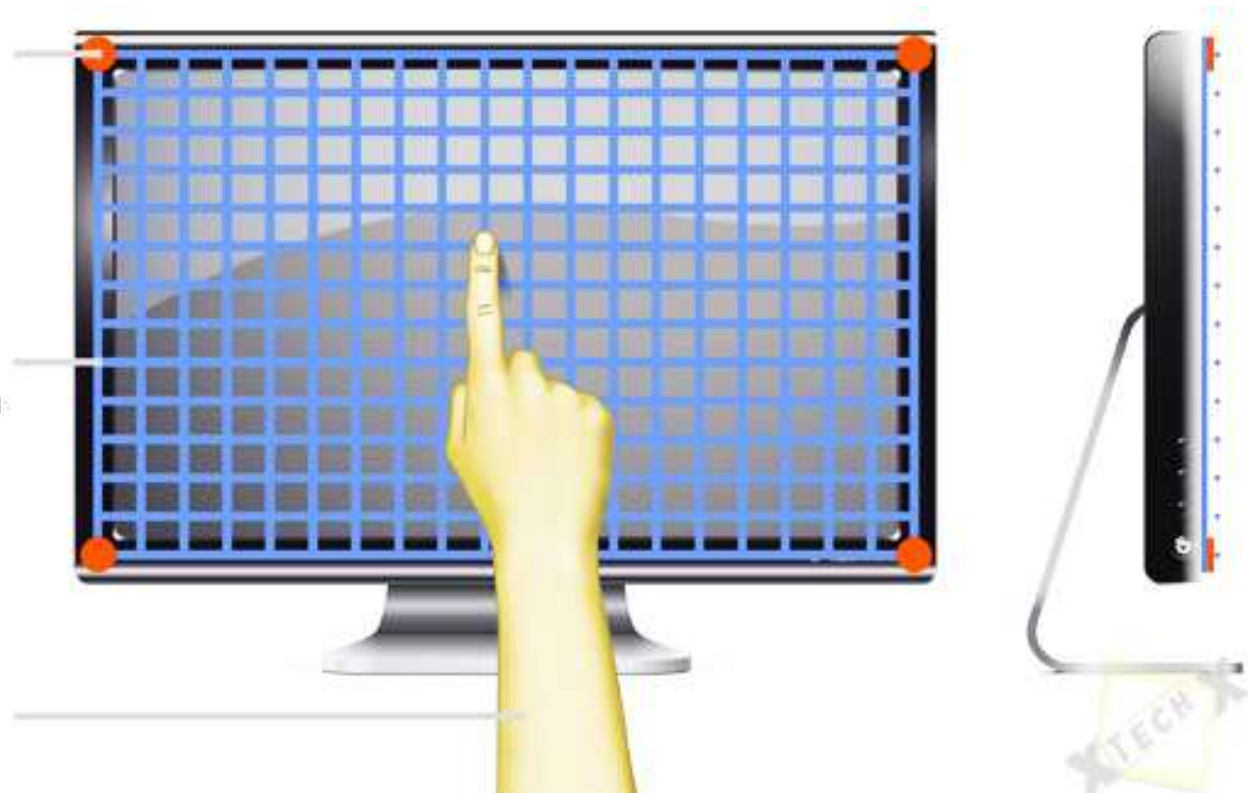
Ёмкостные

Ёмкостный сенсорный экран представляет собой стеклянную панель, покрытую прозрачным резистивным материалом (обычно применяется сплав оксида индия и оксида олова). Электроды, расположенные по углам экрана, подают на проводящий слой небольшое переменное напряжение (одинаковое для всех углов).

Напряжение подаётся постоянно

Практически невидимые электроды распределены под поверхностью защитного покрытия

Прикосновение пальцев регистрируется от силы тока утечки каждым датчиком



Мультитач

Сенсорный экран



мультитач – реакция на касание экрана в нескольких местах одновременно

Внешние накопители (HDD, SSD)

Портативные устройства, которые подключаются к компьютеру, ноутбуку или другому цифровому устройству для хранения, переноса и резервного копирования данных. Они представлены различными типами, такими как внешние жёсткие диски (**HDD**), твердотельные накопители (**SSD**), флеш-накопители (**USB Flash**), карты памяти, а также сетевые и дисковые хранилища.



Сетевой адаптер (проводной/Wi-Fi)

Аппаратное устройство (сетевая карта), которое позволяет компьютеру или другому устройству подключаться к сети, как по кабелю (Ethernet-адаптер), так и беспроводным путем (Wi-Fi-адаптер). Он преобразует данные в формат, понятный для сети, и обеспечивает связь с локальной сетью или интернетом.



Многофункциональные устройства (МФУ)

Аппарат, который объединяет в себе функции принтера, сканера, копировального аппарата и, в некоторых моделях, факса. МФУ позволяет выполнять несколько операций с документами, таких как печать, сканирование, копирование и отправка/получение факсов, в одном компактном устройстве.



Звуковая карта (внешняя)

Отдельное устройство, которое подключается к компьютеру (чаще всего через USB) для улучшения качества звука, расширения аудио-возможностей и подключения профессионального оборудования, такого как микрофоны и инструменты.

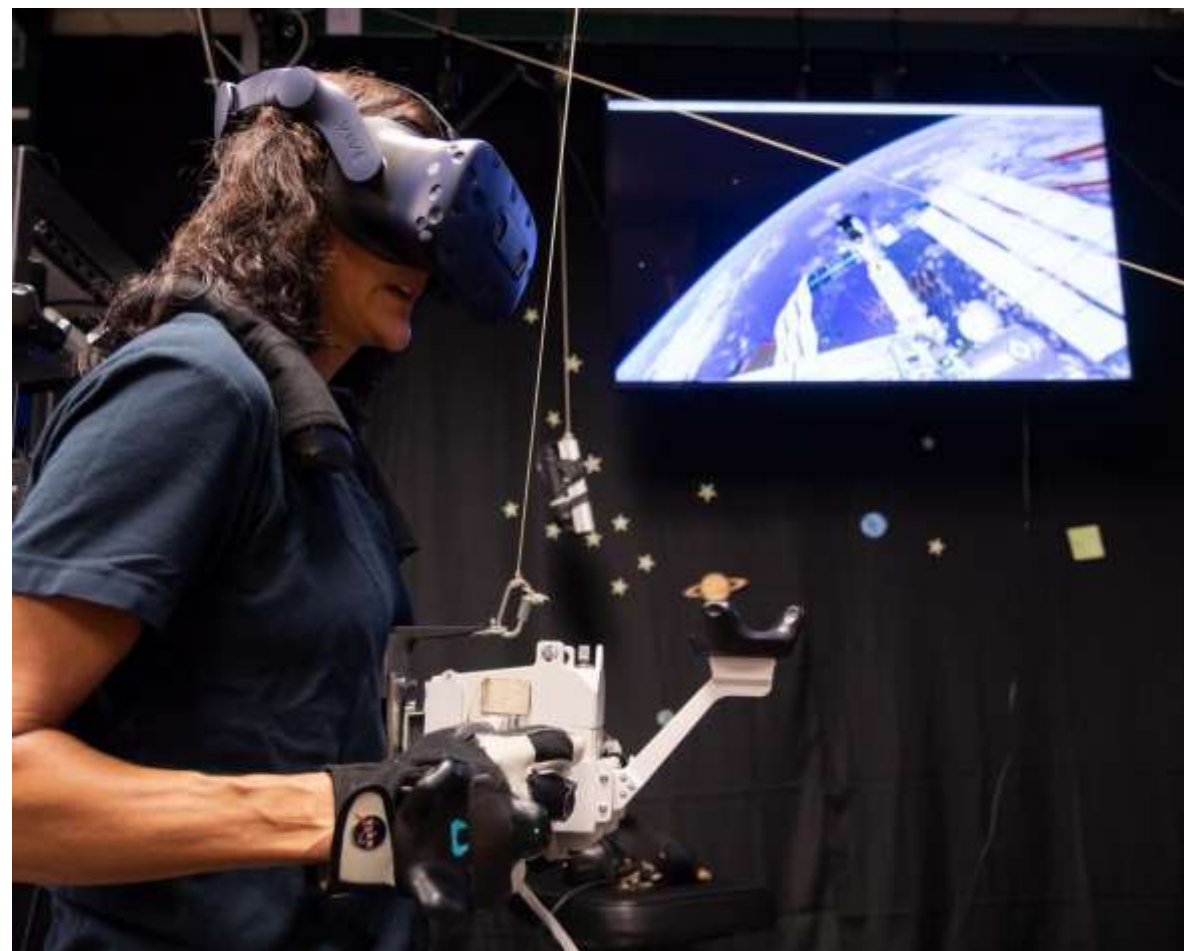


Виртуальная реальность (VR) – модельная трехмерная (3D) окружающая среда, создаваемая компьютерными средствами и реалистично реагирующая на взаимодействие с пользователями.



Система виртуальной
реальности для
управления флотом

Одними из первых технологии виртуальной реальности были применены НАСА США для тренировки пилотов космических челноков и военных самолетов, при отработке приемов посадки, дозаправки в воздухе и т.п.



Самолет-невидимка "Стелс" вообще управляется пилотом, практически находящемся в виртуальной реальности.





Симулирование прыжка с парашютом



Технология идентификации, примененная в данных смарт-очках, позволяет установить личность человека всего по одному снимку. Это существенный прогресс – ранее для этого требовалось несколько фотографий, сделанных с разных ракурсов.

С использованием виртуальной реальности можно показывать различные помещения, например, совершить виртуальную экскурсию по музею, учебному заведению, дому, коттеджу или местности (прогулка по Парижу от туристической фирмы).

