

# ИНФОРМАТИКА

Курс лекций и практических занятий



**Шеметова А.Д.**

Доцент кафедры Прикладной математики



## Лекция 4

История развития персонального компьютера. Принципы фон  
Неймана. Функционально-структурная организация  
компьютера.

# Древние средства счета

---

## Кости с зарубками

(«вестоницкая кость»,  
Чехия, 30 тыс. лет до н.э)



Узелковое письмо (Южная Америка, VII век  
н.э.)

- узлы с вплетенными камнями
- нити разного цвета (красная – число воинов, желтая – золото)
- десятичная система

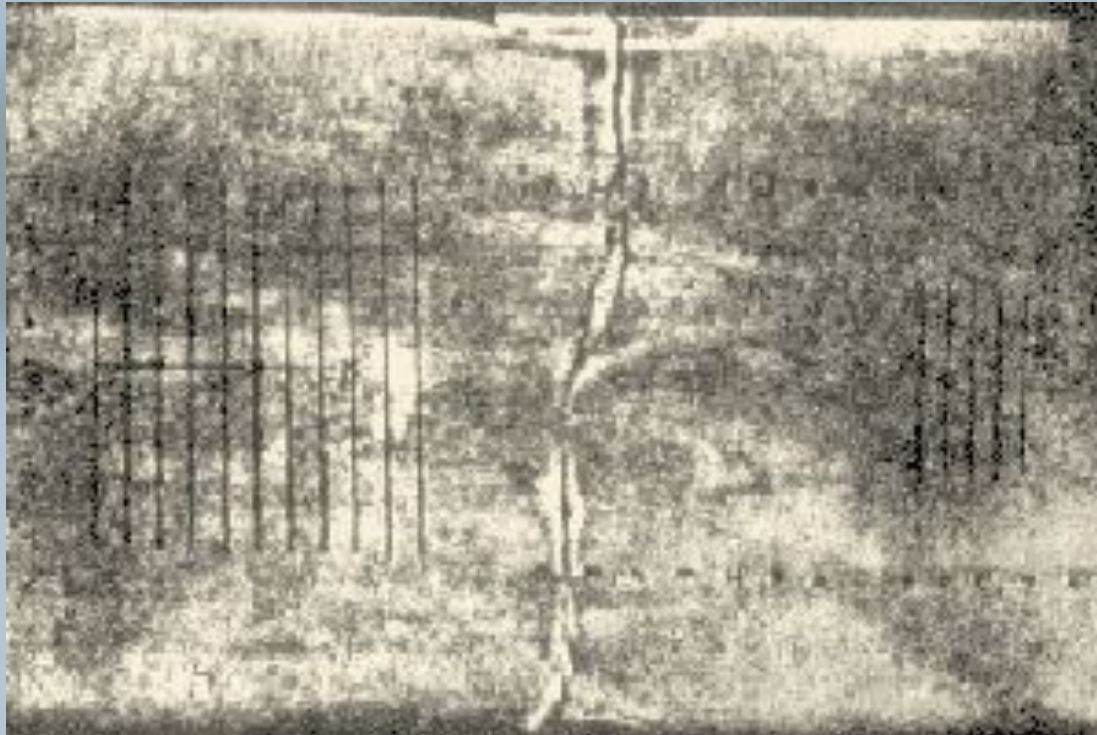




# Саламинская доска

---

о. Саламин в Эгейском море (300 лет до н.э.)

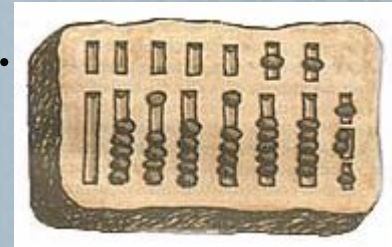


- бороздки – единицы, десятки, сотни, ...
- количество камней – цифры
- десятичная система

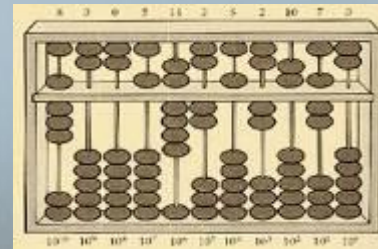
# Абак и его «родственники»

---

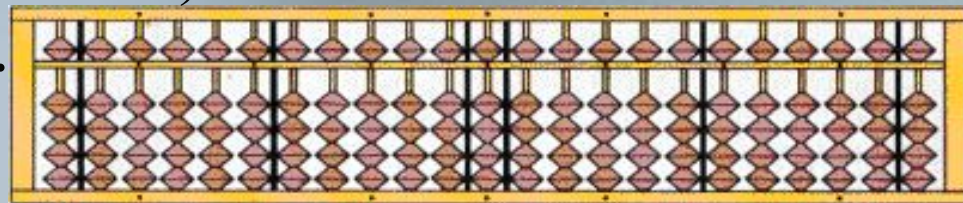
Абак (Древний Рим) – V-VI в.



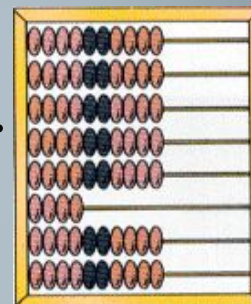
Суан-пан (Китай) – VI в.



Соробан (Япония)  
XV-XVI в.



Счеты (Россия) – XVII в.



# Первые проекты счетных машин

---

**Леонардо да Винчи (XV в.)** – суммирующее устройство с зубчатыми колесами: сложение 13-разрядных чисел



**Вильгельм Шиккард (XVI в.)** – суммирующие «счетные часы»: сложение и умножение 6-разрядных чисел (машина построена, но сгорела)



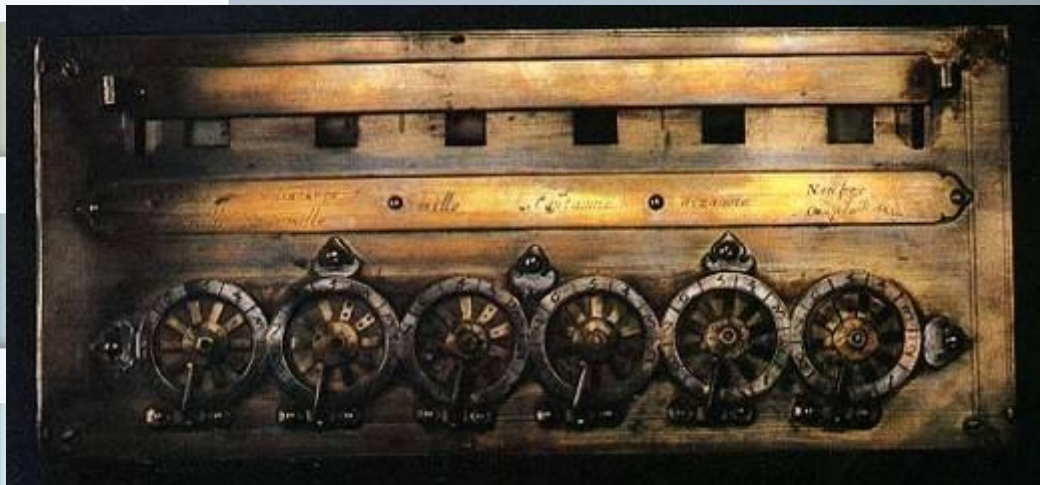


# «Паскалина» (1642)

---

**Блез Паскаль (1623 - 1662)**

- машина построена!
- зубчатые колеса
- сложение и вычитание 8-разрядных чисел
- десятичная система





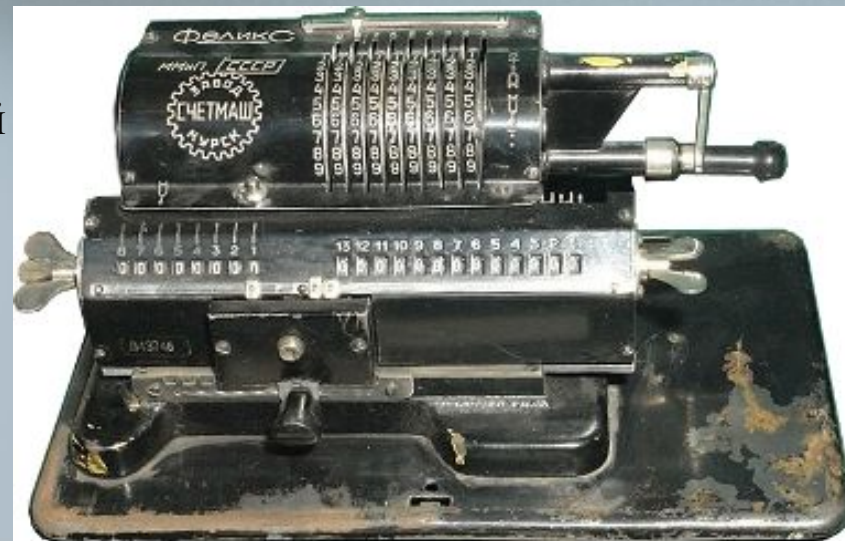
# Машина Лейбница (1672)

**Вильгельм Готфрид Лейбниц**  
(1646 - 1716)

- сложение, вычитание, *умножение, деление!*
- 12-разрядные числа
- десятичная система

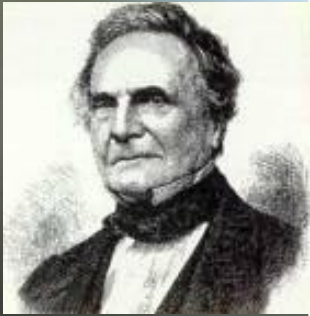


**Арифмометр «Феликс»**  
(СССР, 1929-1978) – развитие идей  
машины Лейбница



# Машины Чарльза Бэббиджа

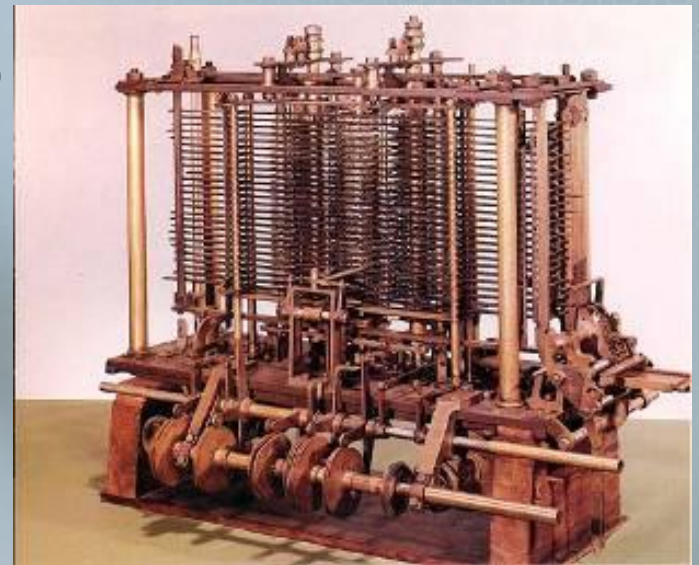
---



**Разностная машина (1822)**

**Аналитическая машина (1834)**

- «мельница» (автоматическое выполнение вычислений)
- «склад» (хранение данных)
- «контора» (управление)
- ввод данных и программы с перфокарт
- ввод программы «на ходу»



**Ада Лавлейс**  
(1815-1852)

первая программа – вычисление чисел Бернулли (циклы, условные переходы)  
1979 – язык программирования *Ада*



# История развития персонального компьютера. Принципы фон Неймана. Функционально-структурная организация компьютера.

## ***Фундаментальные принципы функционирования ВТ (Чарльз Бэббидж)***

- *автоматическое* выполнение операций и их цепочки без вмешательства человека;
- работа по вводимой *программе*; программа должна вводиться со скоростью, соизмеримой с вычислениями (перфокарта в машине Бэббиджа);
- наличие устройства хранения данных – *ПАМЯТЬ*. (склад)

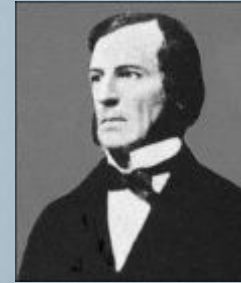
## ***Следствие из фундаментальных принципов :***

- невозможность их реализации на механическом уровне;
- фундаментальные принципы опередили технику ~ на 100 лет.

# Прогресс в науке

---

Основы математической логики:  
**Джордж Буль** (1815 - 1864).



Электронно-лучевая трубка  
(**Дж. Томсон**, 1897)



Вакуумные лампы – диод, триод (1906)

Триггер – устройство для хранения бита (**М.А. Бонч-Бруевич**, 1918).



Использование математической логики в компьютерах (**К. Шеннон**, 1936)





# Первые компьютеры

---

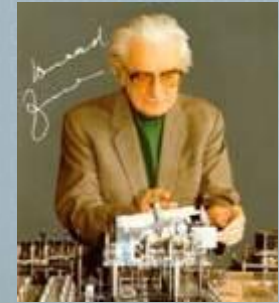
1937-1941. *Конрад Цузе*: Z1, Z2, Z3, Z4.

- электромеханические реле (устройства с двумя состояниями)
- двоичная система
- использование булевой алгебры
- ввод данных с киноленты



1939-1942. Первый макет электронного лампового компьютера, *Дж. Атанасофф*

- двоичная система
- решение систем 29 линейных уравнений



Джон Атанасофф

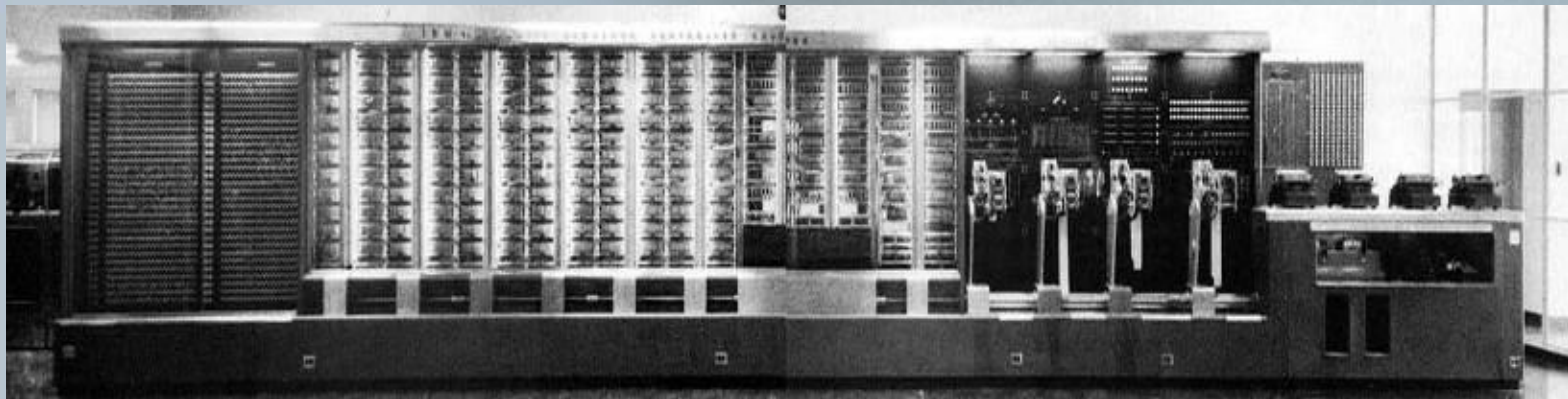
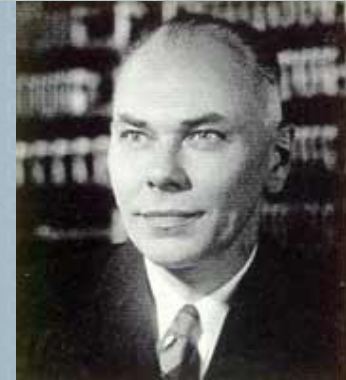
# Марк-1 (1944)

---

Разработчик – *Говард Айкен* (1900-1973)

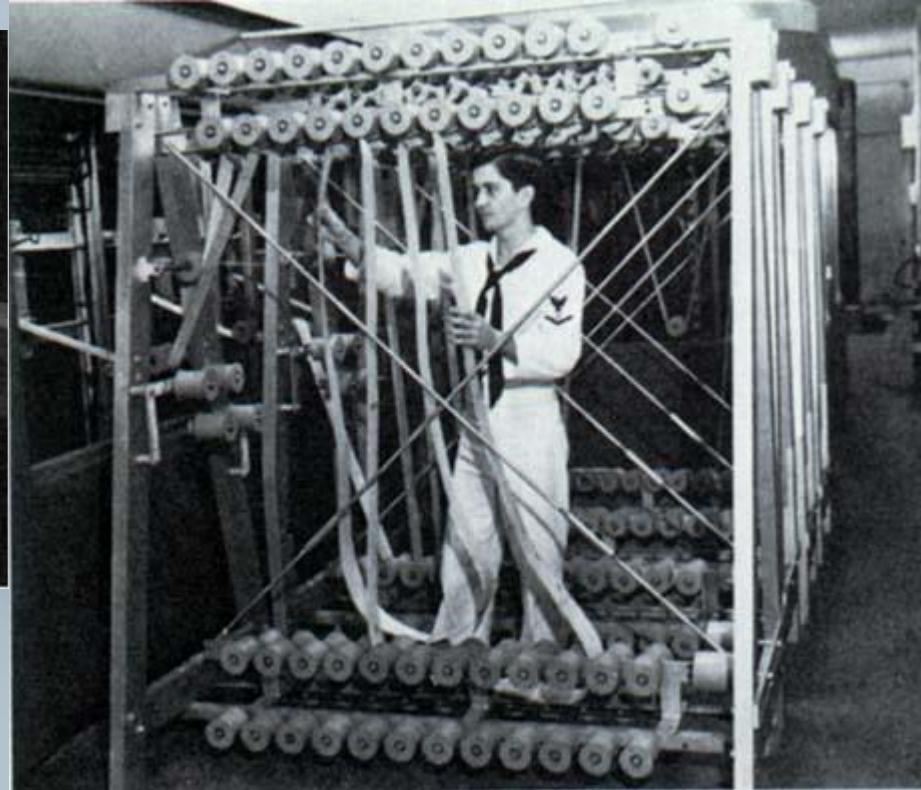
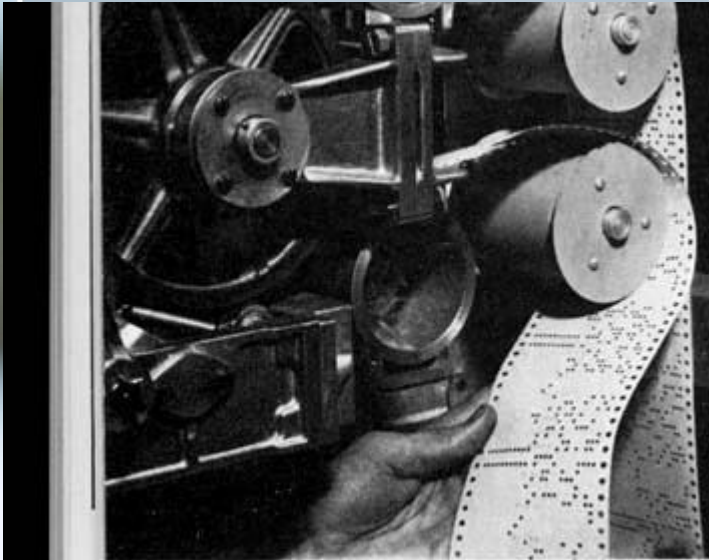
Первый компьютер в США:

- длина 17 м, вес 5 тонн
- 75 000 электронных ламп
- 3000 механических реле
- сложение – 3 секунды, деление – 12 секунд



# Марк-1 (1944)

---



Хранение данных на  
бумажной ленте

А это – программа...

# Поколения компьютеров

---

## I. 1945 – 1955

электронно-вакуумные лампы

## II. 1955 – 1965

транзисторы

## III. 1965 – 1980

интегральные микросхемы

## IV. с 1980 по ...

большие и сверхбольшие интегральные схемы (ВИС и СБИС)





# I поколение (1945-1955)

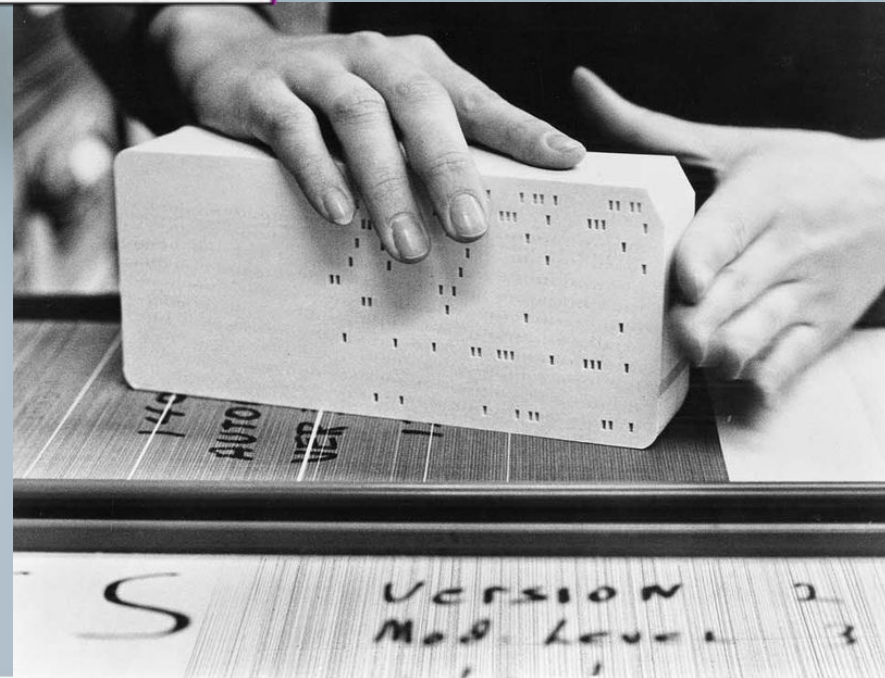
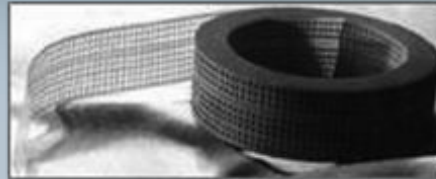
---

на *электронных лампах*



- быстродействие **10-20 тыс.** операций в секунду
- каждая машина имеет свой язык
- нет операционных систем
- ввод и вывод: перфоленты, перфокарты, магнитные ленты

# I поколение (1945-1955)



# ЭНИАК (1946)

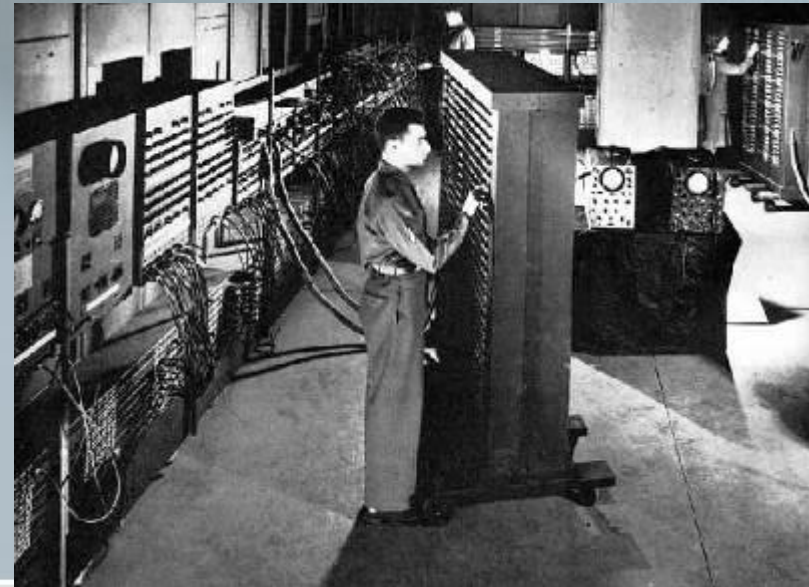
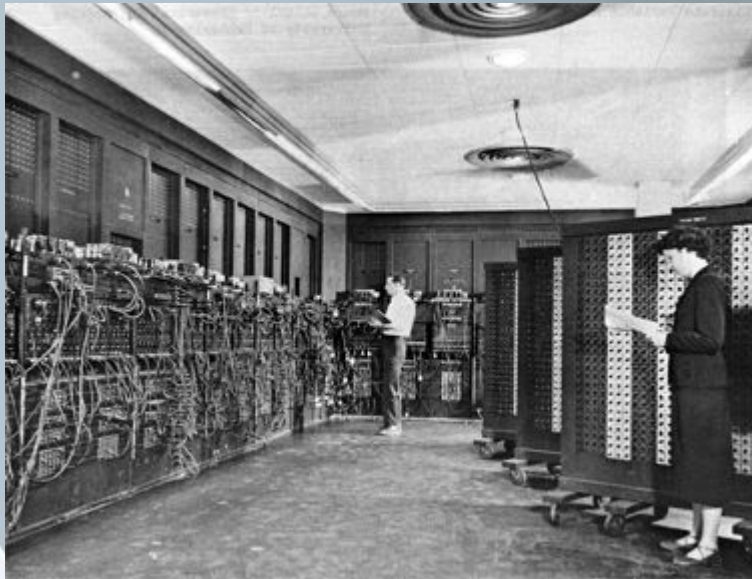
---

*Electronic Numerical Integrator And Computer*

*Дж. Моучли и П. Эккерт*

Первый компьютер общего назначения на электронных лампах:

- длина 26 м, вес 35 тонн
- сложение – 1/5000 сек, деление – 1/300 сек
- десятичная система счисления
- 10-разрядные числа





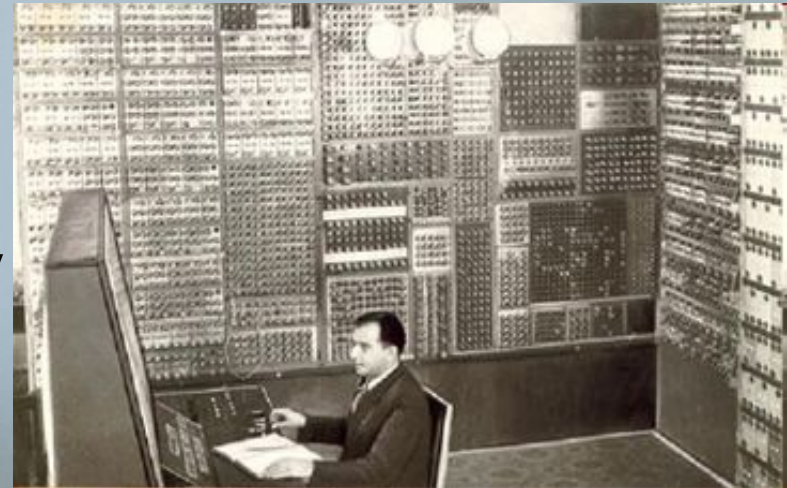
# Компьютеры С.А. Лебедева

---



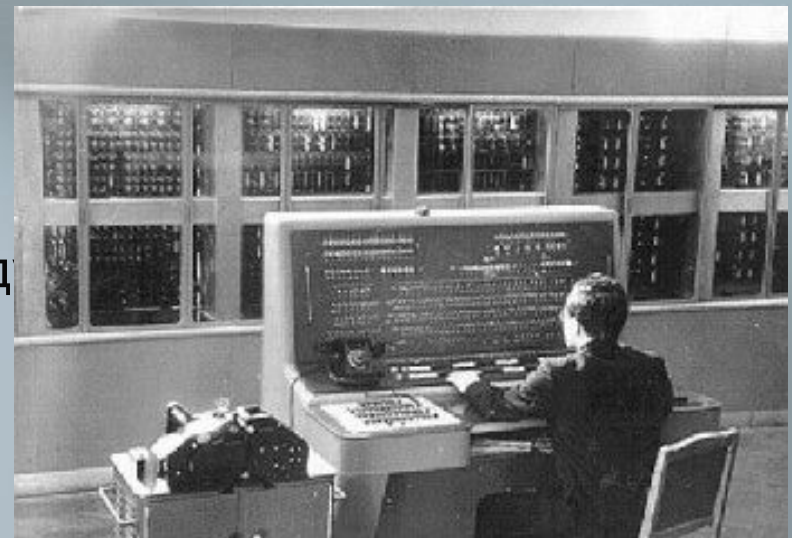
1951. **МЭСМ** – малая электронно-счетная машина

- 6 000 электронных ламп
- 3 000 операций в секунду
- двоичная система



1952. **БЭСМ** – большая электронно-счетная машина

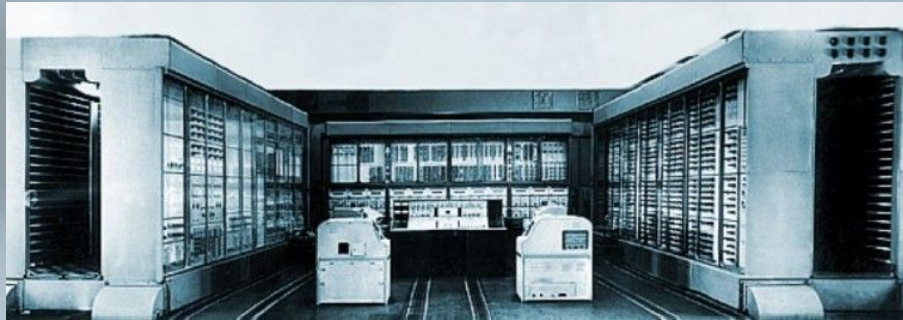
- 5 000 электронных ламп
- 10 000 операций в секунду





# История развития персонального компьютера. Принципы фон Неймана. Функционально-структурная организация компьютера.

**Конец 1948 года** - в секретной лаборатории в местечке Феофания под Киевом под руководством Сергея Алексеевича Лебедева начались работы по созданию **Малой Электронной Счетной Машины (МЭСМ)**.



Лебедевым были выдвинуты, обоснованы и реализованы (**независимо от Джона фон Неймана**) принципы ЭВМ с хранимой в памяти программой.

- ✓ наличие арифметических устройств, памяти, устройств ввода/вывода и управления;
- ✓ кодирование и хранение программы в памяти, подобно числам;
- ✓ двоичная система счисления для кодирования чисел и команд;
- ✓ автоматическое выполнение вычислений на основе хранимой программы;
- ✓ наличие как арифметических, так и логических операций;
- ✓ иерархический принцип построения памяти;
- ✓ использование численных методов для реализации вычислений.

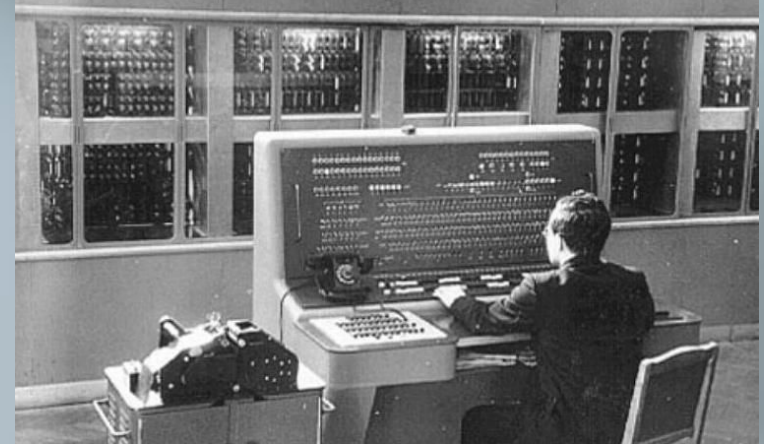
# История развития персонального компьютера. Принципы фон Неймана. Функционально-структурная организация компьютера.

В 1953 году коллективом, возглавляемым С.А.Лебедевым, была создана первая большая ЭВМ - БЭСМ-1 (от Большая Электронная Счетная Машина), выпущенная в одном экземпляре. Ее быстродействие достигло 10000 операций в секунду - на уровне лучших в США и лучшее в Европе.

В 1958 году после еще одной модернизации оперативной памяти БЭСМ, уже получившая название БЭСМ-2, была подготовлена к серийному производству на одном из заводов Союза, которое и было осуществлено в количестве нескольких десятков.



*БЭСМ-1, предшественница серии отечественных цифровых ЭВМ, создана в Институте точной механики и вычислительной техники (Москва), который в 1950 г. возглавил М.А.Лаврентьев и пригласил туда ее главного автора С.А.Лебедева.*



# История развития персонального компьютера. Принципы фон Неймана. Функционально-структурная организация компьютера.

Параллельно шла работа в подмосковном Специальном конструкторском бюро № 245, которым руководил М.А.Лесечко, основанном также в декабре 1948 года приказом И.В.Сталина.

В 1950-1953 гг. коллектив этого конструкторского бюро, но уже под руководством **Базилевского Ю.Я.** разработал цифровую вычислительную машину общего назначения **"Стрела"** с **быстродействием в 2 тысячи операций в секунду.** Эта машина выпускалась до 1956 года, а всего было сделано 7 экземпляров. Таким образом, **"Стрела"** была первой промышленной ЭВМ, - МЭСМ, БЭСМ существовали в то время всего в одном экземпляре

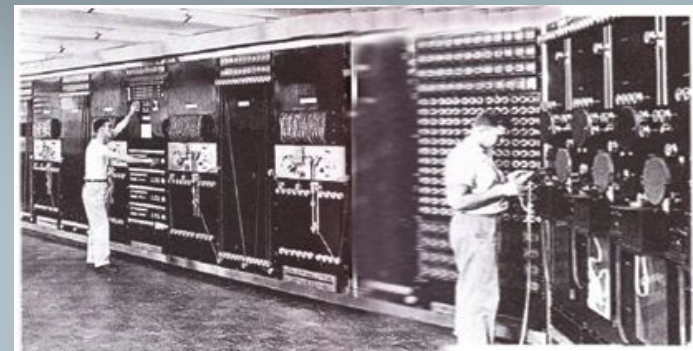
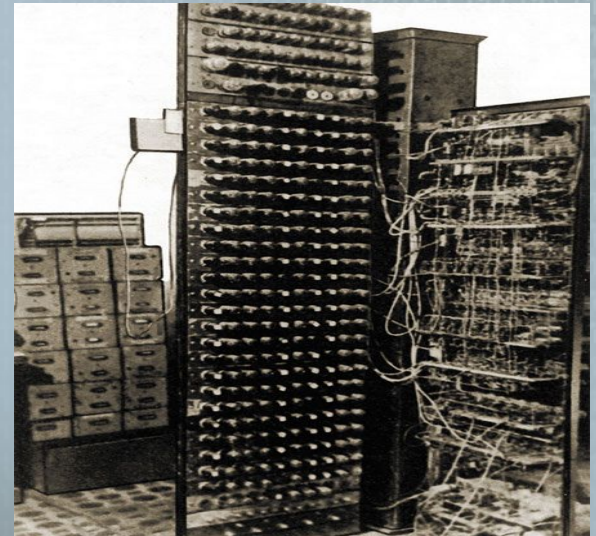




# История развития персонального компьютера. Принципы фон Неймана. Функционально-структурная организация компьютера.

Параллельно развивалась еще одна ветвь советского компьютеростроения - М-1, "Автоматическая цифровая вычислительная машина", которой руководил И.С.Брук. М-1 была запущена в декабре 1951 года. Быстродействие М-1 - всего 20 операций в секунду, что, впрочем, не помешало решать на ней задачи ядерных исследований в институте И. В. Курчатова.

М-1 была серьезно усовершенствована, и ее быстродействие достигло уровня "Стрелы" - 2 тысячи операций в секунду, в то же время размеры и энергопотребление выросли незначительно. Новая машина получила закономерное название М-2 и введена в эксплуатацию в 1953 году. По соотношению стоимости, размеров и производительности М-2 стала наилучшим компьютером Союза.



# История развития персонального компьютера. Принципы фон Неймана. Функционально-структурная организация компьютера.

следующая разработка Лебедева - ЭВМ М-20, серийный выпуск которой начался в 1959 году. Число 20 в названии означает быстрдействие - 20 тысяч операций в секунду, объем оперативной памяти в два раза превышал ОП БЭСМ, предусматривалось также некоторое совмещение выполняемых команд.



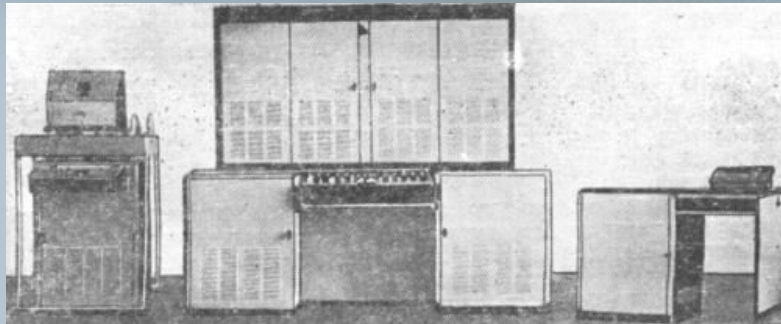
# История развития персонального компьютера. Принципы фон Неймана. Функционально-структурная организация компьютера.

1960 год – Ереванским институтом математических машин (Ер.НИИММ) выпущена ЭВМ Раздан.

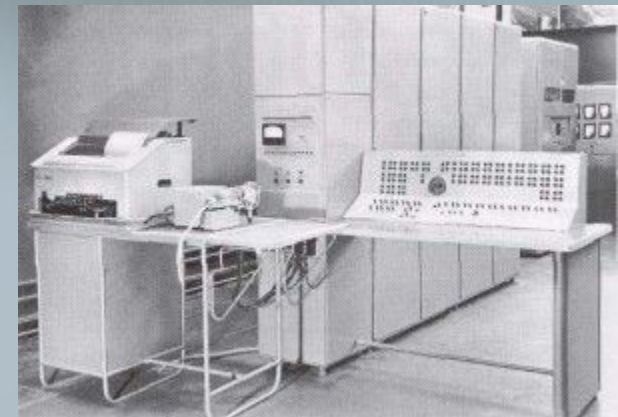
Начат выпуск серии ЭВМ Минск-1: «Минск-11», «Минск-12», «Минск-14», «Минск-16».



ЭЦВМ Минск-1



1961 год – выпущена первая и единственная в мире ЭВМ Сетунь, работавшая в троичной системе счисления.





## II поколение (1955-1965)

---

на полупроводниковых **транзисторах**  
(1948, Дж. Бардин, У. Брэттейн и У. Шокли)

- **10-200 тыс.** операций в секунду
- первые **операционные системы**
- первые **языки программирования**:  
*Фортран* (1957), *Алгол* (1959)
- средства хранения информации:  
магнитные барабаны, **магнитные диски**



# II поколение (1955-1965)

---

1953-1955. **IBM 604, IBM 608, IBM 702**

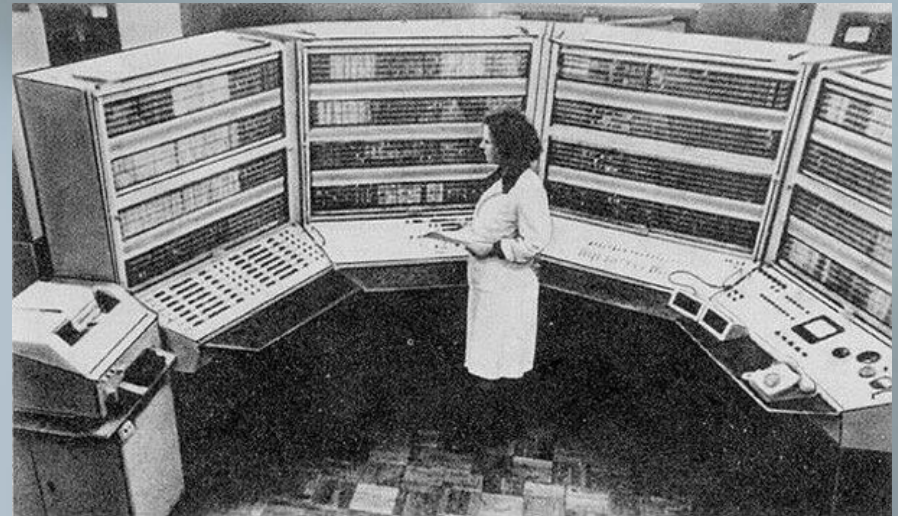
1965-1966. **БЭСМ-6**

- 60 000 транзисторов
- 200 000 диодов
- 1 млн. операций в секунду
- память – магнитная лента, магнитный барабан
- работали до 90-х гг.



# История развития персонального компьютера. Принципы фон Неймана. Функционально-структурная организация компьютера.

ЭВМ БЭСМ-6 созданная в 1967 году. Это была первая советская ЭВМ, достигшая быстродействия в 1 миллион операций в секунду. Впервые в отечественной практике и полностью независимо от зарубежных ЭВМ был широко использован **принцип совмещения выполнения команд** (до 14 машинных команд могли одновременно находиться в процессоре на разных стадиях выполнения). Этот принцип, названный главным конструктором БЭСМ-6 академиком С.А.Лебедевым принципом "водопровода", стал впоследствии широко использоваться для повышения производительности универсальных ЭВМ, получив в современной терминологии название "**конвейера команд**".





# III поколение (1965-1980)

---

на **интегральных микросхемах**

(1958, Дж. Килби)

- быстродействие до **1 млн.** операций в секунду
- оперативная памяти – **сотни Кбайт**
- **операционные системы** – управление памятью, устройствами  
временем процессора
- языки программирования **Бэйсик** (1965),  
**Паскаль** (1970, Н. Вирт), **Си** (1972, Д. Ритчи)
- **совместимость программ**



# История развития персонального компьютера. Принципы фон Неймана. Функционально-структурная организация компьютера.

В 1980 году ЭВМ "Эльбрус-1" с быстродействием до 15 миллионов операций в секунду был запущен в серийное производство. Симметричная многопроцессорная архитектура с общей памятью, реализация защищенного программирования с аппаратными типами данных, суперскалярность процессорной обработки, единая операционная система для многопроцессорных комплексов - все эти возможности, реализованные в серии "Эльбрус", появились раньше, чем на Западе. В 1985 году следующая модель этой серии, "Эльбрус-2", выполнял уже 125 миллионов операций в секунду.



# История развития персонального компьютера. Принципы фон Неймана. Функционально-структурная организация компьютера.

Группой И.В. Прангишвили и В.В. Резанова в научно-производственном объединении "Импульс" начал разрабатываться **вычислительный комплекс ПС-2000 с быстродействием в 200 миллионов операций в секунду**, пущенный в производство в 1980 году и применявшийся в основном для обработки геофизических данных, - поиска новых месторождений полезных ископаемых. В этом комплексе максимально использовались возможности параллельного исполнения команд программы, что достигалось хитроумно спроектированной архитектурой.





# Компьютеры ЕС ЭВМ (СССР)

---

## 1971. ЕС-1020

- 20 тыс. оп/с
- память 256 Кб

## 1977. ЕС-1060

- 1 млн. оп/с
- память 8 Мб

## 1984. ЕС-1066

- 5,5 млн. оп/с
- память 16 Мб



магнитные ленты



принтер



# Мэйнфреймы IBM

---

*большие универсальные компьютеры*

**1964. IBM/360** фирмы IBM.

- кэш-память
- конвейерная обработка команд
- операционная система OS/360
- 1 байт = 8 бит (а не 4 или 6!)
- разделение времени



**1970. IBM/370**

**1990. IBM/390**



ДИСКОВОД



принтер



# Миникомпьютеры

---

Серия **PDP** фирмы **DEC**

- меньшая цена
- проще программировать
- графический экран

**СМ ЭВМ** – система малых машин (СССР)

- до 3 млн. оп/с
- память до 5 Мб





# IV поколение (с 1980 по ...)

---

компьютеры на больших и сверхбольших интегральных схемах (**БИС, СБИС**)

- **суперкомпьютеры**

- **персональные** компьютеры

- появление пользователей-**непрофессионалов**, необходимость «дружественного» интерфейса

- более **1 млрд.** операций в секунду

- оперативная памяти – до нескольких **гигабайт**

- **многопроцессорные** системы

- компьютерные **сети**

- **мультимедиа** (графика, анимация, звук)



# Первый микрокомпьютер

---

## 1974. **Альтаир-8800** (*Э. Робертс*)

- комплект для сборки
- процессор *Intel 8080*
- частота 2 МГц
- память 256 байт



## 1975. **Б. Гейтс** и **П. Аллен** транслятор языка Альтаир-Бейсик



# Компьютеры *Apple*

---

1976. *Apple-I* С. Возняк и С. Джобс



0-х

- тактовая частота 1 МГц
- память 48 Кб
- цветная графика
- звук
- встроенный язык Бейсик
- первые электронные таблицы *VisiCalc*





# Компьютеры *Apple*

---

## 1983. «*Apple-IIe*»

- память 128 Кб
- 2 дисководов 5,25 дюйма с гибкими дисками

## 1983. «*Lisa*»

- первый компьютер, управляемый мышью

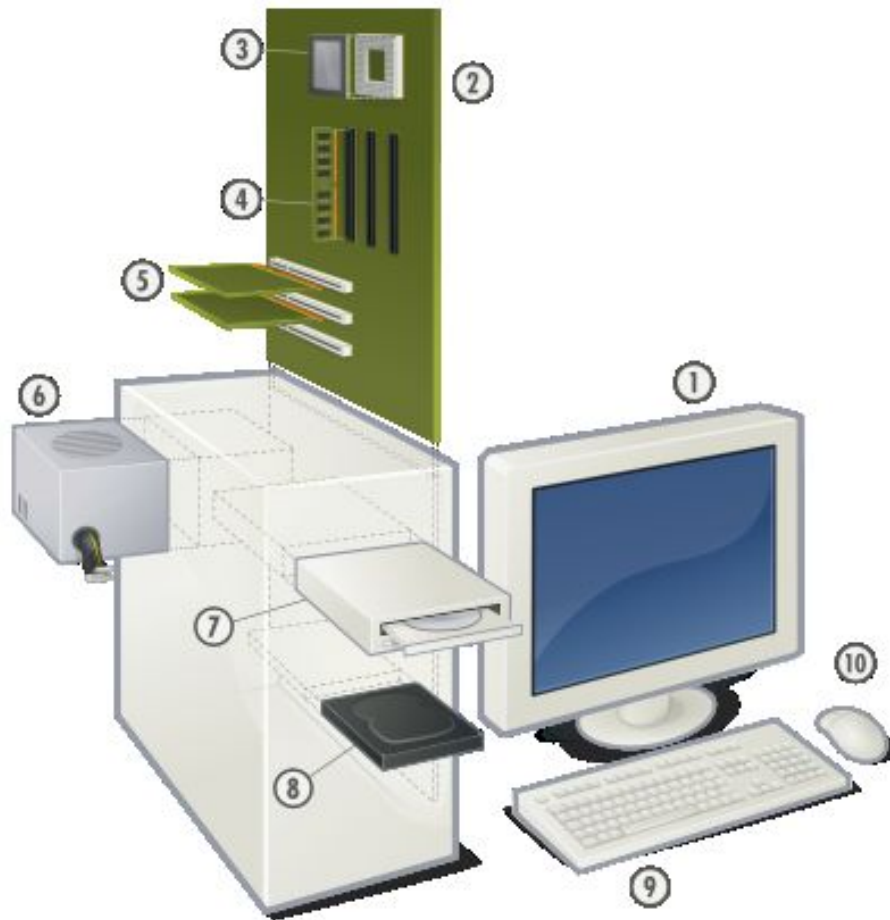
## 1984. «*Apple-IIIc*»

- портативный компьютер
- жидкокристаллический дисплей



# Компьютеры IBM PC

---



1. Монитор
2. Материнская плата
3. Процессор
4. ОЗУ
5. Карты расширения
6. Блок питания
7. Дисковод CD, DVD
8. Винчестер
9. Клавиатура
10. Мышь

# Принцип открытой архитектуры

---

Стандартизируются и публикуются:

- **принципы действия компьютера**
- **способы подключения новых устройств**

Есть разъемы (**слоты**) для подключения устройств.

- Компьютер собирается из отдельных частей как конструктор.
- Много сторонних производителей дополнительных устройств.
- Каждый пользователь может собрать компьютер, соответствующий его личным требованиям.



# Компьютеры IBM

---

## 1981. *IBM 5150*

- процессор *Intel 8088*
- частота 4,77 МГц
- память 64 Кб
- гибкие диски 5,25 дюйма

## 1983. *IBM PC XT*

- память до 640 Кб
- винчестер 10 Мб

## 1985. *IBM PC AT*

- процессор *Intel 80286*
- частота 8 МГц
- винчестер 20 Мб



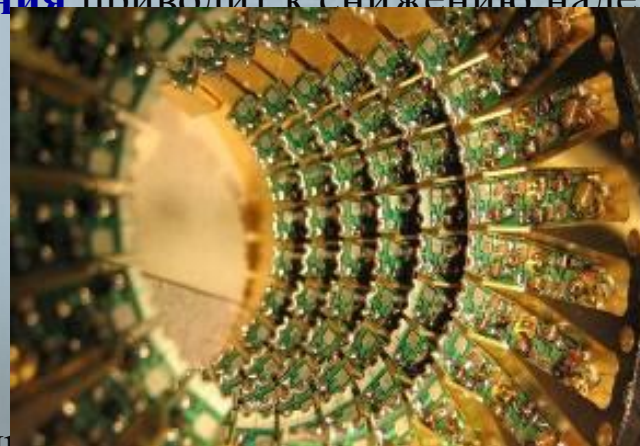
# Проблемы и перспективы

## Проблемы:

- приближение к физическому **пределу быстродействия**
- сложность **программного обеспечения** приводит к снижению надежности

## Перспективы:

- **квантовые** компьютеры
  - эффекты квантовой механики
  - параллельность вычислений
  - 2006 – компьютер из 7 кубит
- **оптические** компьютеры
  - источники света – лазеры, свет проходит через линзы
  - параллельная обработка (все пиксели изображения одновременно)
  - военная техника и обработка видео



# Проблемы и перспективы

---

## Перспективы:

- **биокомпьютеры**

- ячейки памяти – молекулы сложного строения (например, ДНК)
- обработка = химическая реакция с участием ферментов
- 330 трлн. операций в секунду





# История развития персонального компьютера.

## Принципы фон Неймана. Функционально-структурная организация компьютера.

В основу построения подавляющего большинства современных компьютеров положены **общие принципы функционирования универсальных вычислительных устройств**, сформулированные еще в 1945 г. американским ученым **Джоном фон Нейманом**.

1. Информация кодируется в двоичной форме и разделяется на единицы (элементы) информации, называемые словами.
2. Разнотипные слова информации хранятся в одной и той же памяти и различаются по способу использования, но не по способу кодирования.
3. Слова информации размещаются в ячейках памяти машины и идентифицируются номерами ячеек, называемыми адресами слов.
4. Алгоритм представляется в форме последовательности управляющих слов, называемых командами, которые определяют наименование операции и слова информации, участвующие в операции. Алгоритм, представленный в терминах машинных команд, называется **программой**.

# Принципы фон Неймана

---

(«Предварительный доклад о машине EDVAC», 1945)

- **Принцип двоичного кодирования:** вся информация кодируется в двоичном виде.
- **Принцип программного управления:** программа состоит из набора команд, которые выполняются процессором автоматически друг за другом в определенной последовательности.
- **Принцип однородности памяти:** программы и данные хранятся в одной и той же памяти.
- **Принцип адресности:** память состоит из пронумерованных ячеек; процессору в любой момент времени доступна любая ячейка.



Джон фон Нейман

# История развития персонального компьютера. Принципы фон Неймана. Функционально- структурная организация компьютера.

Формат (структура) команды:

1...m	1...n	1...n	...	1...n
КОП	$A_1$	$A_2$	...	$A_k$

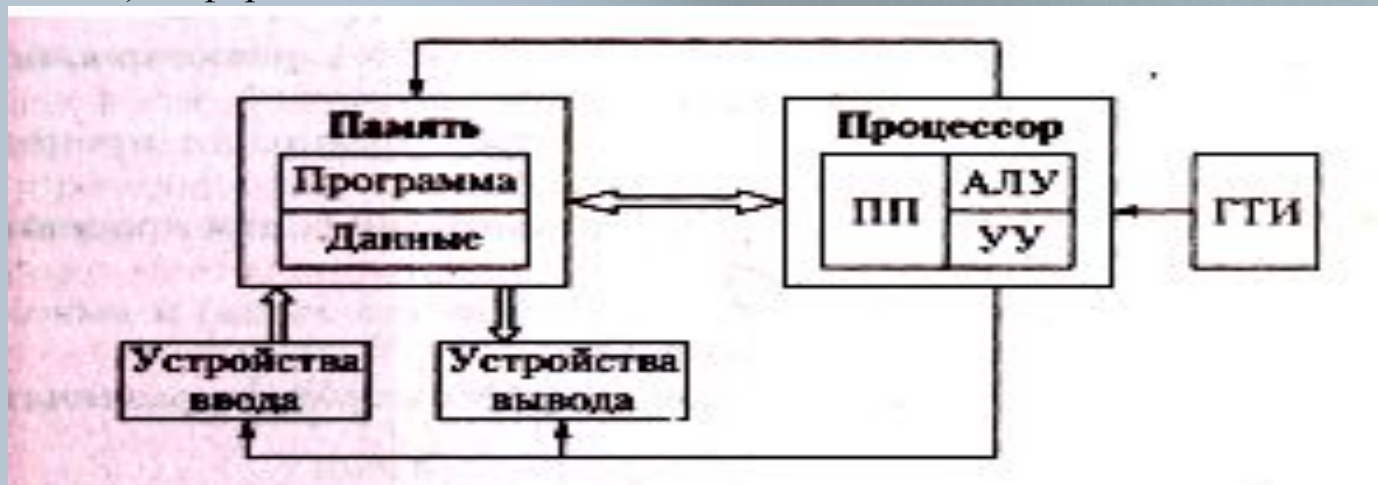
Составные части команды называют полями. Так, КОП,  $A_1$ , ...,  $A_k$  — поля команды, представляющие соответственно код операции и адреса операндов, участвующих в операции. Сверху указаны номера разрядов полей: поле КОП состоит из  $m$  двоичных разрядов, каждое поле  $A_1$ , ...,  $A_k$  содержит  $n$  двоичных разрядов. Требуемый порядок вычислений предопределяется алгоритмом и описывается последовательностью команд, образующих программу вычислений.

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

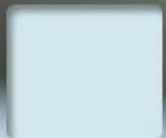
# История развития персонального компьютера. Принципы фон Неймана. Функционально-структурная организация компьютера.

Перечисленные принципы функционирования ЭВМ предполагают, что компьютер должен иметь следующие устройства:

- арифметико-логическое устройство (АЛУ), выполняющее арифметические и логические операции;
- устройство управления (УУ), которое организует процесс выполнения программы;
- запоминающее устройство (ЗУ), или память для хранения программ и данных;
- внешние устройства для ввода (устройства ввода) и вывода (устройства вывода) информации.







Спасибо за внимание