

# Из мировой истории цифровой вычислительной техники

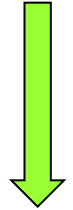
<http://www.computer-museum.ru>

(виртуальный компьютерный музей)

## Эпоха механических вычислительных машин

### 1. Леонардо да Винчи (Италия) (1452-1519):

Эскизный набросок суммирующей вычислительной машины на зубчатых колесах для сложения 13-разрядных десятичных чисел (воспроизведен в металле фирмой IBM в наши дни, полностью работоспособен).



100  
лет

### 2. Вильгельм Шиккард (Германия), (1592-1636).

Потребность в автоматизации вычислений для астронома И. Кепплера.  
Схема машины для сложения и умножения 6-разрядных десятичных чисел

### 3. Блез Паскаль (Франция) (1623-1662):

**1641г.:** Действующая суммирующая машина – «паскалина» (Паскаль ее сконструировал в 19-летнем возрасте). Разработана для помощи отцу в расчетах, нужных при сборе налогов. Суммирование и вычитание 6- и 8-разрядных десятичных чисел.

#### 4. **Вильгельм Готтфрид Лейбниц** (Германия) (1646-1716):

а). Арифметическая машина для сложения, вычитания, умножения и деления 12-разрядных десятичных чисел.

б). Исследование двоичной системы счисления (сохранилась медаль, нарисованная им в 1697г., с соотношениями перевода из десятичной в двоичную систему).

#### 5. **Жозеф Мари Жаккард** (Франция) (1752-1834):

Изобретение **перфокарты** (1799 г.) как устройства для ввода данных (использовалась в изобретенном им ткацком станке для управления узорами на тканях).

#### 6. **Гаспар Прони** (Франция) (1755-1839):

Разработка **принципов организации** (1795г.) работы вычислителей (почти без изменений используется и сегодня). Понадобилась для выполнения огромной работы по переходу к метрической системе.

**Разделение труда математиков на три группы, соотношение численности 1: 3: 20:**

1. Математики высшей квалификации: создание методов вычислений, в которых любая задача решалась на базе арифметических действий  $+$ ,  $-$ ,  $*$ ,  $/$ . На современном языке такая работа называется **АЛГОРИТМИЗИЦИЕЙ**.

2. Математики средней квалификации: разработка последовательности действий для расчетов. На современном языке – **ПРОГРАММИРОВАНИЕ**.

3. Многочисленная неквалифицированная группа – проведение расчетов. На современном языке – **ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ**

Переход к созданию вычислительной машины с **ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ** последовательностью арифметических операций

## 7. Чарльз Беббидж, Англия (1791-1871)

Проект аналитической машины, содержащей те же основные блоки, что и современная ЭВМ: **5 основных устройств**

- а). Арифметическое устройство.
- б). Устройство памяти
- в). Устройство управления.
- г). Устройство ввода.
- д). Устройство вывода.

Для арифметического устройства предполагалось использовать зубчатые колеса, устройство памяти – на 1000 15-разрядных регистрах по 5- колес в каждом, для программ – перфокарты. Время сложения двух 50-разрядных чисел 1с., умножения – 1 мин.

## 8. Ада Августа Лавлейс, Англия (1815-1852).

Программы для машины Беббиджа, поразительно сходные с программами для первых поколений ЭВМ

Заключение Комитета Британской научной ассоциации по машине Беббиджа, работа над которой была прервана смертью ученого: «*Возможности аналитической машины простираются так далеко, что их можно сравнить только с пределами человеческих возможностей*»

## 9. Джордж Буль, Англия (1815-1864)

Разработка алгебры логики (используется в современных ЭВМ и при создании алгоритмов, «**булева алгебра**»). Впервые была использована в 1936г. Клодом Шенноном (США), догадавшимся, что булеву алгебру можно эффективно использовать для операций с двоичными числами.

## 10. Конрад Цузе (Германия) (1910-1985).

Будучи студентом, начал работы по созданию ЭВМ в 1934г. Создание механической вычислительной машины, оперирующей **ДВОИЧНОЙ** системой счисления. Завершена в 1937г, **Z1**

Z1 занимала  $2\text{м}^2$  на столе, работала с 22-мя двоичными разрядами.

### **Эпоха вычислительных машин на электрических реле**

## 11. Конрад Цузе, Гельмут Шрайер

Релейные машины с программным управлением Z2, Z3. Идея отказа от телефонных реле, возможность использования электронных ламп

## 12. **Говард Айкен** (США) (1900-1973):

Разработка первой с США релейно-механической цифровой вычислительной машины **МАРК-1**. По возможностям – почти как Z3, но размеры: длина 17 м, высота 2,5м, вес 5т, 500 тыс. механических деталей. Машина за 1 день выполняла вычисления, которые вручную выполняются за полгода!

Первым в мире стал читать лекции (Гарвардский университет) по новому предмету, получившему название **Computer Science** (наука о компьютерах).

### **Эпоха электронных вычислительных машин**

Огромная потребность в вычислениях в связи с Второй мировой войной (шифрование, таблицы стрельб для артиллерии, управление бомбометанием...)

13. **Джон Мочли** (США) (1907-1986) (физик из технической школы при Пенсильванском университете), **Преспер Эккерт** (1919-1995) (инженер-электронщик):

Первая в мире **ЭЛЕКТРОННАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА (ЭВМ), 1943**

**ENIAC** = **e**lectronic **n**umeric **i**ntegrator **a**nd **c**alculator = электронный цифровой интегратор и калькулятор

26 м в длину, 6 м в высоту, вес 35 т, ввод программы – с коммутационного поля.

14. **Джон фон Нейман** (США) (1904-1957), участник Манхэттенского проекта по созданию атомной бомбы, выдающийся математик. «**Манифест фон Неймана**»:

1946г.: 6 принципов построения цифровых ЭВМ, «**неймановская структура ЭВМ**»

1. ЭВМ должны работать в **ДВОИЧНОЙ** системе счисления (не в десятичной!)
2. Программа должна размещаться в одном из блоков ЭВМ – **в запоминающем устройстве**, обладающем большой емкостью и высокой скоростью выборки и записи команд для ЭВМ
3. Программа (так же, как и числа, с которыми оперирует ЭВМ), записывается в двоичном коде. **По форме представления команды и числа – однотипны**. В связи с этим:
  - а). Промежуточные результаты вычислений, константы и другие числа могут размещаться **в том же запоминающем устройстве**, что и программа.
  - б). Числовая форма записи программы позволяет производить **вычислительные операции над командами**. Отсюда – возможность условных переходов и циклов.
4. Память ЭВМ должна быть устроена **иерархически**: сверхбыстрая, оперативная, внешняя память (чтобы согласовать скорость вычислений со скоростью работы памяти)
5. Арифметическое устройство ЭВМ реализует **ТОЛЬКО операцию сложения**. Создание электронных схем для выполнения других арифметических операций нецелесообразно.
6. В ЭВМ должен использоваться **ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ принцип организации** вычислений (одновременно по всем разрядам машинного слова).

## Элементы современной истории вычислительной техники

### Ванневар Буш (1890-1974) – царь науки.

*Чтобы понять мир Билла Гейтса и Билла Клинтона, постарайтесь сначала понять Ванневара Буша (Майкл Шерри, историк технологий, США)*

Организатор Манхеттенского проекта (1942: назван персоной, от которой зависит – выиграет США войну или проиграет). Организатор науки, ученый, инженер, преподаватель.

Тезисы, сформулированные в книге «**Предел науки – бесконечность**» (1945)

1. Правительство должно **поддерживать фундаментальные исследования**
2. Финансировать следует **конкретных ученых**, а не проекты.
3. Средства должны выделяться тем организациям, где исследования проводятся в обстановке **открытости**
4. Предпочтение следует отдавать **университетам** как наиболее открытым организациям
5. Необходимо финансировать наиболее перспективных исследователей – а потому **поддерживать тех студентов, которые посвящают себя науке**, вне зависимости от послужного списка и финансовых возможностей
6. Управление фундаментальными исследованиями должно быть сконцентрировано в одном **гражданском** агентстве, даже если они делаются в интересах министерства обороны
7. Исследования, проводимые в промышленных компаниях, ориентированы на создание конечных продуктов и поэтому **не могут** рассматриваться как фундаментальные



## Даг Энгельбарт – преемник и последователь Ванневары Буша

1. Изобретатель мыши
2. Понимание компьютера как инструмента для расширения интеллектуальных возможностей человека. **Объединение «человек-машина», в котором не нужно пытаться заменить человека машиной, а оставить за ЭВМ только нетворческие задачи.**
3. Создание ряда программных и технических решений, которые сегодня можно признать **классическими**:

Редактирование текста в реальном времени.

Гипертекстовые ссылки

Телеконференция и электронная почта

Конфигурирование рабочего места в соответствии с потребностями пользователя

**Мышь** для указания позиции на экране

**Многооконная** система вывода информации на экран

Система подсказок (**help**) с контекстной привязкой

Мультимедиа

Архитектура клиент-сервер

**Универсальный пользовательский интерфейс**

«День рождения» сети **29.10.1969**: произошло испытание сети **ARPANet**, соединившей первые 2 узла будущей глобальной сети (500 км, Стэнфордский университет – Калифорнийский университет)

### Этапы:

1945-1960

Теоретические работы по интенсивному взаимодействию человека с машиной, появление первых интерактивных устройств и ЭВМ с режимом разделения времени

1961-1970

Разработка технических принципов коммутации пакетов, «блуждающих» по сети. Ввод в действие ARPANet

1971-1980

Число узлов ARPANet возросло до десятков, появилась электронная почта, прокладываются специальные кабельные соединения между узлами сети

1981-1990

Принят протокол обмена сообщениями в сети (TCP/IP), вводится система имен доменов сети, число хостов доходит до 100 000.

**День программиста:** 256-й день с начала года (первый день года имеет номер 0): в високосный год приходится на **12.09**, а в обычной год – на **13.09**

1997: опубликована книга профессора кафедры информатики университета штата Виржиния Джона Ли: **КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПИОНЕРЫ**

**249** фамилий, из них только **2** из бывшего СССР: академики

**Виктор Михайлович Глушков** (теория глобальных вычислительных сетей) и **Андрей Петрович Ершов** (теория алгоритмов и программирования)

Нужно было бы добавить сюда имя акад. Лебедева С.А., конструктора вычислительной техники, руководителя проекта по созданию ряда машин **БЭСМ** (**б**ольших **э**лектронных **с**четных **м**ашин), скорость вычислений в которых впервые в мире преодолела рубеж 1 млн операций в секунду

**Супер-ЭВМ CRAY:**  
(разработка Сеймора Крея)

Скорость вычислений – почти **ПЕТАФЛОП**, т.е. тысяча триллионов операций с плавающей точкой в секунду.

Техническая база: 12 кластеров с **2048** процессоров в каждом. Емкость оперативной памяти **65,5 Терабайт** = 1000 гигабайт = 1000000 мегабайт

ENIAC, 1946	Микропроцессор Intel, 1977
Объем памяти: рост в <b>1000</b> раз	
Размер: уменьшение в <b>30 000</b> раз	
Надежность: увеличение в <b>1000</b> раз	
Быстродействие: увеличение в <b>2000</b> раз	

Стоимость 1 Мбайт памяти: 1983г.: 300\$    1997г.: 0.21\$

Стоимость ЭВМ:

Notebook 2000\$

IBM-360 с теми же возможностями 20 лет назад: 10 млн \$

## Что дальше?

Техническая база: **баллистические транзисторы**, время переключения которых – несколько **фемптосекунд** ( $10^{-15}$ с, одна квадрильонная секунды,

$$\frac{1}{100000000000000000}$$

### Голографическая память

**Одноэлектронные транзисторы** (1 бит информации представляется одним электроном, абсолютный предел интеграции транзисторов в чипе).

(предел **технических** возможностей ЭВМ, создаваемых на базе электроники)

Два выхода:

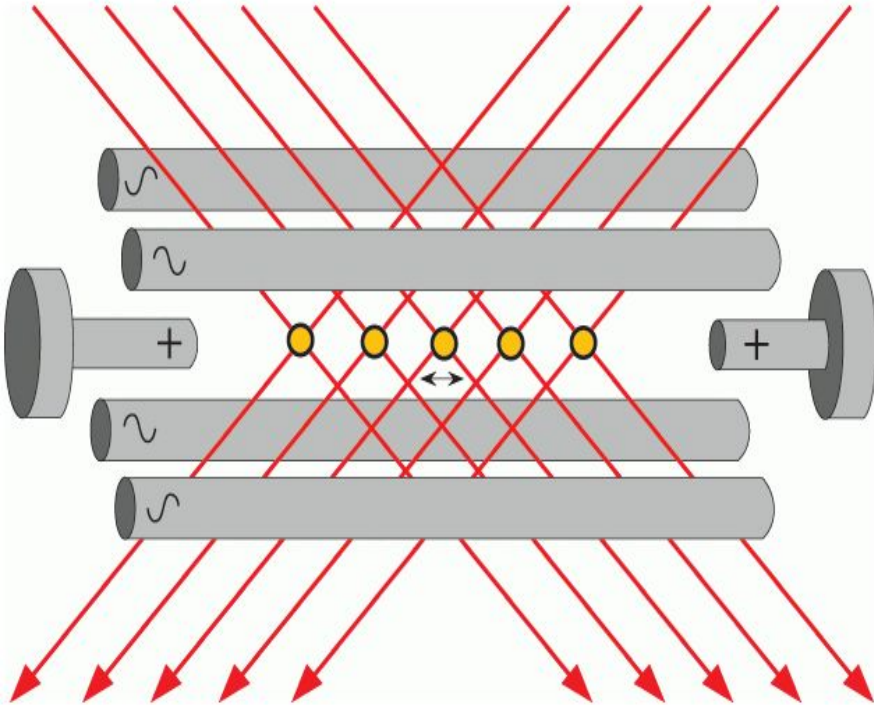
1. **Программный**: объединение вычислительных мощностей ЭВМ, имеющих у **всех людей мира**

2. **Технический**: переход к иной технической базе, не основанной на электронике

**WWG**, World Wide Grid, всемирная широкая вычислительная сеть

**Квантовый компьютеринг**

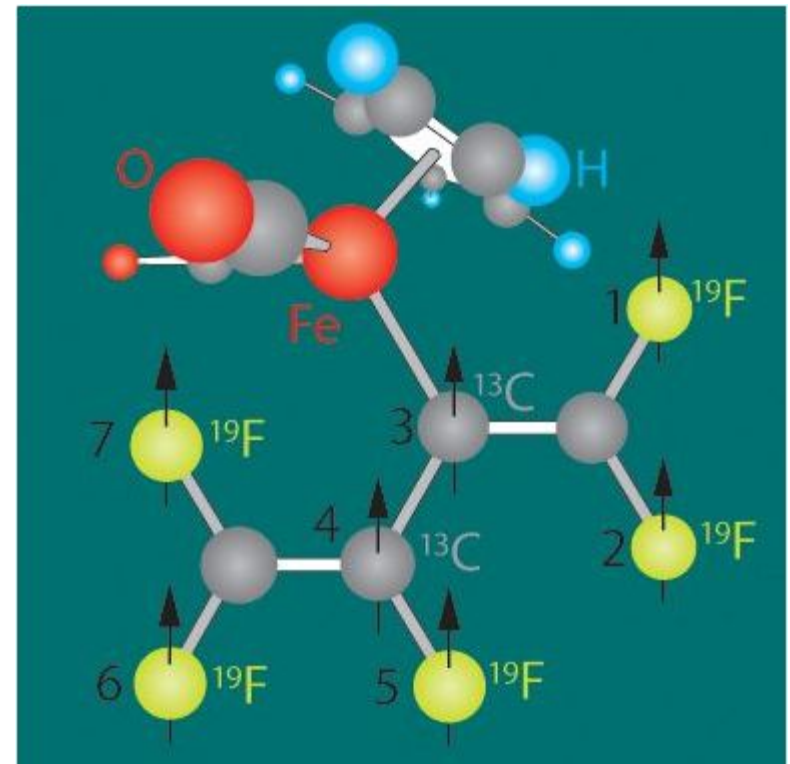
## Путь 2: техническая революция.



Ионная ловушка как квантовый процессор.  
Каждый ион (кубит) адресуется парой  
лазерных лучей.

## Квантовый компьютеринг

Основная идея: вместо кодирования 1/0 включением/отключением электрического сигнала переключать лазером направление **спина атома**. Единица кодирования **qubit**, **quantum bit**, квантовый бит, кубит



Молекула (7 кубит), созданная в фирме IBM

## Квантовый компьютеринг

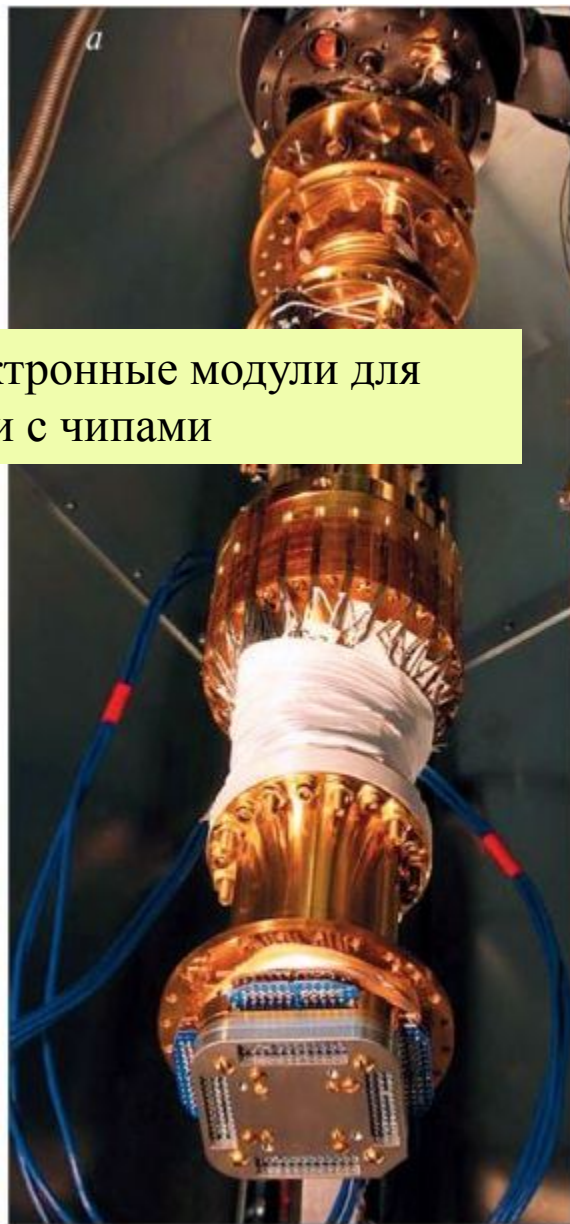


**13.02.2007:** демонстрация **квантового компьютера Orion** (на 20 лет раньше, чем предсказывали ученые).

**Одновременное** осуществление 65 536 вычислительных потоков, практически неограниченная вычислительная мощность.

Проблема компьютерной безопасности. Система RSA-129 (разложение на простые множители 129-разрядного числа): взлом требует параллельной работы 1600 обычных мощных компьютеров в течение 8 месяцев. Если бы шифр основывался на 300-разрядном числе, то для взлома потребовалось бы **13 млрд лет** (возраст вселенной). Квантовые компьютеры решают такую задачу за секунды.

Квантовый компьютер работает при температуре  $0,004^{\circ}\text{K}$  ( $-273,15^{\circ}\text{C}$ ), охлаждается жидким гелием, находится в Канаде



Электронные модули для связи с чипами



Квантовый компьютер



Кремниевый квантовый чип с 16-ю кубитами

## Путь 1: программная революция.

## Генерация новых знаний **СЕТЕВЫМ ЧЕЛОВЕКО-МАШИНЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ**

Существующие глобальные компьютерные сети создают предпосылку к появлению информационной субстанции, в недрах которой неизбежно возникнет системообразующий компонент, приводящий к лавинообразному самоорганизующемуся процессу возникновения **КОЛЛЕКТИВНОГО РАЗУМА**. Этот разум будет обладать собственной волей и способностью к постановке собственных целей (т.е. обладать свойством *целеполагания*)

*Предшественники:* **проект SETI@Home**: добровольное использование более 1 млн. домашних компьютеров для параллельной обработки сигналов, получаемых из космоса самым большим радиотелескопом. Поиск сигналов, посылаемых внеземным разумом

*Проекты:* система «**оценка-перемешивание**» для коллективного составления фоторобота по воспоминаниям свидетелей

*Перспектива:* **виртуальный суперкомпьютер**, состоящий из объединенных вычислительных ресурсов пользователей и доступный каждому.