

## Исторический аспект



1642–1945 – Механические компьютеры (нулевое поколение)

1945–1955 – Электронные лампы (первое поколение)

1955–1965 – Транзисторы (второе поколение)

1965–1980 – Интегральные схемы (третье поколение)

1980–? – Сверхбольшие интегральные схемы (четвёртое поколение)

Невидимые компьютеры (пятое поколение)

## Механические компьютеры (нулевое поколение)



В 1642 году Блезом Паскалем, французским учёным, в честь которого назван один из языков программирования, была сконструирована счётная машина, которая могла выполнять только операции сложения и вычитания.

Она представляла собой механическую конструкцию с шестерёнками и ручным приводом.

Через тридцать лет, немецкий математик Готфрид Вильгельм Лейбниц построил другую механическую машину, которая помимо сложения и вычитания могла выполнять операции умножения и деления. В сущности, Лейбниц три века назад создал подобие карманного калькулятора с четырьмя функциями.

## Механические компьютеры (нулевое поколение)



В 1822 году Чарльз Бэббидж, профессор математики Кембриджского Университета, разработал и сконструировал аналитическую машину, которая, как и машина Паскаля, могла лишь складывать и вычитать, подсчитывала таблицы чисел для морской навигации.

В машину был заложен только один алгоритм – метод конечных разностей с использованием полиномов. У этой машины был довольно интересный способ вывода информации: результаты выдавливались стальным штампом на медной дощечке, что предвосхитило более поздние средства ввода-вывода – перфокарты и компакт-диски.

## Механические компьютеры (нулевое поколение)

Данная машина состояла из четырёх компонентов:

- запоминающее устройство (память),
- вычислительное устройство,
- устройство ввода (для считывания перфокарт),
- устройство вывода (перфоратор и печатающее устройство).

Память состояла из 1000 слов по 50 десятичных разрядов; каждое из слов содержало переменные и результаты. Вычислительное устройство принимало операнды из памяти, затем выполняло операции сложения, вычитания, умножения или деления и возвращало полученный результат обратно в память. Как и разностная машина, это устройство было механическим.

Аналитическая машина программировалась на элементарном ассемблере, программное обеспечение, было сделано Адой Лавлейс.

## Механические компьютеры (нулевое поколение)



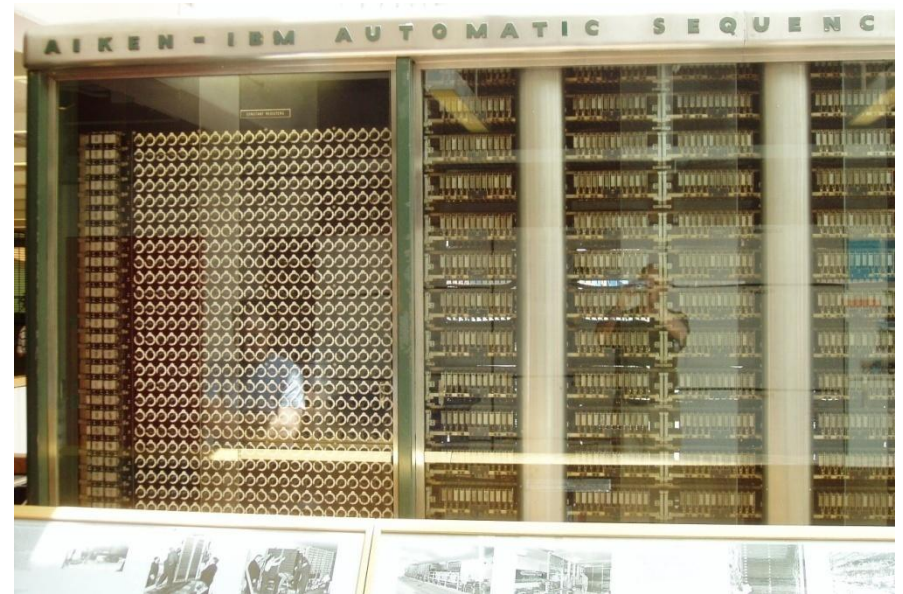
Конец 1930-х годов – Конрад Зус сконструировал несколько автоматических счётных машин с использованием электромагнитных реле. К сожалению, его машины были уничтожены во время бомбежки Берлина в 1944 году, поэтому его работа никак не повлияла на будущее развитие компьютерной техники.

В 1940 году Джордж Стибитс продемонстрировал автоматическую счётную машину в Дартмутском колледже на конференции, на которой присутствовал ничем не примечательный на тот момент профессор физики из университета Пенсильвании Джон Моушли (John Mauchley), ставший позднее очень известным в области компьютерных разработок.

## Механические компьютеры (нулевое поколение)

В 1944 году Говард Айкен разработал свой первый компьютер под названием «Mark I». Его компьютер имел 72 слова по 23 десятичных разряда каждое и мог выполнить любую команду за 6 секунд. В устройствах ввода-вывода использовалась перфолента.

К тому времени, как Айкен закончил работу над компьютером «Mark II», релейные компьютеры уже устарели.



«Mark I» - первый компьютер Говарда Айкена

## Электронные лампы (первое поколение)

- В начале второй мировой войны немцами использовались радиогаммы, которые были закодированы с помощью прибора под названием ENIGMA, предшественник которого был спроектирован Томасом Джефферсоном.
- Англичанам удалось приобрести ENIGMA у поляков, которые, в свою очередь, украли её у немцев. Однако, чтобы расшифровать закодированное послание, требовалось огромное количество вычислений, и их нужно было произвести сразу после перехвата радиогаммы.
- Поэтому британское правительство основало секретную лабораторию для создания электронного компьютера под названием COLOSSUS.

## Электронные лампы (первое поколение)

---

- В 1943 году начал работать электронный компьютер COLOSSUS, в создании которой принимал участие знаменитый британский математик Алан Тьюринг.
- Это был первый в мире электронный цифровой компьютер.
- Но, поскольку британское правительство полностью контролировало этот проект и рассматривало его как военную тайну на протяжении 30 лет, COLOSSUS не стал базой для дальнейшего развития компьютеров.



## Электронные лампы (первое поколение)

- В 1943 году Моушли и Дж. Преспер Экерт начали конструировать ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer – электронный цифровой интегратор и калькулятор) – электронный компьютер, который состоял из 18 000 электровакуумных ламп и 1500 реле, весил 30 тонн и потреблял 140 киловатт электроэнергии. У машины имелось 20 регистров, причем каждый из них мог содержать 10-разрядное десятичное число.
- В 1946 году работа над ENIAC была закончена. В ENIAC было установлено 6000 многоканальных переключателей и имелось множество кабелей, протянутых к разъемам. Моушли и Экерту организовали школу, где они рассказывали о своей работе коллегам-ученым. В этой школе и зародился интерес к созданию больших цифровых компьютеров.

## Электронные лампы (первое поколение)

- В 1949 году Морис Уилкс сконструировал EDSAC – первый рабочий компьютер.
- Затем – JOHNIAC в корпорации Rand, ILLIAC в Университете Иллинойса, MANIAC в лаборатории Лос-Аламоса и WEIZAC в Институте Вайцмана в Израиле.
- В то время как Экерт и Моушли работали над машиной EDVAC, один из участников проекта ENIAC, **Джон Фон Нейман** в Принстоне сконструировал собственную версию EDVAC под названием IAS (Immediate Address Storage – память с прямой адресацией).



EDSAC – первый рабочий компьютер

## Электронные лампы (первое поколение)

- Фон Нейман пришёл к мысли, что программа должна быть представлена в памяти компьютера в цифровой форме, вместе с данными.
- Им также было отмечено, что десятичная арифметика, используемая в машине ENIAC, где каждый разряд представлялся десятью электронными лампами (1 включена, остальные выключены), должна быть заменена параллельной бинарной арифметикой.

Машина фон Неймана состояла из пяти основных частей:

- памяти,
- арифметико-логического устройства,
- устройства управления,
- устройства ввода,
- устройства вывода.

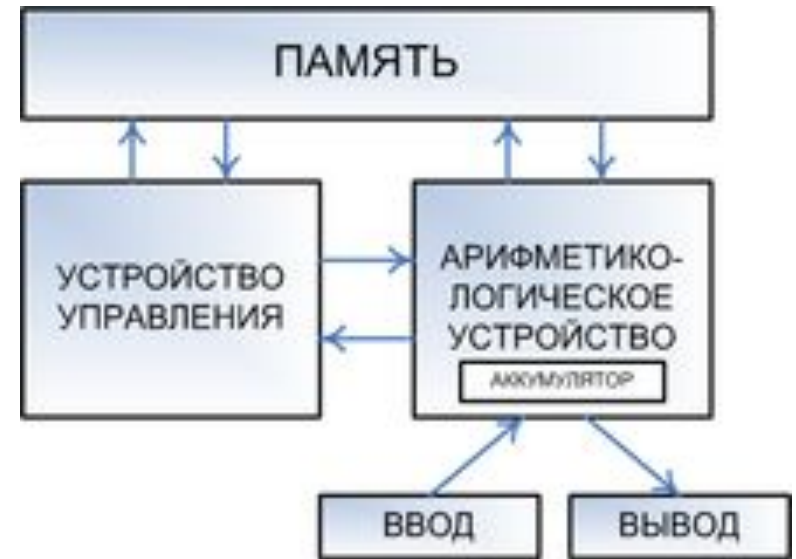
Память включала 4096 слов размером по 40 бит (бит: 0 или 1).

Каждое слово содержало или 2 команды по 20 бит, или целое число со знаком на 40 бит.

8 бит указывали на тип команды, а остальные 12 бит определяли одно из 4096 слов.

## Электронные лампы (первое поколение)

- Арифметический блок и блок управления составляли «мозговой центр» компьютера. В современных машинах эти блоки сочетаются в одной микросхеме, называемой центральным процессором (ЦП).



Внутри арифметико-логического устройства находился особый внутренний регистр на 40 бит, так называемый аккумулятор.

Типичная команда добавляла слово из памяти в аккумулятор или сохраняла содержимое аккумулятора в памяти. Эта машина не выполняла арифметические операции с плавающей точкой, поскольку Фон Нейман считал, что любой сведущий математик способен держать плавающую точку в голове.

## Электронные лампы (первое поколение)

- В 1953 году фирма IBM построила компьютер 701.
- В 701 было 2048 слов по 36 бит, каждое слово содержало две команды.
- В 1956 году появился компьютер 704, у которого было 4 Кбайт памяти на магнитных сердечниках, команды по 36 бит и процессор с плавающей точкой.
- В 1958 году компания IBM начала работу над последним компьютером 709 на электронных лампах, который по сути представлял собой усложненную версию 704.



Компьютер IBM 701

## Транзисторы (второе поколение)

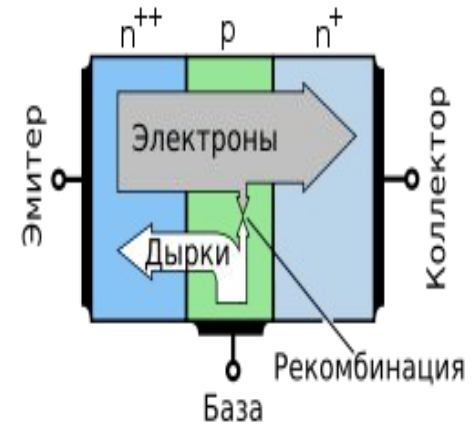
- В 1956 году сотрудниками лаборатории Bell Labs Джоном Бардином, Уолтером Браттейном и Уильямом Шокли был изобретен транзистор, за что они получили Нобелевскую премию в области физики.
- Транзисторы совершили революцию в производстве компьютеров, и к концу 1950-х годов компьютеры на вакуумных лампах уже безнадежно устарели.



Копия первого в мире  
работающего транзистора

# Транзисторы (второе поколение)

- Транзистор (англ. transistor), полупроводниковый триод – радиоэлектронный компонент из полупроводникового материала, обычно с тремя выводами, позволяющий входным сигналам управлять током в электрической цепи.
- Обычно используется для усиления, генерации и преобразования электрических сигналов.
- В общем случае транзистором называют любое устройство, которое имитирует главное свойство транзистора изменения сигнала между двумя различными состояниями при изменении сигнала на управляющем электроде.

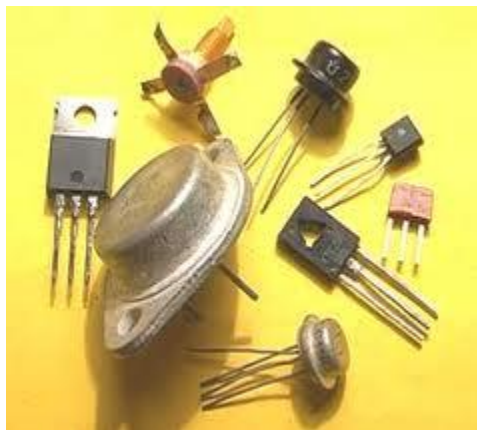


Структура биполярного n-p-n транзистора. Ток через базу управляет током «коллектор-эмиттер»



Компьютер IBM 701

# Транзисторы (второе поколение)



- Первый компьютер на транзисторах TX-0 (Transistorized experimental computer 0 – экспериментальная транзисторная вычислительная машина 0) был построен в лаборатории МТИ. Он содержал слова из 16 бит, как и Whirlwind I.
- TX-0 предназначался только для тестирования будущей машины TX-2.
- В 1957 Кеннет Ольсен основал компанию DEC (Digital Equipment Corporation – корпорация по производству цифровой аппаратуры), чтобы производить серийную машину, сходную с TX-0.



## Транзисторы (второе поколение)

- В 1961 году появился компьютер PDP-1, который имел 4096 слов по 18 бит и быстродействие 200 000 команд в секунду.
- Данный параметр был в два раза больше, чем у 7090, транзисторного аналога 709.
- PDP-1 был самым быстрым компьютером в мире в то время.
- PDP-1 стоил 120 000 долларов, в то время как 7090 стоил миллионы.
- Компания DEC продала десятки компьютеров PDP-1, и так появилась компьютерная промышленность.
- Одним из нововведений PDP-1 был дисплей размером 512 x 512 пикселей, на котором можно было рисовать точки.



Компьютер PDP-1.

## Транзисторы (второе поколение)

- В 1964 году компания CDC (Control Data Corporation) выпустила машину 6600, которая работала почти на порядок быстрее, чем 7094.
- Этот компьютер для сложных расчетов пользовался большой популярностью.
- Секрет столь высокого быстродействия заключался в том, что внутри ЦПУ (центрального процессора) находилась машина с высокой степенью параллелизма, у которой было несколько функциональных устройств для сложения, умножения и деления, и все они могли работать одновременно.



Компьютер CDC  
6600 (1964)

# Транзисторы (второе поколение)

- Центральный процессор производил только подсчет чисел, а остальные функции (управление работой машины, а также ввод и вывод информации) выполняли маленькие встроенные компьютеры. Некоторые принципы работы устройства 6600 используются и в современных компьютерах.
- Разработчик компьютера 6600 Сеймур Крей был легендарной личностью, как и Фон Нейман. Он посвятил всю свою жизнь созданию очень мощных компьютеров, которые сейчас называют суперкомпьютерами. Среди них можно назвать 6600, 7600 и Cray-1.



Компьютер CDC  
6600 (1964)

## Интегральные схемы (третье поколение)

- В 1958 году Роберт Нойс создал кремниевую интегральную схему, что дало возможность размещения на одной небольшой микросхеме несколько десятков транзисторов. Компьютеры на интегральных схемах были меньшего размера, работали быстрее и стоили дешевле, чем их предшественники на транзисторах.
- К 1964 году компания IBM лидировала на компьютерном рынке, но существовала одна большая проблема: компьютеры 7094 и 1401, которые она выпускала, были несовместимы друг с другом.
- 7094-й предназначался для сложных расчётов, в нём использовалась двоичная арифметика на регистрах по 36 бит, на 1401 применялась десятичная система счисления и слова разной длины. Многим покупателям они не нравились ввиду их несовместимости.

## Интегральные схемы (третье поколение)

- Линейка транзисторных компьютеров System/360, которые были предназначены как для научных, так и для коммерческих расчётов, была выпущена компанией IBM с целью заменить предыдущие две серии.
- Это было целое семейство компьютеров для работы с одним языком (ассемблером). Каждая новая модель была больше по возможностям, чем предыдущая.
- В течение нескольких лет большинство компьютерных компаний выпустили серии сходных машин с разной стоимостью и функциями.
- В памяти транзисторных компьютеров System/360 могло находиться одновременно несколько программ, и пока одна программа ждала, когда закончится процесс ввода-вывода, другая выполнялась. В результате ресурсы процессора расходовались более рационально.

## Интегральные схемы (третье поколение)

- Компьютеру 360 удалось разрешить дилемму между двоичной и десятичной системами счисления: у этого компьютера было 16 регистров по 32 бит для бинарной арифметики, но память состояла из байтов, как у 1401. В 360-м использовались такие же команды для перемещения записей разного размера из одной части памяти в другую, как и в 1401.



Компьютер IBM System/360.

# Сверхбольшие интегральные схемы (четвёртое поколение)

- В 1980-х годах появление сверхбольших интегральных схем позволило помещать на одну плату сначала десятки тысяч, затем сотни тысяч и, наконец, миллионы транзисторов. Это привело к созданию компьютеров меньшего размера и более быстродействующих. К этому времени цены упали так сильно, что возможность приобрести компьютеры появилась не только у организаций, но и у отдельных людей. Началась эра персональных компьютеров.
- Персональные компьютеры применялись для обработки слов, электронных таблиц, а также для выполнения приложений с высоким уровнем интерактивности (например, игр), с которыми большие компьютеры не справлялись.

# Сверхбольшие интегральные схемы (четвёртое поколение)



- Первые персональные компьютеры продавались в виде комплектов, которые содержали:
  - печатную плату,
  - набор интегральных схем,
  - обычно включающий схему Intel 8080,
  - несколько кабелей,
  - источник питания,
  - 8-дюймовый дисковод.



# Сверхбольшие интегральные схемы (четвёртое поколение)

- Сложить из этих частей компьютер и написать программное обеспечение к нему покупатель должен был сам. Позднее для Intel 8080 появилась операционная система CP/M, написанная Гари Килдаллом.
- Самый покупаемый компьютер в истории – IBM PC. Компьютер Apple был разработан Стивом Джобсом и Стивом Возняком. Данный компьютер стал чрезвычайно популярным среди домашних пользователей и школ, что в мгновение ока сделало компанию Apple серьёзным игроком на рынке.
- В 1981 году появился компьютер IBM PC и стал самым покупаемым компьютером в истории.



IBM PC.

## Сверхбольшие интегральные схемы (четвёртое поколение)

- Бурному производству персональных компьютеров послужило то, что компания IBM, вместо того чтобы держать проект машины в секрете (или, по крайней мере, оградить себя патентами), как она обычно делала, опубликовала полные проекты, включая все электронные схемы, в книге стоимостью 49 долларов.
- Эта книга помогла другим компаниям производить сменные платы для IBM PC, что повысило бы совместимость и популярность этого компьютера.
- Однако, как только проект IBM PC стал широко известен, многие компании начали делать клоны PC и часто продавали их гораздо дешевле, чем IBM (поскольку все составные части компьютера можно было легко приобрести).

# Сверхбольшие интегральные схемы (четвёртое поколение)

- Первая версия IBM PC была оснащена операционной системой MS-DOS, которую выпускала тогда ещё крошечная корпорация Microsoft. IBM и Microsoft совместно разработали последовавшую за MS-DOS операционную систему OS/2, характерной чертой которой был графический пользовательский интерфейс (Graphical User Interface, GUI), сходный с интерфейсом Apple Macintosh. Между тем компания Microsoft также разработала собственную операционную систему Windows, которая работала на основе MS-DOS, на случай, если OS/2 не будет иметь спроса. OS/2 действительно не пользовалась спросом, а Microsoft успешно продолжала выпускать операционную систему Windows, что послужило причиной грандиозного раздора между IBM и Microsoft.
- Легенда о том, как крошечная компания Intel и ещё более крошечная, чем Intel, компания Microsoft умудрились свергнуть IBM, одну из самых крупных, самых богатых и самых влиятельных корпораций в мировой истории, подробно излагается в бизнес-школах всего мира.

## Сверхбольшие интегральные схемы (четвёртое поколение)

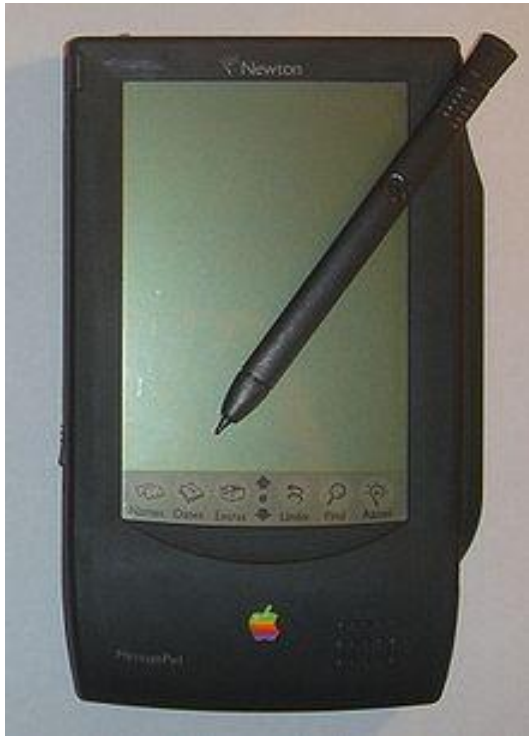
- С 1982 по 1989 год были выпущены версии процессоров Intel: 186-й (1-го поколения), 286-й (2-го поколения), 386-й (3-го поколения), 486-й (4-го поколения).
- В 1993 г. появился процессор под новой торговой маркой Pentium, являющийся процессором Intel 5-го поколения. Современные процессоры Intel Pentium гораздо быстрее 486-го процессора, но с точки зрения архитектуры они просто представляют собой его более мощные версии.
- В середине 1980-х годов на смену CISC (Complex Instruction Set Computer – компьютер с полным набором команд) пришёл компьютер RISC (Reduced Instruction Set Computer – компьютер с сокращённым набором команд). RISC-команды были проще и работали гораздо быстрее.

## Сверхбольшие интегральные схемы (четвёртое поколение)

В 1990-х годах появились суперскалярные процессоры, которые могли выполнять много команд одновременно, часто не в том порядке, в котором они располагаются в программе.

Вплоть до 1992 года персональные компьютеры были 8-, 16- и 32-разрядными. Затем появилась революционная 64-разрядная модель Alpha производства DEC – самый что ни на есть настоящий RISC-компьютер, намного превзошедший по показателям производительности все прочие ПК.

Впрочем, тогда коммерческий успех этой модели оказался весьма скромным – лишь через десятилетие 64-разрядные машины приобрели популярность, да и то лишь в качестве профессиональных серверов.



Apple Newton

## Невидимые компьютеры (пятое поколение)

- В 1981 году правительство Японии объявило о намерениях выделить национальным компаниям 500 миллионов долларов на разработку компьютеров пятого поколения на основе технологий искусственного интеллекта.
- Однако, японский проект разработки компьютеров пятого поколения в конечном итоге показал свою несостоятельность: идея настолько опередила свое время, что для её реализации не нашлось адекватной технологической базы.
- То, что можно назвать пятым поколением компьютеров, все же материализовалось, но в весьма неожиданном виде – компьютеры начали стремительно уменьшаться.
- Модель Apple Newton, появившаяся в 1993 году, наглядно доказала, что компьютер можно уместить в корпусе размером с кассетный плеер.

- Реализованный в Newton рукописный ввод, казалось бы, усложнил дело, но впоследствии пользовательский интерфейс подобных машин, которые теперь называются персональными электронными секретарями (Personal Digital Assistants, PDA), или просто карманными компьютерами, был усовершенствован и приобрел широкую популярность. Многие карманные компьютеры сегодня не менее мощны, чем обычные ПК двух-трехлетней давности.
- Значительно большее значение придается так называемым «невидимым» компьютерам – тем, что встраиваются в бытовую технику, часы, банковские карточки и огромное количество других устройств. Процессоры этого типа предусматривают широкие функциональные возможности и не менее широкий спектр вариантов применения за весьма умеренную цену. Вопрос о том, можно ли свести эти микросхемы в одно полноценное поколение (а существуют они с 1970-х годов), остается дискуссионным. Факт в том, что они на порядок расширяют возможности бытовых и других устройств. Уже сейчас влияние невидимых компьютеров на развитие мировой промышленности очень велико, и с годами оно будет возрастать.