

# **Вычислительные машины сети и системы**

**Преподаватель:  
Микитенко Игорь Иванович,  
КТН, СНС, доцент**

**8 лк, 8 лр, 70ч ср, 40 контр.р. (аналит. отчет).  
Экзамен**

# Общие принципы построения и архитектуры ЭВМ.

Краткая историческая  
справка.

**ИСТОРИЧЕСКАЯ**

**СПРАВКА**

# Периоды создания и развития вычислительной техники

В истории развития вычислительных машин  
и систем различают  
домеханический,  
механический,  
электрический и  
электронный периоды.

## Домеханический период

Знаменательным событием в области усовершенствования инструментального счета было изобретение логарифмов. В 1614 г. шотландский математик Джон Непер (1550–1617 гг.) опубликовал трактат «Описание удивительных таблиц логарифмов» - первое руководство по вычислениям с помощью логарифмов.

Открытие логарифмов послужило основой для создания логарифмической линейки, появление которой относят к началу XVII века. Первые логарифмические линейки были изобретены в Англии. Почти 3,5 столетия логарифмическая линейка господствовала среди всех счетных средств.

## Механический период

Биографии механических вычислительных машин ведутся от машины восемнадцатилетнего французского математика и физика **Блеза Паскаля (1623 - 1662 г.)**. Первую модель вычислительной машины, которая могла выполнять арифметические операции сложения и вычитания, он создал в 1642 г. В 1645 г. арифметическая машина «Паскалина», или «Паскалево колесо», получает законченный вид. До настоящего времени сохранилось восемь его машин. Одна из них находится в Музее искусств и ремесел в Париже, где собрана полная коллекция математических инструментов.

Первая счетная машина, которая механически производила сложение, вычитание, умножение и деление была изобретена в 1670 г. великим немецким математиком, физиком, философом и изобретателем **Готфридом Вильгельмом Лейбницем (1646 - 1716 г.)**. Машина получила название **арифмометр**, ее окончательный вариант был завершен в 1710 г.

В XIX веке было сделано много открытий в области физики, станкостроения и автоматизации производства, которые положили начало интенсивному развитию вычислительной техники. В 1801 - 1804 гг. **французский изобретатель Ж.М. Жаккар** впервые использовал перфокарты для управления автоматическим ткацким станком.

Самым значительным событием XIX века в области создания вычислительной техники стал проект *разностной машины* английского математика Чарльза Бэббиджа (1791 - 1871 гг.), впервые в истории высказавшего идею создания вычислительных машин с программным управлением. Работать над машиной Ч. Бэббидж начал в 1812 г., к 1822 г. он построил небольшую действующую разностную машину и рассчитал на ней таблицу квадратов. Но более совершенную машину изготовить не удалось, поскольку в то время развитие техники находилось на недостаточно высоком уровне.

Совершенствуя разностную машину, ученый увидел возможность создания нового устройства, способного выполнять сложные вычислительные алгоритмы. В 1833 г. он приступил к работе над машиной, которую назвал *аналитической*. Она должна была отличаться большей скоростью и иметь более простую конструкцию, чем разностная машина.

Аналитическая машина состояла из трех основных блоков: устройства для хранения чисел и системы, которая передает эти числа от одного узла машины к другому (*склад*); устройства, позволяющего выполнять арифметические операции (*фабрика*); устройства для *управления* последовательностью действий машины. В конструкцию аналитической машины входило также *устройство для ввода исходных данных и печати* полученных результатов, т. е. ввод-вывод. Предполагалось, что машина будет действовать по программе, которая задавала бы последовательность операций и последовательность передач чисел со склада на фабрику и обратно.

1841 г. занялась изучением аналитической машины

Ч. Бэббиджа **Ада Августа Байрон (1815-1852 гг.)**, по мужу **Лавлейс**. А. Лавлейс разработала первые программы для аналитической машины, заложив тем самым теоретические основы программирования. Она впервые ввела понятие *цикла операции*. Ей принадлежат некоторые термины, употребляемые программистами и сейчас, например, *рабочие ячейки*. В единственном своем труде – в «Комментариях» она высказала важную мысль о том, что аналитическая машина может решать такие задачи, которые из-за трудности вычислений невозможно решить вручную.

Так впервые машина была рассмотрена не только как механизм, заменяющий человека, но и как устройство, способное выполнить работу, превышающую возможности человека.

**В наши дни А. А. Лавлейс по праву называют первым программистом в мире.**



Крупнейший русский математик и механик **П.Л. Чебышев** создает в 1878 г. арифмометр, выполнявший суммирование и вычитание. В 1881 г. он изобрел приставку к своему прибору для умножения и деления.

В 1880 г. петербургский инженер **В.Т. Однер** создает в России усовершенствованный арифмометр; в 1890 г. он налаживает массовый выпуск арифмометров, нашедших применение во всем мире. Данные в арифмометр вводились вручную, а привод осуществлялся вращением рукоятки. Простота работы с арифмометрами и надежность сделали их популярными. Их модификация **«Феликс»** выпускалась в СССР до 50-х годов XX века.

Важный шаг на пути автоматизации вычислений был сделан американцем **Германом Холлеритом (1860-1929 гг.)**, который изобрел электромеханические машины для вычислений с помощью перфокарт, получившие название **счетно-аналитических** машин.

Работая с 1882 г. в Массачусетском технологическом институте и затем в Бюро патентов США, он начал разрабатывать машины для механизации обработки данных переписи населения. В 1888 г. он создает особое устройство - **табулятор**, в котором информация, нанесенная на перфокарты, расшифровывается с использованием электрического тока.

Перфокарты на специальной машине могли сортироваться по выбранному признаку, числа, пробитые в перфокартах, могли суммироваться, а сумма - пробиваться в перфокарте или печататься. В целом система Г. Холлерита включала перфокарту, перфоратор, позволяющий пробивать отверстия в нужных местах перфокарты, сортировальную машину и табулятор.

**В 1896 г. Г. Холлерит основал фирму по выпуску перфокарт и счетно-перфорационных машин (СПМ). В дальнейшем она была преобразована в известную фирму - производитель вычислительной техники - IBM.**

В 1919 г. академик Н.Н. Павловский создал метод исследования при помощи аналого-математического моделирования и дал ему полное теоретическое обоснование. Он же успешно применил новое средство вычислительной техники - *аналоговую вычислительную машину (АВМ)*, которая была создана для реализации разработанного метода. Этот метод успешно развивался и действовал до 60-х гг., когда он был заменен цифровым моделированием на ЭВМ. Т.о., развитие АВМ в 20-30-х гг. XX века обогнало развитие цифровой техники, так как в этот период еще не было технологической базы, необходимой для создания универсальных ЭВМ. В области цифровой техники продолжала развиваться линия арифмометров и СПМ для выполнения учетных и статистических расчетных работ.

Одной из предпосылок создания ЭВМ было изобретение лампового диода и триода. В 1904 г. Дж.Флеминг (Великобритания) изобрел первый ламповый диод, а в 1906 г. Ли де Форест и Р. Либен (США) - первый триод. Но эра ЭВМ начинается с изобретения лампового триггера. В 1918 г. русский ученый М.А. Бонч-Бруевич изобрел триггер, имевший только два устойчивых положения равновесия: «открыто», «закрыто». Это изобретение имело большое значение для создания в дальнейшем современных вычислительных машин. В 1919 г. независимо от М.А. Бонч-Бруевича такой же прибор изобрели американцы У. Икклз (Экклз) и Ф. Джордан. Триггерные схемы постепенно стали широко применяться в электронике для переключения и релейной коммутации.

В 1931 г. французский инженер Р.-Л.В. Валтат выдвинул идею использования двоичной системы счисления при создании механических счетных устройств.

В начале XX века были проведены исследования в области полупроводников и сконструирована первая электронно-лучевая трубка. В 1907 г. русский ученый Б.Л. Розинг заявил патент на использование в телевидении электроннолучевой трубки. К середине 30-х гг. XX столетия в результате разработок В.К. Зворыкина и Ф. Франсуорта в США, К. Свинтона в Великобритании, В.П. Грабовского, Б.Л. Розинга, П.В. Тимофеева и др. в СССР появляются первые системы электронного телевидения.

В 1936 г. английский математик **Алан Тьюринг** (1912 - 1954 гг.) и независимо от него американский математик **Э.Л. Пост** (1879 - 1954 гг.) выдвинули и разработали концепцию *абстрактной вычислительной машины*.

**А.Тьюринг** опубликовал в 1936 г. статью в журнале Лондонского математического общества с доказательством того, что любой алгоритм может быть реализован с помощью дискретного автомата. Он предложил схему такого автомата, получившего название *машины Тьюринга*.

Машина Тьюринга - гипотетический универсальный преобразователь дискретной информации, теоретическая вычислительная система. Тьюринг и Пост показали принципиальную возможность решения автоматами любой проблемы при условии возможности ее алгоритмизации с учетом выполняемых им операций. Этими работами теоретически была доказана возможность создания универсальной цифровой вычислительной машины (ЦВМ). Перед второй мировой войной А. Тьюринг начал разрабатывать вычислительную машину с широкими логическими возможностями. За три года он разработал первый проект *электронного мозга* - автоматической вычислительной машины ACE - и первым подготовил ряд программ. В 1947 г. он занимается изучением проблемы обучения вычислительной машины.

В 1936 г. немецкий инженер-кибернетик **Конрад Зюс** начал работы по созданию универсальных автоматических цифровых машин с программным управлением на механических элементах. Это была последняя разработка, относящаяся к механическому периоду в истории развития вычислительных машин.

## Электрический период

К 30-м годам XX века стала очевидной связь между релейными схемами и *алгеброй логики (булевой алгеброй)*, основы которой заложил английский математик и логик Джордж Буль (1815 - 1864 г.г.) в работе 1847 г. «Математический анализ логики». Когда появилась принципиальная возможность создания средств вычислительной техники на электрической базе, логические операции, введенные Дж. Булем, оказались весьма полезны. Они изначально ориентированы на работу только с двумя сущностями: *истина и ложь*. Ясно, что они пригодились для работы с двоичным кодом, который в вычислительных машинах представляется двумя сигналами: *выключено и включено (ноль и единица)*. Начиная с 30-х гг. XX века появляются вычислительные машины, использующие логические схемы для электромагнитных реле и оперирующие перфокартами. Эти машины могли выполнять довольно сложные арифметические вычисления.

Первая удачная попытка построить универсальную цифровую машину была предпринята в 1937 г. в США математиком Говардом Айткенем. Г. Айткен начал придумывать различные машины для автоматического решения частных задач, но затем пришел к идее *автоматической универсальной вычислительной машины*. Эта машина получила название *вычислительной машины с автоматическим управлением последовательностью операций* и известна под именем «Марк-1». Над первым вариантом машины Г. Айткен работал до 1944 г., машина создавалась на базе фирмы IBM и имела программное управление, программа набиралась на коммутационных досках и переключателях. Машина была выполнена на релейных и механических элементах.

Это еще не была машина с хранимой программой, однако она уже показала возможность построения автоматических вычислительных машин, состоящих из большого числа логических элементов. Основным логическим элементом в схемах, как и в СПМ, были реле. По сравнению с СПМ машина «Марк-1» имела достаточно длинную последовательность программных кодов и хорошее для своего времени быстродействие. Но, как и всякое механическое устройство, машина не обладала тем быстродействием, которое позволило бы осуществить качественный скачок в технологии вычислений. Улучшенная конструкция на реле повышенной надежности легла в основу цифровой вычислительной машины «Марк-2».

В конце 30-х гг. С.А. Лебедев (1902 - 1974 гг.) в Институте электротехники АН УССР приступил к конструированию ЭВМ, работающей в двоичной системе счисления. В 1941 г. работа была прервана.

В 1939 г. в США Дж. Стибниц закончил работу над релейной машиной фирмы «Белл», начатую в 1937 г. Машина выполняла арифметические операции над комплексными числами в двоично-пятеричной системе их представления. Это был релейный интерпретатор, управляемый программной перфолентой. В 1940 г. был проведен эксперимент по управлению на расстоянии вычислительной машиной «Белл-1». А в 1942 г. Дж. Стибниц сконструировал вычислительное устройство с программным управлением «Белл-2».

В 1940 г. в США под руководством Джона (Яноша) фон Неймана (1903 - 1957 гг.) разработан компьютер MANIAC (Mathematical Analyzer Numerical and Computer).

К первым универсальным ЦВМ с программным управлением на электромеханических элементах относят также машины, разработанные в Германии К.Зюсом к 1941 г. – «Зюс -2» и «Зюс-3». Машина «Зюс-3» была релейной, для нее был разработан язык программирования, она использовалась при расчетах ракет.

Одной из наиболее совершенных релейных вычислительных машин была советская машина РВМ-1, сконструированная в начале 50-х гг. выдающимся инженером Н.И.Бессоновым (1906 - 1963 гг.) и построенная в 1956 г. Эта машина успешно работала до 1966 г.

Главными недостатками релейных машин являлось отсутствие хранимой программы, что обуславливалось небольшим объемом оперативной памяти, и невысокая скорость работы, вызванная низким быстродействием электромеханических релейных переключателей.



## Электронный период

В начале 40-х годов XX века потребность в автоматизации вычислений стала настолько велика, что над созданием машин типа построенных К. Зюсом и Г. Айткеном одновременно работало несколько групп исследователей. В США исследования с ЭВМ продолжил Джон Моучли, который в 1942 г. предложил проект вычислительной машины, предназначенной для военных целей. В 1943 г. начались работы над реализацией проекта Дж. Моучли в Пенсильванском университете под руководством Дж. Моучли и инженера-электронщика Д.П. Эккерта. Ученые начали конструировать вычислительную машину на основе электронных ламп, а не электрических реле. Их машина, названная ENIAC (ЭНИАК) - «Electronic Numerical Integrator and Computer» («электронный цифровой компьютер»), в основном была закончена в 1944 г. Окончательный вариант ЭНИАК, долгое время считавшейся первой электронно-вычислительной машиной, был введен в строй 15 февраля 1946 г.

ЭНИАК предназначался для использования при расчетах баллистических таблиц для орудий береговой обороны США. Первым найденным в США практическим применением ЭНИАК было решение задач для проекта атомной бомбы. В последующее время ЭНИАК использовался в Америке в основном в военных целях: для составления артиллерийских таблиц и таблиц прицельного сбрасывания бомб с самолетов.



Одновременно с постройкой ЭНИАК создавалась ЭВМ и в Великобритании, с целью дешифровки кодов, которыми пользовались вооруженные силы Германии в период второй мировой войны. Математический метод дешифровки был разработан группой математиков, в число которых входил

А. Тьюринг. В начале 40-х годов А. Тьюринг совместно с Х.А. Ньюменом сконструировали машину «Colossus-1», которая в 1943 г. начала работать и которую можно считать первым *электронным компьютером*. Хотя и ЭНИАК и «Колосс» работали на электронных лампах, они по существу копировали электромеханические машины: новое содержание (электроника) было втиснуто в старую форму (структуру доэлектронных машин).

В 1945 г. Дж. фон Нейман разработал концепцию электронно-вычислительной машины EDVAC (Electronic Discrete Variable Computer) с вводимыми в память программами и числами. Сама машина была завершена в 1950 г. Главными элементами концепции были: принцип хранимой программы и принцип параллельной организации вычислений, согласно которому операции над числом проводятся по всем его разрядам одновременно. Запущена машина в эксплуатацию была лишь в 1952 г.

В 1946 г. он выпустил отчет «Предварительное обсуждение логической конструкции электронной вычислительной машины», в котором и были изложены основные принципы логической структуры ЭВМ нового типа.

В отчете обоснованы эти принципы и даны технические проработки их реализации. В нем утверждается, что ЭВМ должна создаваться на электронной основе и работать в **двоичной системе счисления**. В ее состав **должны входить: арифметическое устройство** с представлением чисел в форме с плавающей точкой, **центральное устройство управления, запоминающие устройства** (в т.ч. оперативное запоминающее устройство для чисел и команд и связанное с ним внешнее запоминающее устройство большой емкости), **устройства ввода данных и вывода результатов на печать**. В системе команд должны быть команды **условной и безусловной передачи управления**.

Первый компьютер, в котором были воплощены принципы фон Неймана, был построен в 1949 г. английским профессором Морисом В. Уилксом в Кембриджском университете. Машина называлась EDSAC (Electronic Data Storage Automatic Computer).

Машина «Джониак», построенная в 1946-1952 годах и названная так в честь фон Неймана, имела память на электроннолучевой трубке специальной конструкции. Позднее здесь был применен для запоминающего устройства магнитный барабан, впервые использованный в 1947 г. в небольшой английской вычислительной машине, построенной под руководством Э. и К. Бут. Магнитная лента была впервые использована в 1951 г. на машине UNIVAC-1, построенной Дж. Моучли и Д.П.Эккертом. Это была первая большая вычислительная машина, построенная не по специальному заказу, а для продажи.

Несмотря на то, что исследования в области электроники в нашей стране были начаты на несколько лет позже, чем в США и Великобритании, в сжатые сроки был выполнен ряд проектов цифровых ЭВМ. Первые ЭВМ в нашей стране создавались для решения сложных и трудоемких математических задач. Работы над первой ЭВМ начались в 1946 г. под руководством академика Сергея Алексеевича Лебедева в Институте электротехники АН УССР. В 1947 г. был закончен проект малой электронной счетной машины - МЭСМ. Основные опытно-конструкторские работы, монтаж и испытания прошли в 1949 -1950 гг. В октябре 1951 г. машина была введена в эксплуатацию. **Это была самая быстродействующая тогда машина в Европе.** С ее помощью был решен ряд важных задач, в том числе расчет устойчивости магистральной линии электропередачи Куйбышев - Москва (1951 г.). **Функциональная схема машины удовлетворяла всем принципам Дж. фон Неймана.**

В 1952 г. вступил в строй опытный образец машины БЭСМ (большая электронно-счетная машина), созданный в Институте точной механики и вычислительной техники под руководством С.А.Лебедева. По многим параметрам БЭСМ превосходила EDVAC, в ней были осуществлены решения, вошедшие в практику вычислительной техники только через несколько лет. БЭСМ-2 имела оперативную память на электронно-акустических линиях задержки, затем - на электронно-лучевых трубках и позже - на ферритовых сердечниках. Внешнее запоминающее устройство состояло из магнитных барабанов и магнитной ленты.

В Лаборатории управляющих машин и систем Энергетического института АН СССР под руководством И.С. Брука и М.А. Карцева в 1952 г. была введена в действие машина М-2 средней мощности и малая машина М-3.

Серийное производство ЭВМ в нашей стране началось в 1953 г. Под руководством Ю.Я. Базилевского и Б.И. Рамеева была разработана машина «Стрела», выпускавшаяся малой серией. В 1955 г. в Пензе начался выпуск малой ЭВМ «Урал-1», созданной также под руководством Б.И. Рамеева. В 50-е годы также разработаны серийные ЭВМ: в Ереване под руководством Ф.Т. Саркисяна – «Раздан», в Минске (В.В. Пржиялковский и др.) - ЭВМ «Минск», а в Киеве – «Киев». В 1958 г. самой мощной в Европе была советская ЭВМ М-20. Она была создана объединенными усилиями коллективов С.А. Лебедева и Ю.Я. Базилевского.

**С переходом к серийному производству ламповых ЭВМ с хранимой программой начинается период машин *первого поколения*. Здесь история развития вычислительной техники переходит в историю поколений ЭВМ.**

# ПОКОЛЕНИЯ ЭВМ

## Первое поколение. Электровакuumные лампы.

Первое поколение ЭВМ (с начала и до конца 50-х гг. XX века) - машины громоздкие, использовавшиеся в крупных научных центрах для решения задач в области ядерной физики, ракетной техники, космоса и метеорологии. Они отличались большим потреблением энергии, низкой надежностью, малым быстродействием. Программирование на них - в машинных кодах.

**Нововведения:** Улучшение характеристик электронных ламп и постепенный переход к полупроводникам завершился заменой ламповых триодов транзисторами. Первые серийные универсальные ЭВМ на транзисторах выпущены в 1958 г. в США, Японии и ФРГ, в 1959 г. - в Великобритании, в 1960 г. - во Франции, в 1961 г. - в СССР. Была создана оперативная память на ферритовых сердечниках и внешняя память на МД. В 1957 г. начался серийный выпуск машин с памятью на МД. В организации вычислительного процесса нововведение - *совмещение во времени вычислений и ввода-вывода информации* (серийные модели, разработанные в США (IBM-704 (1956 г.) и IBM-709 (1958 г.)) и в СССР (М-20 (1958 г.)). В программировании - разработки методов программирования в символических обозначениях и появление алгоритмических языков. В СССР в 1952-1953 гг. А.А. Ляпунов разработал операторный метод программирования, а в 1953-54 гг. Л.В.Канторович - концепцию крупноблочного программирования.

Т.о., с первым поколением ЭВМ связаны разработки основ программирования, достижение сравнительно емкой и быстрой памяти, переход к ЭВМ на стандартных и специализированных блоках, разработка устройств ввода-вывода (УВВ) информации на перфокартах и перфолентах.

**Характерные черты ЭВМ первого поколения:**

- **Элементная база:** электронно-вакуумные лампы, резисторы, конденсаторы. Соединение элементов - навесной монтаж проводами;
- **Габариты:** ЭВМ выполнена в виде громоздких шкафов и занимает специальный машинный зал;
- **Быстродействие:** 10-20 тыс. оп/сек;
- **Эксплуатация:** слишком сложна из-за частого выхода из строя;
- **Программирование:** трудоемкий процесс в машинных кодах. Общение с ЭВМ требовало от специалистов высокого профессионализма.

## Второе поколение. Транзисторы.

Второе поколение - конец 50-х - начало 60-х годов XX века. Использование транзисторов позволило уменьшить размеры и потребляемую мощность устройств. Первый компьютер на транзисторах - в США в 1954-1957 гг. Всего в мире было изготовлено около 30 тыс. таких ЭВМ, причем произошел сдвиг в области их применения. Если в начале 50-х гг. ЭВМ использовались для научно-технических расчетов, то в 60-е гг. первое место стала занимать обработка символьной информации, в основном экономической. К середине 60-х годов появились более компактные внешние устройства для компьютеров, что позволило фирме Digital Equipment Corporation выпустить в 1965 г. первый мини-компьютер PDP-8.

Более дешевая элементная база позволила удешевить ЭВМ, уменьшить их габариты, повысить быстродействие и емкость памяти. Получает развитие мультипрограммирование - совмещение во времени выполнения различных программ, а также переход от машинных к алгоритмическим языкам. К 1967 г. - уже около 1000 таких языков. В 1953-57 гг. в США (Дж. Бейкус) разработан язык Fortran - «переводчик формул». В 1957 г. - алгоритмический язык Algol. В конце 50-х г. Дж. Маккарти в Массачусетском технологическом институте (МТИ, США) разрабатывает LISP для работ по проблеме искусственного интеллекта. В 1960 г. в США создается COBOL - язык для обработки коммерческой информации. В этом же г. С.Пейперт с коллегами из МТИ предлагают язык LOGO, с помощью которого можно управлять «черепашкой» - программной моделью малого робота. В 1965 г. Дж.Кемени и Т.Курц в США разрабатывают язык BASIC, который первоначально предназначался для вводного курса по информатике. BASIC - Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code - многоцелевой символический код-инструкция для начинающих. ПО становится фактором, определяющим стоимость машины.

Первые ЦВМ на полупроводниках в СССР - с 1961 г. Для научных расчетов - ЭВМ средней мощности: М-220, БЭСМ-3, БЭСМ-4 (Москва), Урал-11, -14, -16 (Пенза), в Минск-22, -23, -32 (Минск), Раздан-2, -3 (Ереван). В 1961 г.- первая в стране серийная универсальная полупроводниковая ЭВМ Днепр-1. Принципы совместимости машин (однотипность архитектуры) и агрегатной комплектации был осуществлен на серии «Урал» раньше, чем он был реализован на IBM-360.



В ЭВМ Минск появилось алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ). Это был громоздкий агрегат, который позволял печатать на перфорированной бумаге форматированный текст. В первой половине 70-х гг. самой распространенной машиной в СССР стала Минск-32, имевшая неплохую ОС, довольно мощные системы программирования, пишущую машинку в качестве терминала оператора.

В 1967-1969 гг. в Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР под руководством С.А. Лебедева и В.А. Мельникова создаются первые полупроводниковые мини-ЭВМ для научных расчетов, под руководством Г.Е. Овсепяна в Ереване - Наири-2, под руководством В.М. Глушкова в Киеве (институт кибернетики АН УССР)- Мир-2. Для машин «Мир» создаются специальные входные языки Мир, Аналитик. В Мир-2 впервые диалог с пользователем осуществляется с помощью дисплея со световым пером. В это время в СССР развивается применение ЭВМ для управления технологическими процессами сбора и обработки экспериментальных данных в реальном масштабе времени, для планово-экономических расчетов. Сдана в эксплуатацию первая в стране АСУ предприятием с массовым производством – «Львов». В институте кибернетики АН УССР создается управляющая ЭВМ Днепр-2 с развитой системой прерывания, обеспечивающей одновременную работу с более 1600 входных и более 100 выходных аналоговых устройств различных классов.

Лучшей в мире ЭВМ второго поколения, уровень которой на несколько лет опередил уровень зарубежных аналогичных ЭВМ, стала БЭСМ-6, созданная в Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР под руководством С.А. Лебедева и В.А. Мельникова. БЭСМ-6 работала в мультипрограммном режиме. Обладая высоким быстродействием (около 1 млн. в сек.), БЭСМ-6 по своей архитектуре была ближе к ЭВМ третьего поколения. До 1973 г. она была одной из наиболее производительных однопроцессорных машин в мире. Машина имела систему автоматизированного программирования с входными языками: Фортран, Алгол-60, ЛИСП, др. Программное обеспечение выполнялось Л.Н. Королевым, М.Р. Шура-Бурой, Н.Н. Говоруном, Э.З. Любимским и др. В дальнейшем на БЭСМ-6 используется разработанная в Новосибирске под руководством А.П.Ершова  $\alpha$ -система программирования с расширением языка Алгол-60. Эта машина широко использовалась при разработке и реализации отечественных космических программ. БЭСМ-6 выпускалась серийно до 1981 г. и использовалась на ВЦ до конца 90-х гг.

Период машин второго поколения характеризуется крупнейшими сдвигами в архитектуре ЭВМ, их ПО, организации взаимодействия человека с машиной. Эти достижения в дальнейшем применяются в машинах третьего и четвертого поколений. Это в первую очередь относится к многопроцессорным системам, организации мультипрограммной работы, разделению времени. Формируются основы процедурной организации взаимодействия человека с машиной.

### Характерные черты ЭВМ второго поколения:

- элементная база: полупроводниковые элементы; соединение элементов – печатные платы и навесной монтаж;
- габариты: ЭВМ выполнены в виде однотипных стоек, для их размещения требуется специально оборудованный машинный зал, в котором под полом прокладываются кабели, соединяющие между собой многочисленные автономные устройства;
- производительность: до 1 млн оп/с.;
- эксплуатация: появились ВЦ с большим штатом обслуживающего персонала, где устанавливались обычно несколько ЭВМ. При выходе из строя нескольких элементов производилась замена целиком всей платы, а не каждого элемента в отдельности, как в ЭВМ предыдущего поколения;
- программирование: велось преимущественно на алгоритмических языках. Программисты передавали свои программы на перфокартах или магнитных лентах операторам ЭВМ на ВЦ для организации дальнейших расчетов на ЭВМ. Решение задач производилось в пакетном режиме, т. е. все программы вводились в ЭВМ подряд друг за другом, а их обработка велась по мере освобождения соответствующих ресурсов. Результаты решения распечатывались на специальной перфорированной бумаге.



## Третье поколение. ИС.

К 1964 г. появились ЭВМ *третьего поколения* на интегральных схемах (ИС). Период создания и внедрения ЭВМ третьего поколения - от начала 60-х до середины 70-х гг. Идея создания ИС была предложена в 1952 г. инженером из Великобритании Дж. Даммером. В 1959 г. Роберт Нойс (будущий основатель фирмы Intel) изобрел метод, позволивший создавать на одной пластине и транзисторы, и все необходимые соединения между ними. Полученные электронные схемы и стали называться интегральными схемами, или *чипами*.

В 1961 г. в продажу поступила первая, выполненная на пластине кремния ИС на 6 элементах, в 1963 г. ИС имела 10-20 элементов, в 1967 г. - примерно 100, к 1970 г. - 1000, к 1975 г. - 30000, к 1982 г. - 300000 элементов на кристалле в несколько квадратных миллиметров. В 1968 г. фирма Burroughs выпустила первый компьютер на ИС, а в 1970 г. фирма Intel начала продавать ИС памяти.

Использование ИС привело к снижению габаритов ЭВМ, повышению их надежности, увеличению производительности. В это время появились внешние запоминающие устройства на МД, обладающие емкостью в сотни миллионов бит и высоким быстродействием. Основным режимом эксплуатации машин этого поколения является режим мультипрограммирования, когда в ЭВМ одновременно обрабатывается несколько программ, находящихся на разных стадиях выполнения.

Начало периода машин третьего поколения связано с разработкой ЭВМ серии IBM-360, позднее - IBM-370 (IBM - International Business Machines Corporation), оказавшей огромное влияние на развитие вычислительной техники во всем мире. Выпуск машин IBM-360 был начат в США в 1965 г. Сущность идей, заложенных в проект IBM-360 - создание семейства машин на ИС, имеющих широкий диапазон производительности и совместимых на уровне машинных языков, периферийных устройств, модулей конструкции и системы элементов, а также операционных систем (ОС).

Значительным явлением в этот период было создание мини-ЭВМ. Сущность идеи состояла в такой минимизации аппаратуры центрального вычислителя, которая позволяла создать универсальные ЭВМ, способные осуществлять *управление в реальном масштабе времени*.

В этот период развитие ЭВМ в СССР проходило в направлении создания ЭВМ единой системы (ЕС ЭВМ), в основных чертах копирующих IBM-360 и IBM-370, программно-совместимых между собой, а также с ЭВМ типа IBM-360.

К третьему поколению ЭВМ принадлежат малые вычислительные машины СМ - СМ-1, СМ-2, СМ-3 и СМ-4. Наличие ЗУ различной емкости и быстродействия, стандартизация подключения к процессору устройств ввода-вывода символьной и графической информации открыли возможности использования СМ ЭВМ в различных измерительных, управляющих, информационных комплексах. Они сопрягались с ЕС ЭВМ как периферийные процессоры, удаленные терминалы, процессоры ввода-вывода, связи ЭВМ с объектом в реальном масштабе времени.

В это время в СССР выпускаются мини-ЭВМ Мир-31, Мир-32, Наири-34, ЭВМ серии АСВТ М-6000 и М-7000 для управления технологическими процессами; на ИС - настольные мини-ЭВМ М-180 «Электроника-100, -200», «Электроника ДЗ-28», «Электроника НЦ-60» и другие.

Вклад отечественной науки в мировое развитие электронной вычислительной техники в этот период связан с идеями и разработками машины М-10 (1975 г., главный конструктор М. А. Карцев). М-10 была первой в мире промышленно освоенной *многопроцессорной* ЭВМ.

В структуру машин третьего поколения вводятся ОС, облегчающие программирование, связь пользователя с машиной, ее обслуживание. В состав этих машин включали системы, работающие в режиме реального времени - встроенные микропроцессоры, позволявшие практически немедленно обрабатывать всю поступающую от других систем, периферийных устройств и датчиков информацию и тут же посылать обратно управляющие сигналы. Мини-ЭВМ стали использоваться в станках с числовым программным управлением, для управления роботами-манипуляторами и т.п.

Однако компьютеры третьего поколения оставались сложными в обслуживании. Большим ЭВМ требовались специальные помещения, а малые плохо подходили для установки на небольших движущихся объектах: самолетах, космических кораблях. Высокая стоимость не позволяла использовать эти компьютеры в недорогих технических устройствах.

## Характерные черты ЭВМ третьего поколения:

- элементная база — ИС;
- габариты: для размещения ЕС ЭВМ требуется машинный зал. А малые ЭВМ – это, в основном, две стойки, дисплей. Они не нуждались, как ЕС ЭВМ, в специально оборудованном помещении;
- производительность: сотни тысяч — миллионы операций в секунду;
- эксплуатация: более оперативно производится ремонт стандартных неисправностей, но из-за большой сложности системной организации требуется штат высококвалифицированных специалистов. Незаменимую роль играет системный программист;
- технология программирования и решения задач: во многих ВЦ появились дисплейные залы, где каждый программист мог подсоединиться к ЭВМ в режиме разделения времени. Как и прежде, основным оставался режим пакетной обработки;
- произошли изменения в структуре ЭВМ. Наряду с микропрограммным способом управления используются **принципы модульности и магистральности. Модульность проявляется в построении компьютера на основе набора модулей – конструктивно и функционально законченных электронных блоков в стандартном исполнении. Под магистральностью понимается способ связи между модулями компьютера, когда все входные и выходные устройства подсоединены одними и теми же проводами (шинами). Это - прообраз современной системной шины;**
- увеличились объемы памяти. Появились дисплеи, графопостроители.

## Четвертое поколение. БИС. Персональные компьютеры.

Переход к машинам *четвертого поколения* – ЭВМ на больших интегральных схемах (БИС) происходил в середине и второй половине 70-х годов и завершился приблизительно к 1980 г. Машины этого поколения развивались, во-первых, в направлении создания мощных многопроцессорных систем, имеющих производительность до сотен миллионов операций в секунду, и, во-вторых, в направлении создания дешевых компактных мини- и микро-ЭВМ.

Большие ЭВМ четвертого поколения представляют собой многопользовательские машины с развитыми возможностями для работы с базами данных, с различными формами удаленного доступа. Они имеют несколько процессоров и ориентированы на выполнение определенных операций, процедур или на решение некоторых классов задач. Выпуск их стал увеличиваться, хотя их доля в общем парке постоянно снижается. Серия машин IBM S/390 продолжила линию машин IBM-360 и IBM-370. Они позволяют задавать переменную конфигурацию (число процессоров - 1-10, емкость оперативной памяти - 512-81292 Мбайта, число каналов - 3-256).

К числу машин четвертого поколения относятся и машины RS/6000, предназначенные для создания графических рабочих станций, Unix-серверов, кластерных комплексов. Первоначально эти машины предполагалось применять для обеспечения научных исследований.

К числу средних ЭВМ четвертого поколения относят ЭВМ типа AS/400 (Advanced Portable Model 3) - 64-разрядные «бизнескомпьютеры». Они предназначены в первую очередь для работы в финансовых структурах. В этих машинах особое внимание уделяется сохранению и безопасности данных, программной совместимости и т.д. Они могут использоваться в качестве основы серверов в локальных сетях, для управления сложными технологическими производственными процессами.

В этот период стали серийно производиться супер-ЭВМ. Первый суперкомпьютер - Cray-1 (проект С. Крея), установленный в Лос-Аламосе (США). Он выполнял до 100 млн. арифметических оп/сек. В нашей стране похожие характеристики имела супер-ЭВМ «Эльбрус-2». Многопроцессорные комплексы «Эльбрус-2» и «Эльбрус-3» имели быстродействие соответственно 100 млн. и 1 млрд. Оп/сек. Нашими учеными была создана многопроцессорная система ПС-2000, в которой могло достигаться быстродействие до 200 млн. Оп/сек.

Рост степени интеграции БИС стал технологической основой повышения производительности ЭВМ. В 1985 г. начался серийный выпуск четырехпроцессорной «КРЭИ-2» производительностью 200 млн. скалярных и 1,2 млрд. векторных оп/сек, в 1990 г. – выпуск японской четырехпроцессорной SX-344.

К числу наиболее значительных разработок конца 80-х - начала 90-х гг. относится ЭВМ «КРЭИ-3» - 16-процессоров, 8 млрд. скалярных и 16 млрд. векторных оп/сек.

С развитием науки и техники выдвигаются новые задачи, требующие больших объемов вычислений. Особенно эффективно применение супер-ЭВМ при решении задач проектирования, в которых натурные эксперименты дорогостоящи. В этом случае ЭВМ позволяет методами моделирования получить результаты вычислительных экспериментов, обеспечивая приемлемое время и точность решения. Например, при создании супер-ЭВМ GF-11 (Gigaflop-11) с быстродействием 11 млрд. оп./сек. предварительные расчеты показали, что применение этой системы позволит решить целый комплекс новых задач. Одной из таких задач было уточнение массы протона. При использовании новой ЭВМ эта работа могла быть выполнена за 1,5-4 месяца.

Дальнейшее развитие супер-ЭВМ связывается с использованием направления массового параллелизма, при котором одновременно могут работать сотни и тысячи процессоров. В настоящее время супер-ЭВМ используются для решения крупномасштабных вычислительных задач, для обслуживания крупнейших банков данных.

Требуемое количество супер-ЭВМ для отдельной страны, такой, как Россия, должно составлять 100-200 штук, больших ЭВМ - тысячи, средних - десятки и сотни тысяч, ПЭВМ - миллионы, встраиваемых микро-ЭВМ - миллиарды.



История создания **персональных компьютеров берет свое начало с момента создания микропроцессора (МП) - программируемого логического устройства, выполненного на основе одной или нескольких БИС, объединяющего в себе УУ и АЛУ.** МП обладают высокой надежностью и производительностью, малыми размерами и низкой стоимостью. Это позволяет встраивать их в контрольно-измерительные и бытовые приборы, промышленно-технологическое оборудование. **На его основе были созданы микро-ЭВМ. Микро-ЭВМ представляет собой вычислительную систему, включающую МП, память и устройства ввода-вывода.** Микро-ЭВМ обладают достаточно высокими эксплуатационными параметрами, сравнимыми с аналогичными параметрами средних ЭВМ. Их габариты, требования к условиям эксплуатации и потребление электроэнергии находятся в границах, предъявляемых к бытовым электроприборам. Область применения микро-ЭВМ весьма широка. Они входят составной частью в измерительные комплексы, системы числового программного управления, управляющие системы различного назначения.

В 1970 г. Маршиан Эдвард Хофф (Intel) сконструировал интегральную схему, аналогичную по своим функциям центральному процессору большой ЭВМ. На одном кремниевом кристалле он сформировал минимальный по составу аппаратуры процессор, а на других БИС – оперативную и постоянную память. Так появился первый *микропроцессор Intel-4004* (4 бита), который был выпущен в продажу в конце 1970 г. В 1973 г. фирма Intel выпустила 8-битовый микропроцессор Intel-8008, а в 1974 г. – его усовершенствованную версию Intel-8080, которая до конца 70-х годов стала стандартом для микрокомпьютеров.

Выпуск первого МП служит датой начала микропроцессорной революции. Она шла двумя путями: МП встраиваются в аппаратуру (связи, производственную, медицинскую, бытовую и т. д.) и служат основой построения соответствующих управляющих устройств; на базе МП создаются как микро-, так и супер-ЭВМ. В 80-е гг. создаются мощные 32-разрядные МП, содержащие схемы памяти, контроля и диагностики. С микропроцессорной революцией непосредственно связано одно из важнейших событий в истории ЭВМ – создание и широкое применение *персональных ЭВМ (ПЭВМ).*

**С их распространением начинается фаза всеобщей компьютеризации, которая растет и сегодня. Так только, только с 1990 г. по 2000 г. выпуск ПЭВМ в США вырос с 25 млн. до 300 млн. шт. и в настоящее время этот класс машин абсолютно доминирует в мировом парке ЭВМ.**

В начале 1975 г. появился первый коммерчески распространяемый ПК «Альтаир-8800» (фирма MITS, США), построенный на основе МП Intel-8080. Хотя возможности его были весьма ограничены (ОП - 256 байт, клавиатура и экран отсутствовали), его появление было встречено с энтузиазмом. Покупатели этого ПК снабжали его дополнительными устройствами: монитором, клавиатурой, блоками расширения памяти и т.д. В конце 1975 г. Пол Аллен и Билл Гейтс (будущие основатели фирмы Microsoft) создали для компьютера «Альтаир» интерпретатор языка Basic, что позволило пользователям просто общаться с компьютером и легко писать для него программы. Позднее потребности в ПЭВМ возрастали невиданными темпами. Так, в 1983 г. в мире было продано 10 млн. ПК - небывалое число для вычислительной техники.

В дальнейшем ПК стали продаваться в полной комплектации, с клавиатурой и монитором. Росту объема продаж ПК способствовали также программы, разработанные для деловых применений (например, редактор текстов WordStar и табличный процессор VisiCalc, соответственно 1978 и 1979 г.г.). Эти программы сделали для делового мира покупку ПК выгодным вложением денег: с их помощью стало возможно эффективнее выполнять бухгалтерские расчеты, составлять документы и т.д. В результате оказалось, что для многих организаций необходимые им расчеты стало возможно выполнять не на больших или мини-ЭВМ, а на ПК, что значительно дешевле.

Революция в индустрии ПК была совершена фирмами IBM и Apple Computer. При этом первым всенародным ПК стал компьютер фирмы Apple Computer. История этой фирмы началась в 1976 году, когда Стивен Джобс и Стивен Возник создали свою первую модель, назвав ее «Apple» (яблоко). Развитием работ в данном направлении стал компьютер Apple II, созданный на 8-разрядном МП фирмы Motorola.

Apple II обладал модульной конструкцией с возможностью расширения системы. Техническая информация о нем была опубликована, что дало возможность др. производителям выпускать аппаратуру, которой пользователи могли дополнять свои компьютеры. Другими словами, архитектура Apple II была открытой, что явилось новинкой для того времени.

В 1981 году на рынке ПК появилась фирма IBM, которая во много раз превосходила по своим возможностям фирму Apple. В качестве основного МП компьютера IBM был выбран Intel-8088. В данном компьютере были использованы и другие комплектующие различных фирм, а его ПО было поручено разработать небольшой фирме Microsoft.

В 1981 г. новый ПК под названием IBM PC был представлен публике и приобрел большую популярность. Через один-два года IBM PC занял ведущее место на рынке, став фактически стандартом ПК. Сейчас такие компьютеры (совместимые с IBM PC) составляют более 80% всех производимых в мире ПК.

**Основой популярности IBM PC является заложенная в нем возможность усовершенствования его отдельных частей и использования новых устройств. Фирма IBM сделала его не единым неразъемным устройством, а обеспечила возможность его сборки из частей, изготовленных независимо различными фирмами.**

В 1983 г. был выпущен IBM PC XT (Personal Computer Extended Technology), имеющий встроенный жесткий диск, в 1985 г.— IBM PC AT (Personal Computer Advanced Technology) на основе нового МП Intel-80286, работающий в 3-4 раза быстрее IBM PC XT.

Однако очень скоро другие фирмы начали собирать компьютеры, совместимые с IBM PC, и продавать их дешевле аналогичных ПК IBM. Уже в 1982 г. на рынке появились точные копии компьютеров фирмы IBM, так называемые *клоны*, выпускаемые др. фирмами, поэтому сегодня мы говорим об IBM-совместимых ПК.

Принцип открытой архитектуры лишил фирму IBM монополии на выпуск ПК класса IBM PC. К 1984 г. IBM PC-совместимые компьютеры производили уже около 50 компаний, а к концу 1986 г. ежегодная продажа IBM PC-совместимых компьютеров превзошла по объему продажу оригинальных ПК IBM. При этом первые ПК на основе 32-разрядного МП Intel-80386 были выпущены уже не IBM, а фирмой Compaq Computer.

В конце 80-х г.г. IBM опять сделала попытку вернуть себе монополию на производство ПК, выпустив новую модель PS/2, отличную от IBM PC и имеющую закрытую архитектуру. Однако модель не имела успеха и в настоящее время большинство компьютеров типа IBM PC изготавливается в Юго-Восточной Азии (Тайвань, Сингапур, Южная Корея и т.д.). Впрочем, некоторые наиболее престижные ПК собираются в США и Европе, хотя многие компоненты для них все равно завозятся из Юго-Восточной Азии.

**Наибольшее влияние на развитие компьютеров типа IBM PC теперь оказывает не IBM, а фирма Intel – производитель МП, и фирма Microsoft – разработчик ОС Windows и многих других используемых на IBM PC программ.**



Что же касается Apple Computer, то она сохранила особенности своей модели, отличной от IBM PC. Компьютер, выполненный фирмой на самом новом в то время микропроцессоре Motorola 68000, получил имя **Macintosh** (название одного из популярных сортов американских яблок «макинтош»). Компьютер имел высококачественный графический дисплей, «мышь» и был прост в освоении даже для неподготовленного пользователя, который мог практически ничего не вводить с клавиатуры, а лишь использовать маленькие картинки-пиктограммы, обозначающие разнообразные действия. Кроме этого, впервые компьютер дополнили генератором звука и микрофоном.

В начале 1984 года Macintosh поступил в продажу. В комплекте с новейшим лазерным принтером Macintosh с его графическими возможностями стал идеальной машиной для развивающихся в то время настольных издательств. Полюбился компьютер и преподавателям школ, колледжей, университетов. **А вот в деловом мире по-прежнему популярностью пользовались IBM-совместимые компьютеры.**

В нашей стране в 1988 г. был начат массовый выпуск школьных персональных компьютеров и классов учебной вычислительной техники (КУВТ) «Корвет», «Электроника УКНЦ» и др., профессиональных компьютеров ДВК-3М, ДВК-4, Искра-1030, Нейрон, ЕС-1841 и др.

Выпуск МП серии Power PC, разработанных совместно фирмами Apple, IBM и Motorola, начался в 1993 г., а в 1994 г. стали появляться в продаже компьютеры фирм Apple и IBM на его базе. Большой интерес для пользователей представлял ПК Power Macintosh, который появился в 1994 г. Этот компьютер использует МП Power PC. Особенностью Power Macintosh является возможность работать с программами, написанными для IBM-совместимых персональных компьютеров.

**В настоящее время на компьютерном рынке рядом с перво начинателями - фирмами IBM и Apple Computer трудятся уже сотни и тысячи фирмы.**

**Причины успеха ПК.** В наст. время индустрия производства компьютеров и ПО для них является одной из наиболее важных сфер экономики развитых стран. Только в США объем продаж компьютеров, услуг и ПО составляет десятки миллиардов долларов и продолжает расти. Основная причина этого - невысокая стоимость ПК и их выгодность для многих деловых применений по сравнению с большими и мини-ЭВМ. **Но имеются и другие причины:**

- простота использования, обеспеченная с помощью диалогового способа взаимодействия с компьютером, удобных и понятных пользовательских интерфейсов;
- возможность взаимодействия с компьютером без посредников и ограничений;
- относительно высокие возможности по переработке информации;
- высокая надежность и простота ремонта, основанные на интеграции компонентов компьютера;
- возможность расширения и адаптации к особенностям применения - один и тот же компьютер может быть оснащен различными периферийными устройствами и программными средствами;
- наличие ПО, охватывающего практически все сферы человеческой деятельности, а также мощных систем для разработки нового ПО.

**Ограниченность области применения персональных компьютеров:**

- при *обработке больших объемов информации* часто целесообразно совместное использование компьютеров разного уровня, где на каждом уровне решаются задачи, соответствующие его возможностям. Например, в крупном коммерческом банке обработка информации о клиентах и расчетах скорее всего потребует большую ЭВМ, а ввод данных и анализ результатов может осуществляться и на ПК;
- во многих задачах оказывается недостаточной *вычислительная мощность* ПК. Например, расчет механической прочности конструкции из нескольких сотен элементов можно сделать и на ПК, но если надо рассчитать прочность конструкции из сотен тысяч элементов, то потребуются уже большая или супер-ЭВМ;
- при *компьютерном производстве видеофильмов* ПК можно использовать для создания движущихся картинок на экране. Но для создания реалистичных фильмов и специальных видеоэффектов используются специализированные компьютеры, предназначенные для эффективной обработки трехмерных изображений и анимации.

## Пятое поколение. Самообучение, РО, ИИ, БИО системы.

С конца 80-х годов XX века в истории развития ЭВМ наступила пора *пятого поколения* машин. Проект машин пятого поколения разработан ведущими японскими фирмами и научными организациями, согласно этому проекту ЭВМ и вычислительные системы коренным образом отличаются от машин предшествующих поколений.

Прежде всего, их структура отличается от той, которую предложил Джон фон Нейман, и содержит:

- **блок общения**, обеспечивающий интерфейс между пользователем и ЭВМ на языке, близком к естественному;
- **базу знаний**, хранящую все необходимые для решения задач сведения о той предметной области, к которой эти задачи относятся;
- **решатель**, который организует подготовку программы решения задачи на основании знаний из базы знаний и исходных данных, полученных из блока общения.

ЭВМ пятого поколения должны самоорганизовываться в процессе решения задач, иметь собственную внутреннюю модель мира и активно взаимодействовать с внешней средой, распознавать образы, делать выводы из информации, уметь оперировать в нечетких ситуациях, пополнять имеющиеся знания (т.е. иметь способность обучаться), вести диалог с человеком на естественном речевом или графическом языке, иметь способность понимать содержимое базы знаний, и использовать эти знания при решении задач.

Таким образом, в этих машинах широко используются модели и средства, разработанные в искусственном интеллекте. В них, в частности, широко используются языки, характерные для представления знаний, модели знаний в виде семантических сетей, фреймов и продукций.

Разработка машин пятого поколения ведется на основе сверхбольших интегральных схем (СБИС), а также на основе перехода к супермикроэлектронике, где расстояния между элементами схем будут меньше микрона, и на основе использования достижений интегральной микрооптоэлектроники, в которой каналами связи являются световые лучи, а для преобразования электрических сигналов в световые и наоборот используются лазеры, свето и фотодиоды. Ведутся разработки по замене кремния биологическими системами памяти и датчиками. Благодаря достижениям современной техники только в компьютерах пятого поколения стало возможным технически реализовать идеи, высказанные еще в 70-е годы.

Отличительные черты ЭВМ пятого поколения:

- новая технология производства, возможно, не на кремнии, а на базе новых материалов;
- отказ от традиционных языков высокого уровня (Фортран, Паскаль и др.) в пользу языков с повышенными возможностями манипулирования символами и с элементами логического программирования (Пролог, ЛИСП);
- акцент на новые архитектуры (например, на архитектуру потока данных) и отход от структур фон Неймана;
- новые способы ввода-вывода, удобные для пользователя (например, распознавание речи и образов, синтез речи, обработка сообщений на естественном языке);
- искусственный интеллект, тесно связанный с исследованиями в области экспертных систем.