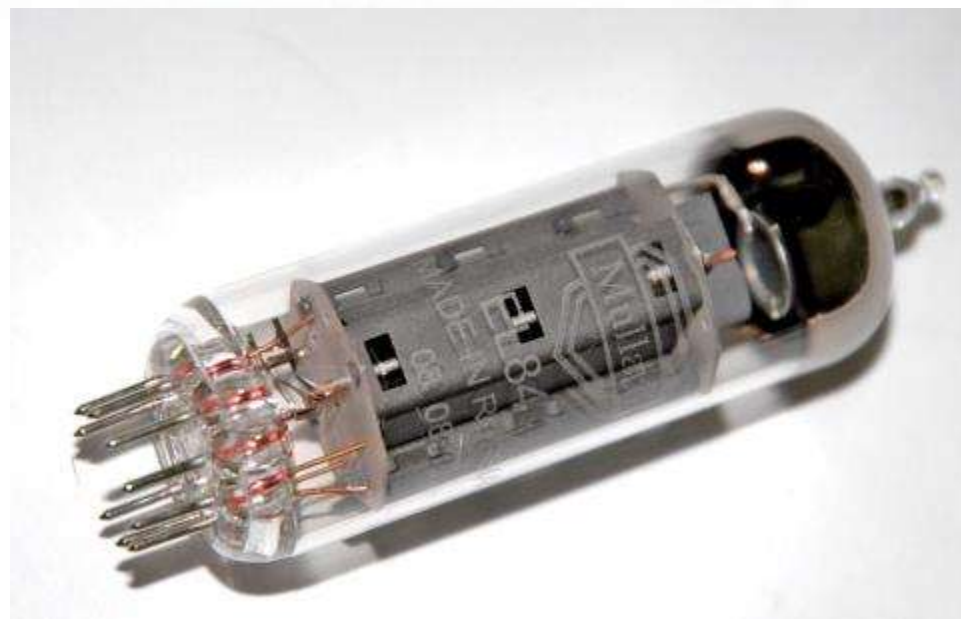
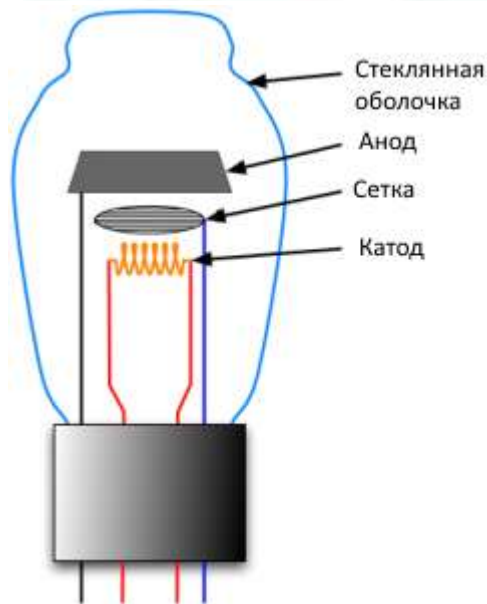


Смена поколений ЭВМ

I поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1946-1955 гг.

К ЭВМ первого поколения относят ламповые машины, в которых основными элементами устройства были электронно-вакуумные лампы. Выпускались эти машины в 1950-х годах.

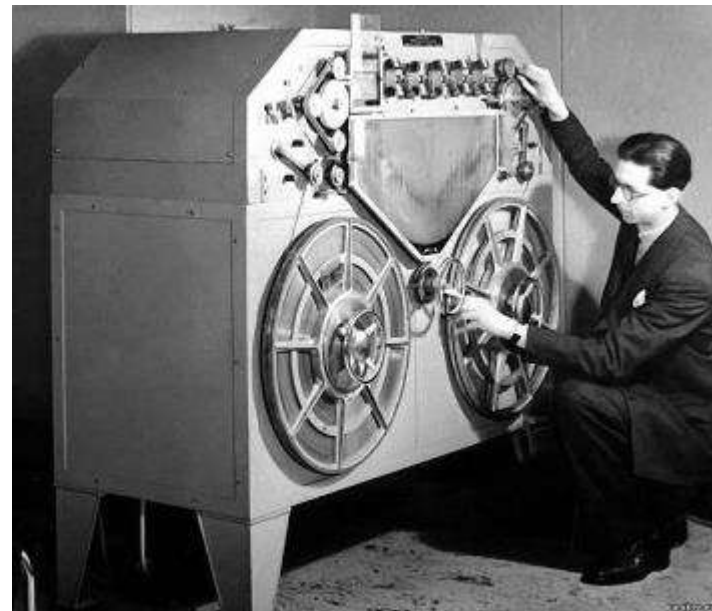


I поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1946-1955 гг.

Архитектура машин первого поколения наиболее точно соответствовала основным принципам фон Неймана. В этих машинах один процессор управлял работой всех устройств: внутренней и внешней памяти, устройств ввода и вывода, как показано на



I поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1946-1955 гг.



В качестве устройств внешней памяти использовались накопители на *магнитной ленте (НМЛ)* и накопители на *магнитных барабанах (НМБ)*. Объем информации, помещавшейся на НМЛ, был примерно равен 1,5 Мб, а на НМБ — 60 Кб.

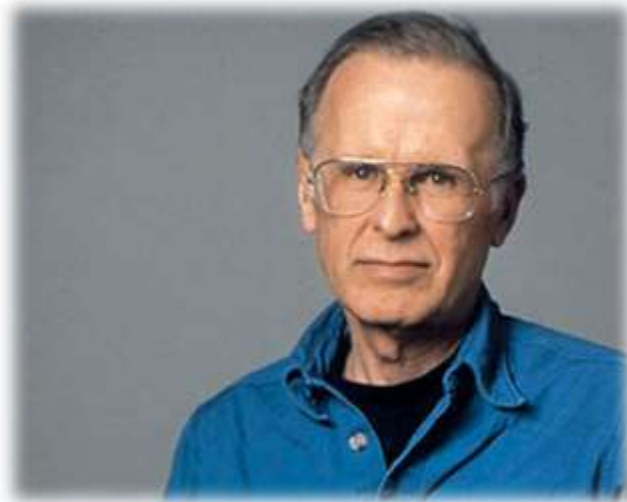
Ввод данных и программ осуществлялся с помощью перфорационных носителей: перфокарт или перфолент. Вывод производился с помощью печатающего устройства на бумагу.

I поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1946-1955 гг.



На ЭВМ первого поколения программисты работали, главным образом, на *языках машинных команд*. Хотя уже в этот период появляются и развиваются языки программирования высокого уровня, создаются компиляторы: программы перевода с языков высокого уровня на язык машинных команд. Термин «компилятор» впервые ввела Грейс Хоппер в 1951 году. В то время она была капитаном ВМФ США (в дальнейшем — единственная женщина-адмирал ВМФ). Хоппер разработала компилятор с языка, упрощающего программирование математических вычислений.

I поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1946-1955 гг.



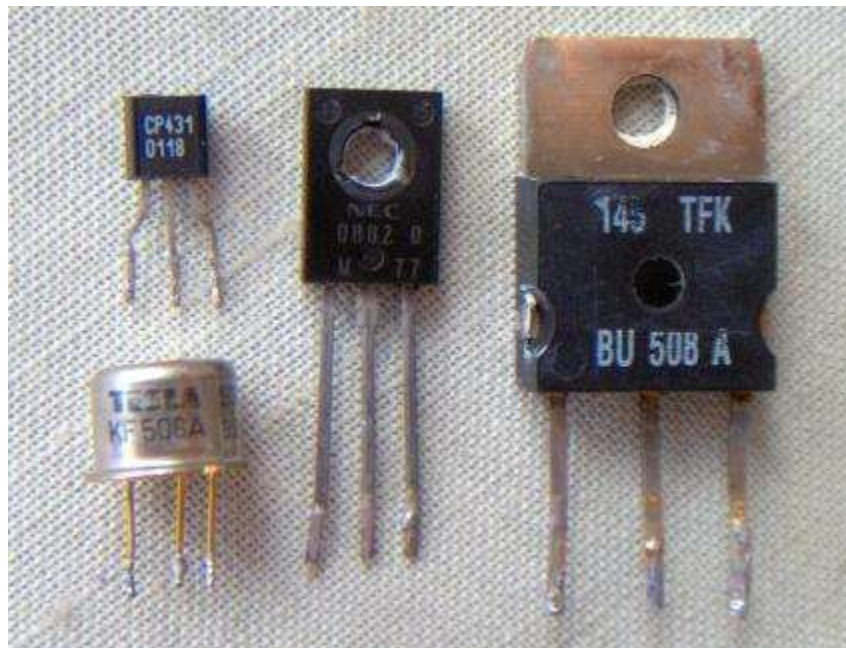
Эти работы были продолжены Джоном Бэкусом, который в 1957 году разработал *первый язык программирования высокого уровня ФОРТРАН*. Название расшифровывается как «транслятор формул». Язык был реализован впервые на американской ЭВМ IBM 704. Большое распространение в дальнейшем получила версия языка Фортран-60. Язык Фортран с того времени и до наших дней остается одним из основных языков для научных расчетов.

I поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1946-1955 гг.

1. Элементная база: электронно-вакуумные лампы.
2. Соединение элементов: навесной монтаж проводами.
3. Габариты: ЭВМ выполнена в виде громадных шкафов. Эти компьютеры были огромными, неудобными и слишком дорогими машинами, которые могли приобрести крупные корпорации и правительства. Лампы потребляли большое количество электроэнергии и выделяли много тепла.
4. Быстродействие: 10–20 тыс. операций в секунду.
5. Эксплуатация: сложная из-за частого выхода из строя электронно-вакуумных ламп.
6. Программирование: машинные коды. При этом надо знать все команды машины, двоичное представление, архитектуру ЭВМ. В основном были заняты математики-программисты. Обслуживание ЭВМ требовало от персонала высокого профессионализма.
7. Оперативная память: до 2 Кбайт.
8. Данные вводились и выводились с помощью перфокарт, перфолент.

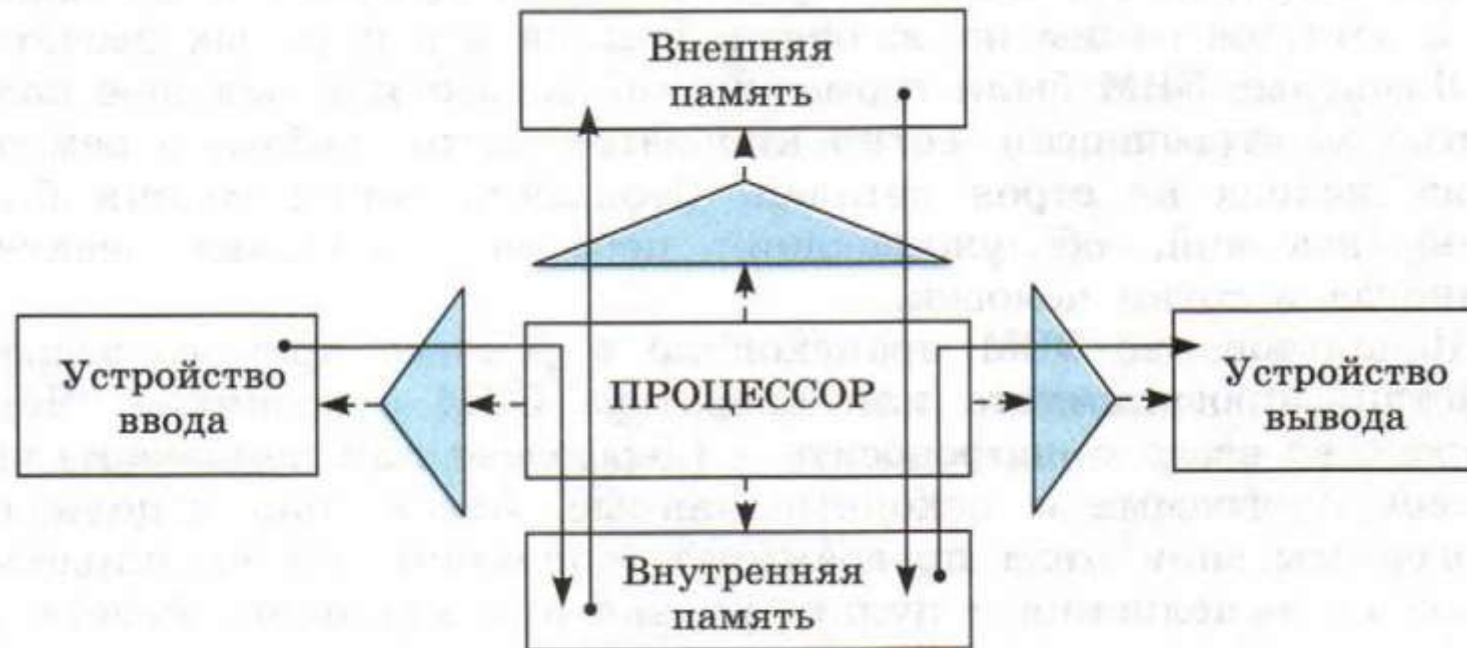
II поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

ЭВМ второго поколения — это машины на базе полупроводниковых элементов — транзисторов. Транзистор — это полупроводниковый триод.



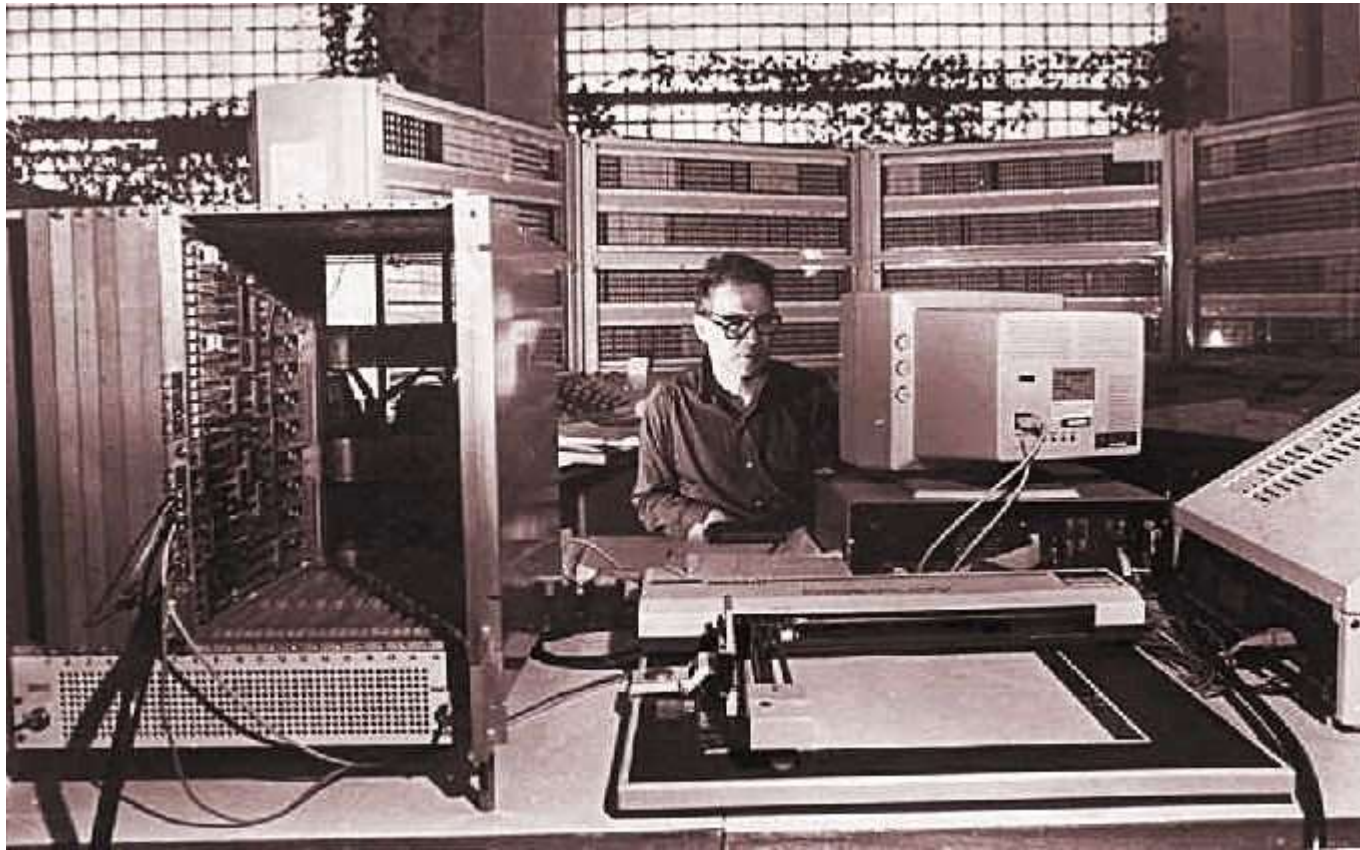
II поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

В этот период появляются ЭВМ с новыми элементами в архитектуре. Например, в архитектуре американской машины CDC-6600, помимо центрального процессора, присутствовали периферийные процессоры, которые назывались каналами ввода/вывода (рис. 2.13). Их задача состояла в автономном управлении устройствами ввода/вывода и внешней памяти, что освобождало от этой работы центральный процессор. В результате КПД использования центрального процессора существенно возрос. Быстродействие CDC-6600 составляло 3 млн оп./с.



II поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

БЭСМ - 6



II поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

На машинах второго поколения появляются *первые операционные системы*. Изменился режим использования ЭВМ. Вместо режима прямого доступа внедряется *режим пакетной обработки заданий*. Суть его в следующем. Несколько программ (пакет) записываются на магнитную ленту. К программам прилагаются управляющие команды. Задание — это программа плюс управляющие команды, определяющие последовательность действий, выполняемых над программой: ввести программу, вызвать и запустить транслятор, ввести данные, запустить программу на исполнение и т. п.

Задания вводились в компьютер с магнитной ленты. После окончания выполнения одного задания сразу же начинало выполняться следующее задание. ЭВМ практически не простаивала. Результаты записывались на магнитную ленту. Работа заканчивалась выводом результатов на печать. Управление потоком заданий осуществляла системная программа, которая называлась *монитором (диспетчером)* пакетной обработки заданий.

II поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.



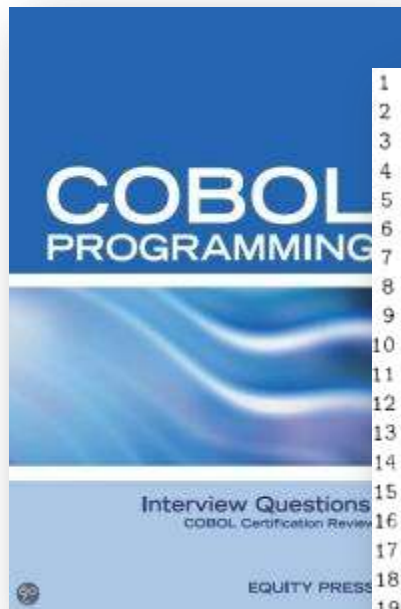
Проминь



Наири

II поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

Большие результаты в этот период были достигнуты в области автоматизации программирования. В основном работа была направлена на создание новых языков программирования высокого уровня и разработку трансляторов к ним, а также систем отладки программ и библиотек стандартных программ.



```
1 PROGRAM PRINCIPAL
2 PARAMETER (TAMMAX=99)
3 REAL A(TAMMAX)
4 10 READ (5,100,END=999) K
5 100 FORMAT(I5)
6 IF (K.LE.0.OR K.GT.TAMMAX) STOP
7 READ *,(A(I),I=1,K)
8 PRINT *,(A(I),I=1,K)
9 PRINT *,, 'SUMA=', SUM(A,K)
10 GO TO 10
11 99 PRINT *,, "Todo listo"
12 STOP
13 END
14 SUBPROGRAMA DE SUMATORIA EN C
15 FUNCTION SUM(V,N)
16 REAL :: V(N) ! Declaración de estilo nuevo
17 SUM = 0.0
18 DO 20 I = 1,N
19 SUM = SUM + V(I)
20 20 CONTINUE
21 RETURN
22 END
```

A screenshot of a COBOL program execution window. The window title is 'VIS.BAS'. The code is displayed on a blue background with white text. The code includes comments in Spanish and a loop that reads data and calculates a sum. The output shows the sum of the first 10 numbers (1 to 10) is 55. The window has a menu bar with 'File', 'Edit', 'View', 'Search', 'Run', 'Debug', 'Calls', and 'Options'. The status bar at the bottom shows 'Immediate' and a help icon.

II поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

В 1948 году Джон Бардин, Уильям Шокли, Уолтер Браттейн изобрели транзистор, за изобретение транзистора они получили Нобелевскую премию в 1956 г. 1 транзистор заменял 40 электронных ламп, был намного дешевле и надёжнее.

В 1958 году создана машина М-20, выполнявшая 20 тыс. операций в секунду — самая мощная ЭВМ 50-х годов в Европе.

В 1963 году сотрудник Стэнфордского исследовательского центра Дуглас Энгельбарт продемонстрировал работу первой мыши.



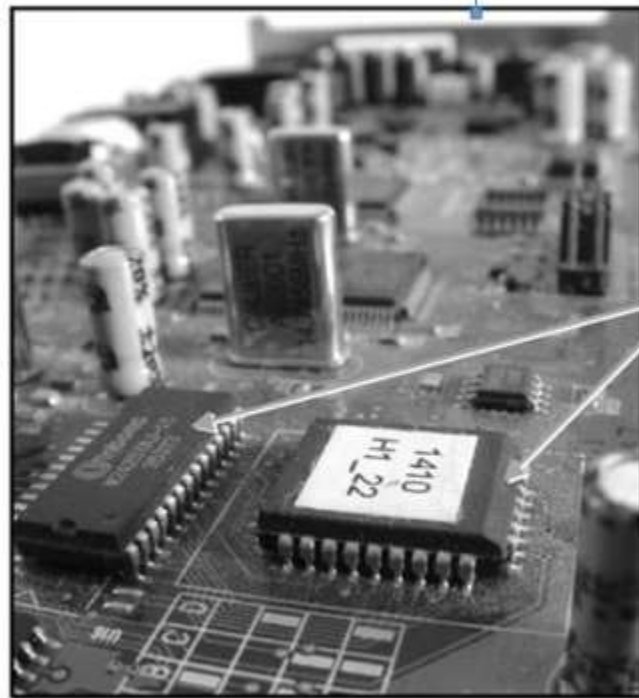
II поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

1. Элементная база: полупроводниковые элементы (транзисторы, диоды).
2. Соединение элементов: печатные платы и навесной монтаж.
3. Габариты: ЭВМ выполнена в виде однотипных стоек, чуть выше человеческого роста, но для размещения требовался специальный машинный зал.
4. Быстродействие: 100–500 тыс. операций в секунду.
5. Эксплуатация: вычислительные центры со специальным штатом обслуживающего персонала, появилась новая специальность — оператор ЭВМ.
6. Программирование: на алгоритмических языках, появление первых операционных систем.
7. Оперативная память: 2–32 Кбайт.
8. Введён принцип разделения времени — совмещение во времени работы разных устройств.
9. Недостаток: несовместимость программного обеспечения.

Уже начиная со второго поколения, машины стали делиться на большие, средние и малые по признакам размеров, стоимости, вычислительных возможностей.

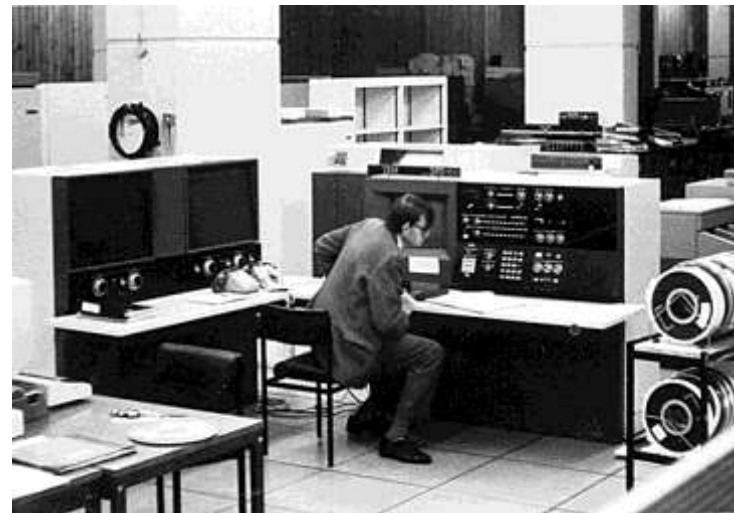
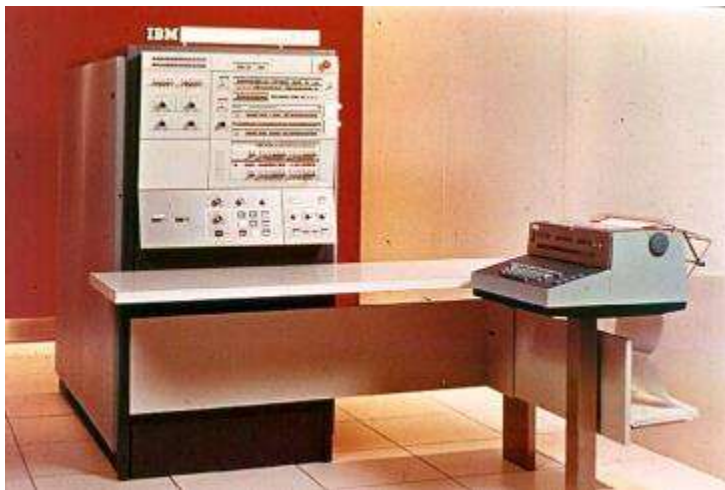
III поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

Элементной базой ЭВМ третьего поколения стали интегральные схемы (ИС) — миниатюрные электронные приборы, объединявшие в себе сначала сотни, а затем тысячи элементов электронной схемы.



III поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

В 1964 году компания IBM объявила о создании шести моделей ЭВМ нового поколения на интегральных схемах. Серия этих машин получила название IBM/360. Это были программно совместимые машины с общей архитектурой, но разной производительности, комплектации и стоимости. Быстродействие разных моделей машин находилось в диапазоне от нескольких десятков тысяч до нескольких миллионов операций в секунду.



III поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

Мультипрограммный режим работы – пока одна программа занята режимом ввода/вывода данных, другая программа занимает центральный процессор, выполняя вычисления.

Операционные системы ЭВМ третьего поколения могли реализовать функцию разделения ресурсов ЭВМ между несколькими выполняемыми программами. К разделяемым ресурсам, прежде всего, относятся время работы процессора и оперативная память.

III поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

На машинах третьего поколения стали широко использоваться *накопители на магнитных дисках (НМД)* — устройствах внешней памяти *прямого доступа* (в отличие от НМЛ — устройствах *последовательного доступа*). Задача операционной системы заключалась также в *управлении работой с файлами на магнитных дисках*.



III поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

Третья задача ОС — обеспечение взаимодействия пользователя (оператора ЭВМ, программиста) с компьютером. Это взаимодействие осуществляется на специальном командном языке операционной системы. Техническим средством такого взаимодействия (интерфейса) сначала были консоли — электрические пишущие машинки, а позже — мониторы с электронно-лучевым дисплеем.



III поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.



Наиболее развитыми возможностями обладала операционная система OS/360. На ее основе был реализован многопользовательский режим работы ЭВМ. Несколько пользователей одновременно на одной машине могли исполнять свои программы, вводя их через *терминал — клавишное устройство с дисплеем*. Вернулся режим прямого взаимодействия пользователя (программиста) с компьютером, как во времена первого поколения ЭВМ. Но теперь появилась *возможность параллельной работы многих пользователей*. Помещения с терминалами — *терминальные залы* — располагались отдельно от машинного зала.

III поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

язык PL-1 (в переводе — «язык программирования номер один»). Это первый универсальный язык, предназначенный для работы с любыми типами данных. Разрабатываются многочисленные *пакеты прикладных программ (ППП)* для различных областей производства, экономики, науки. ППП предназначены для их использования непрограммирующими пользователями через терминальную систему связи с ЭВМ.

The image shows the letters 'PLM' in a stylized, 3D font. The letters are primarily green with red outlines and shadows, giving them a three-dimensional appearance. They are set against a white background with a subtle shadow effect.

III поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

В этой линии наиболее известной серией были мини-ЭВМ семейства PDP-11. Архитектуру машин этой серии называют архитектурой «общей шины». *Общая шина* — это *информационная магистраль*, к которой подключаются процессор, память и контроллеры внешних устройств. Позже такая архитектура стала использоваться в микроЭВМ и персональных компьютерах (ПК).



III поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

В основе программного обеспечения мини-ЭВМ лежали *операционные системы реального времени*. Они управляли не только распределением ресурсов машины в мультипрограммном режиме работы, но и временем реакции ЭВМ на внешнее воздействие при управлении техническими устройствами: промышленными установками, лабораторным оборудованием, транспортными средствами и пр. Мини-ЭВМ стали работать даже на бортах космических кораблей. На базе мини-ЭВМ на предприятиях создаются АСУ ТП — автоматизированные системы управления технологическими процессами.

III поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные в 1955-1965 гг.

1. Элементная база: интегральные схемы.
2. Соединение элементов: печатные платы.
3. Габариты: ЭВМ выполнена в виде однотипных стоек.
4. Быстродействие: 1–10 млн. операций в секунду.
5. Эксплуатация: вычислительные центры, дисплейные классы, новая специальность — системный программист.
6. Программирование: алгоритмические языки, операционные системы.
7. Оперативная память: 64 Кбайт.

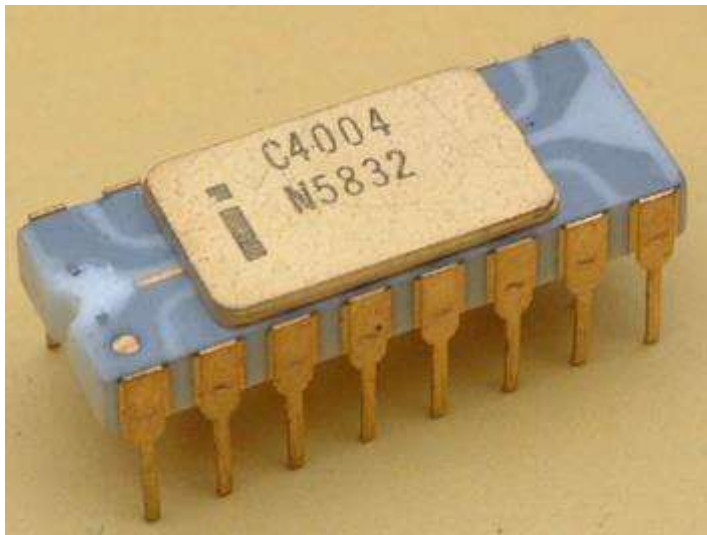
IV поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные начиная с 1975 г. по начало 90-х годов

Переход к четвертому поколению ЭВМ происходил по двум направлениям. Первое было связано с разработкой суперкомпьютеров, второе — с изобретением и использованием в ЭВМ микропроцессоров. И тот, и другой процессы берут свое начало в 1970-х годах.



IV поколение ЭВМ: ЭВМ, сконструированные начиная с 1975 г. по начало 90-х годов

Первый в истории микропроцессор появился в 1971 году. Тогда фирма Intel представила свой четырехразрядный микропроцессор Intel-4004, выполнявший 60 000 операций в секунду. Первая микроЭВМ на основе восьмиразрядного процессора Intel-8008 была создана в 1973 году.



IV поколение ЭВМ: линия суперкомпьютеров

Появились две фундаментальные идеи, лежащие в основе архитектуры суперкомпьютеров: принцип *конвейерной обработки* и принцип *векторной обработки*.

В компьютере выполнение каждой операции (команды) разбивается на отдельные этапы. Процессорный конвейер — это цепочка процессоров, каждый из которых выполняет только один этап операции и передает результат следующему процессору в конвейере. После этого сразу же приступает к выполнению своего этапа следующей операцией.



IV поколение ЭВМ: линия суперкомпьютеров

Векторная обработка предполагает использование множества процессорных элементов, которые могут работать параллельно, одновременно выполняя одну и ту же операцию над разными данными. Подобные вычисления часто выполняются при обработке массивов чисел — векторов. Например, при сложении двух одномерных массивов из 100 элементов $\{a_1, a_2, \dots, a_{100}\}$ и $\{b_1, b_2, \dots, b_{100}\}$ получается массив такого же размера, элементы которого вычисляются по формуле: $c_i = a_i + b_i, i = 1, \dots, 100$. Если эту задачу решает однопроцессорный компьютер, то сложения будут производиться последовательно и затраченное время на вычисления составит $100 \cdot \tau$ секунд, где τ — время выполнения операции сложения. Если же в компьютере имеются не менее 100 процессоров, то, работая параллельно, они затратят на эту работу всего τ с.

IV поколение ЭВМ: линия суперкомпьютеров

На применении конвейерного принципа работы при выполнении вычислений с векторами основаны **векторно-конвейерные ЭВМ**. Матричные ЭВМ работают по векторному принципу. При этом все процессорные элементы выполняют синхронно одну и ту же последовательность операций.



IV поколение ЭВМ: линия суперкомпьютеров

В многопроцессорных ЭВМ каждый процессорный элемент независимо от других работает по своей программе. Взаимодействие между ними происходит путем передачи данных. Эта передача осуществляется через память компьютера. Обеспечение быстрого обмена данными между параллельно работающими процессорами — узловая проблема многопроцессорных ЭВМ.



IV поколение ЭВМ: линия суперкомпьютеров



Одной из первых *матричных* суперЭВМ была машина ILLIAC-IV, разработанная в Иллинойском университете (1972 г.). Ее быстродействие составляло 200 млн оп./с.

IV поколение ЭВМ: линия суперкомпьютеров



Многопроцессорные ЭВМ 1980–1990-х годов содержали от нескольких единиц до нескольких десятков процессоров. Современные многопроцессорные суперЭВМ на основе микропроцессоров содержат тысячи параллельно работающих процессоров. Их быстродействие исчисляется величинами порядка 10^{12} оп./с.

IV поколение ЭВМ: линия суперкомпьютеров

Распределенные вычисления — способ реализации параллельных вычислений путем использования множества компьютеров, объединенных в сеть. Такие вычислительные системы еще называют **мультикомпьютерными системами**.

Распределенные вычисления часто реализуются с помощью **компьютерных кластеров** — нескольких компьютеров, связанных в локальную сеть и объединенных специальным программным обеспечением, реализующим параллельный вычислительный процесс.

IV поколение ЭВМ: зачем нужны сверхбыстрые компьютеры

1. Расчеты, лежащие в основе реализации математических моделей многих процессов в природе и технике. Гигантские вычислительные ресурсы необходимы для более надежного и долгосрочного прогноза погоды, для решения аэрокосмических задач, в том числе и оборонных, для решения многих инженерных задач и т. д.
2. Поиск информации в гигантских базах данных, достигающих по объему хранимой информации нескольких терабайтов (1 терабайт = 1024 Гбайт = 10^{12} байтов).
3. Моделирование интеллекта. При всех фантастических показателях объем оперативной памяти современных компьютеров составляет лишь малую долю объема памяти человека.

Смена поколений ЭВМ

	1 1950-е годы	2 1960-е годы	3 1970-е годы	4 (суперЭВМ) Начиная с 1970-х годов
<i>Элементная база:</i>	Электронные лампы	Транзисторы	Интегральные схемы (ИС) и большие интегральные схемы (БИС)	БИС, СБИС, микропроцессоры
<i>Максимальное быстродействие (оп./с):</i>	10–20 тыс.	100 тыс. – 3 млн	10 млн	10^9 – 10^{12}
<i>Максимальная емкость ОЗУ (Кбайт):</i>	100	1000	10 000	10^7
<i>Архитектура:</i>	фон-неймановская однопроцессорная	фон-неймановская однопроцессорная. Появление периферийных процессоров	Центральный процессор + каналы ввода/вывода. Шинная архитектура	Конвейерно-векторные, матричные, многопроцессорные. Мультикомпьютерные системы
<i>Примеры моделей и серий ЭВМ:</i>	М-20, Урал-4, Минск-14	М-220, БЭСМ-4, Минск-32, БЭСМ-6	IBM/360/370, PDP-11, ЕС ЭВМ	CRAY, ILLIAC IV, SX-3