

ЦЕЛЬ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование общих понятий:

- об основных принципах построения ЭВМ и систем, их архитектуре, структурной и функциональной организации;
- взаимодействия узлов и блоков ЭВМ, принципов управления их работой;
- о методах представления, хранения, обработки и передачи информации;
- о проблемной ориентации в вычислительных системах;
- о вычислительных системах высокой производительности.

ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Заключаются в освоении студентами теоретических основ:

- архитектуры и структурной организации вычислительных машин и систем на основе RISC и CISC технологий;
- организации основных подсистем (памяти, процессора, управления, ввода-вывода и др.).

ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

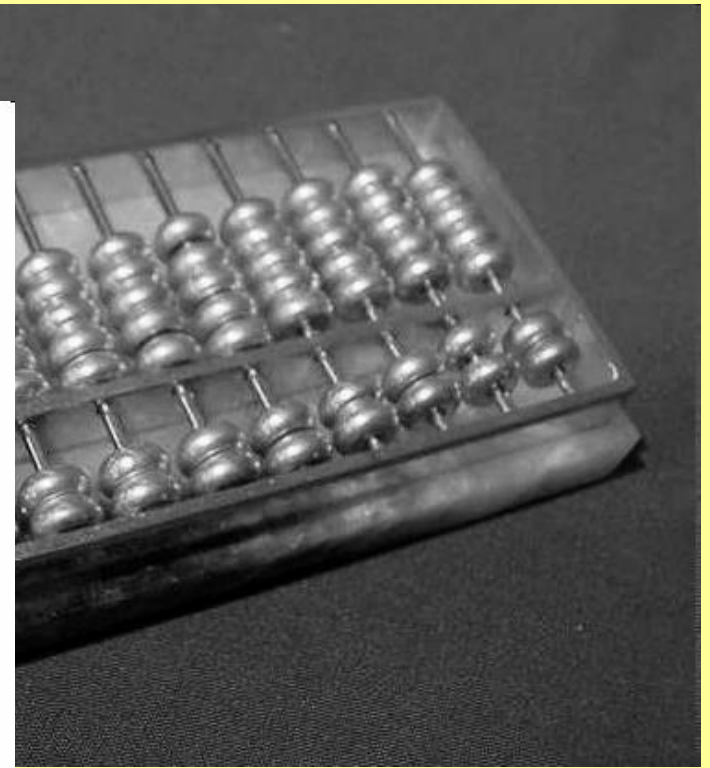
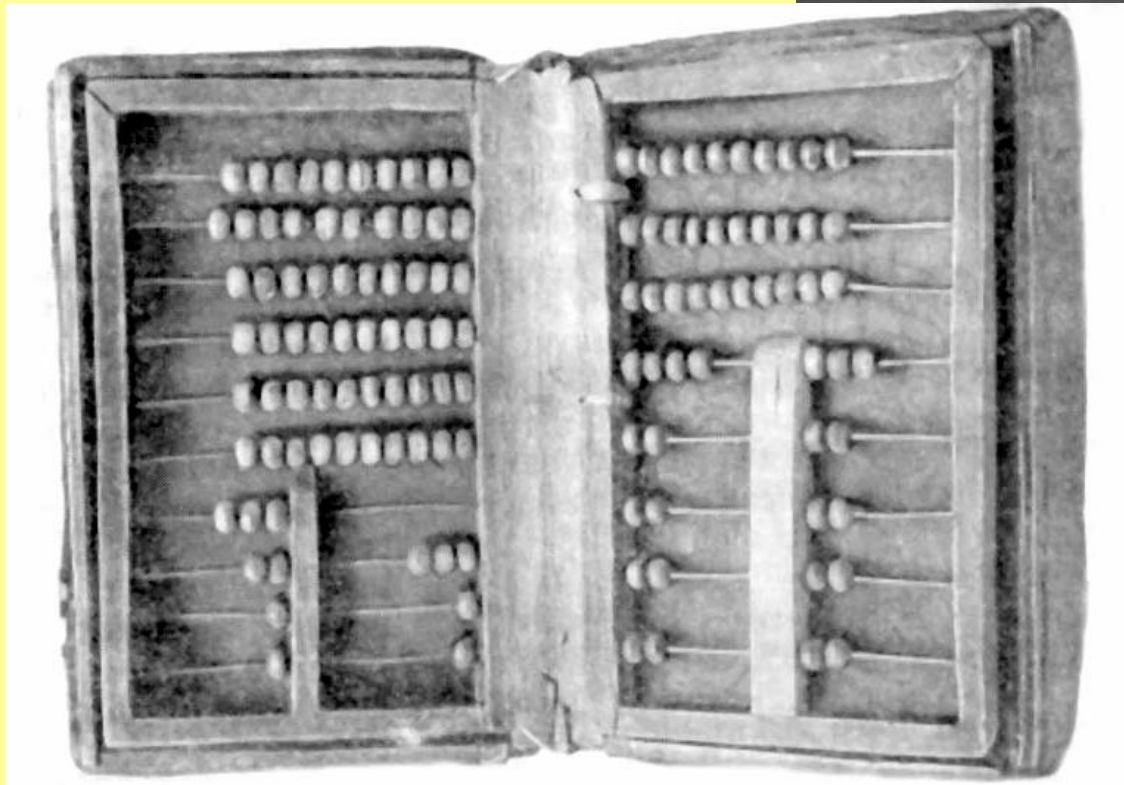
Приобретение практических навыков владения:

- методикой проектирования узлов и устройств ВТ с использованием современной элементной базы (СБИС, микропроцессорные комплекты и др.);
- методами оценки, выбора и проектирования структур ЭВМ, микропрограмм ее функционирования;
- методами комплексирования узлов и устройств ВТ в системы.

Лекция 1. Поколения ВС

«Нулевое» поколение – механические вычислители

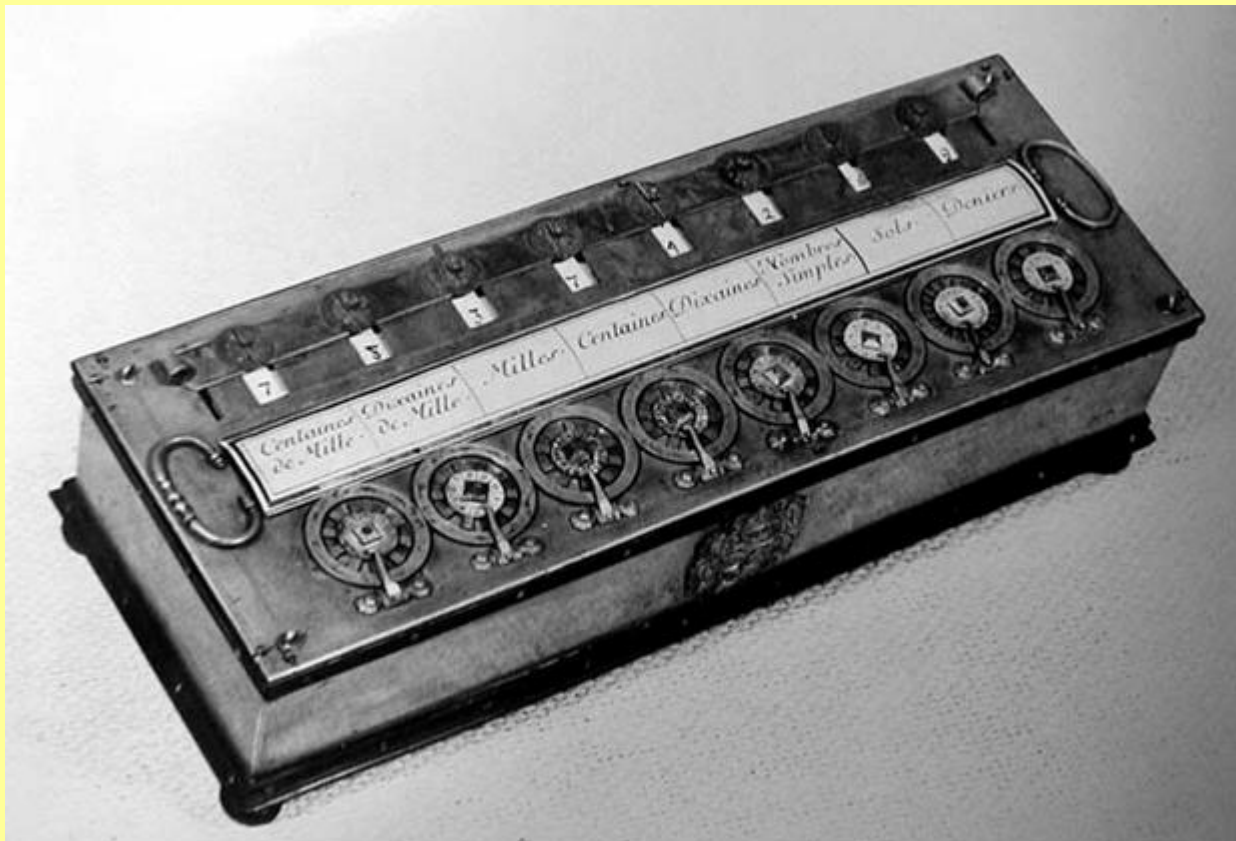
3000 до н.э: Абак



«Нулевое» поколение **17 век** - механические вычислители

Счетная машина Паскаля (~ 1642 г.)

Сумматор на зубчатых колесах

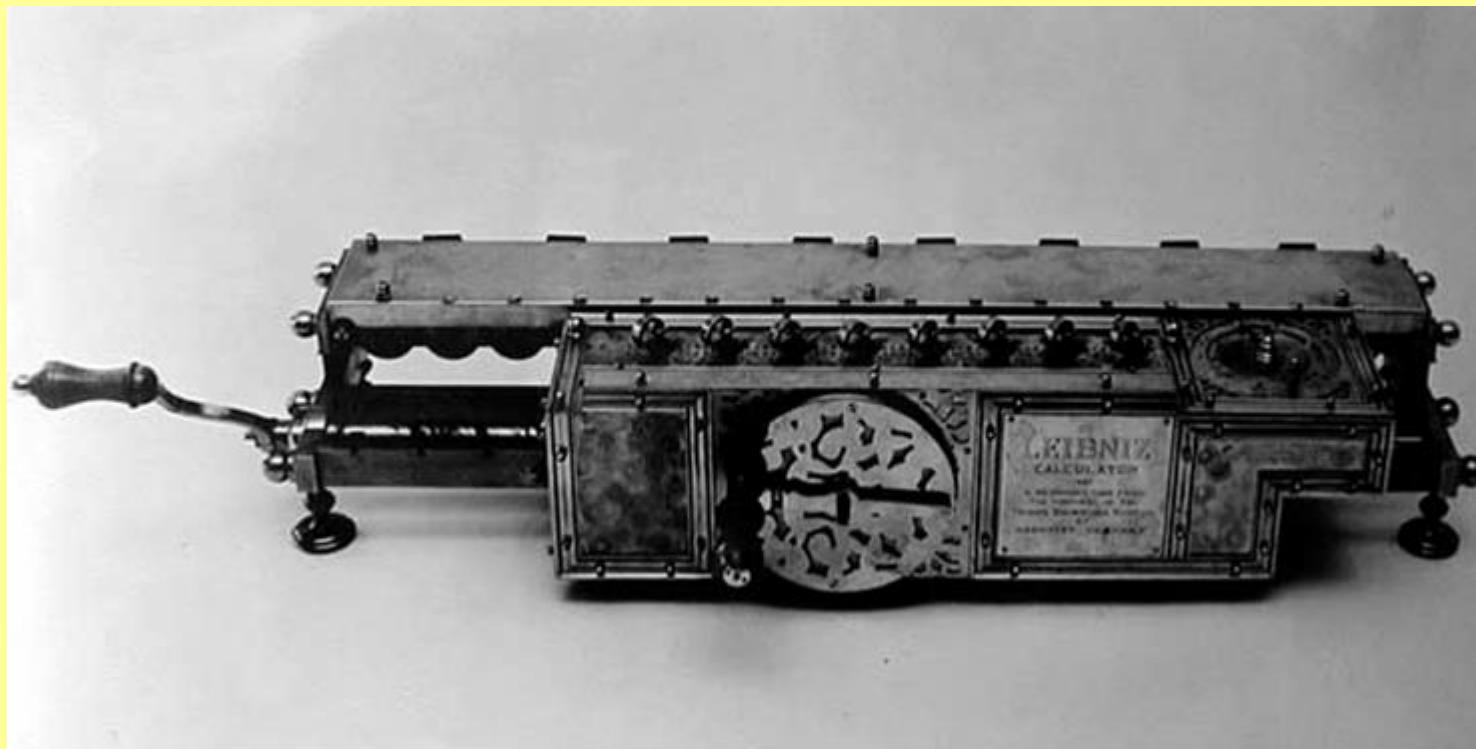


«Нулевое» поколение 17 век - механические вычислители

Арифмометр Лейбница (~ 1671 г.)

Операции:

сложение, умножение, деление, извлечение квадратного
корня



«Нулевое» поколение 20 век - механические вычислители

Компьютер Z3 (1939 - 1941 г.) Доктор Конрад Зус

Первый автоматический (управляемый программой) компьютер.
Использовал целые числа и числа с плавающей точкой.
Состоял из 2 600 телефонных реле.



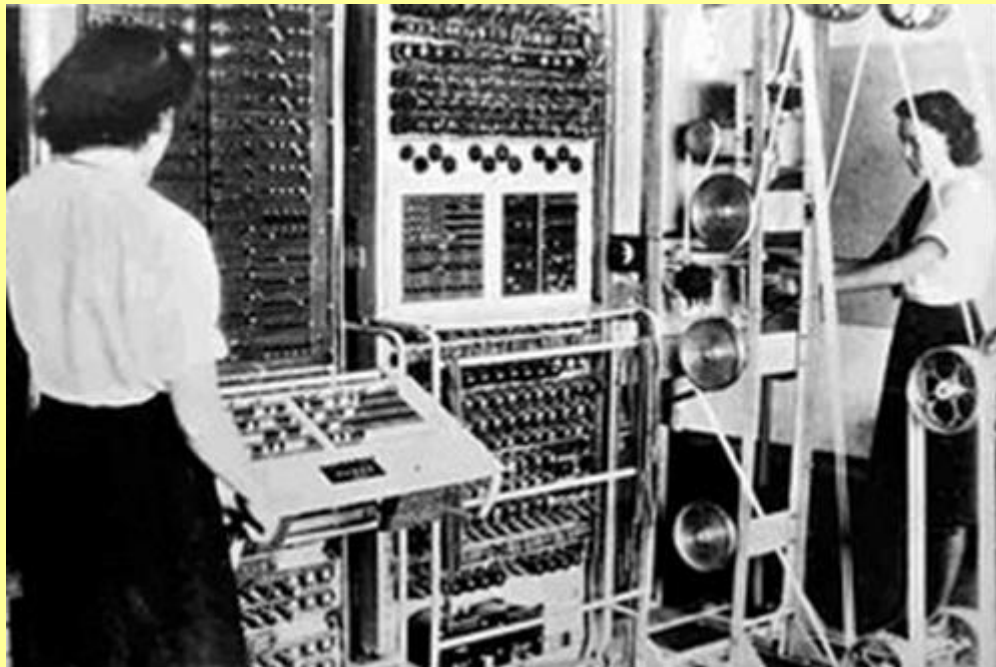
«Первое» поколение – вычислители на электронных лампах

Enigma (~ 1940 г.)



«Первое» поколение — вычислители на электронных лампах

Colossus (~ 1943 г.)



«Первое» поколение – вычислители на электронных лампах

Eniac (~ 1946 г.) - Electronic Numerical Integrator And Computer

18 000 электронно-вакуумных ламп,

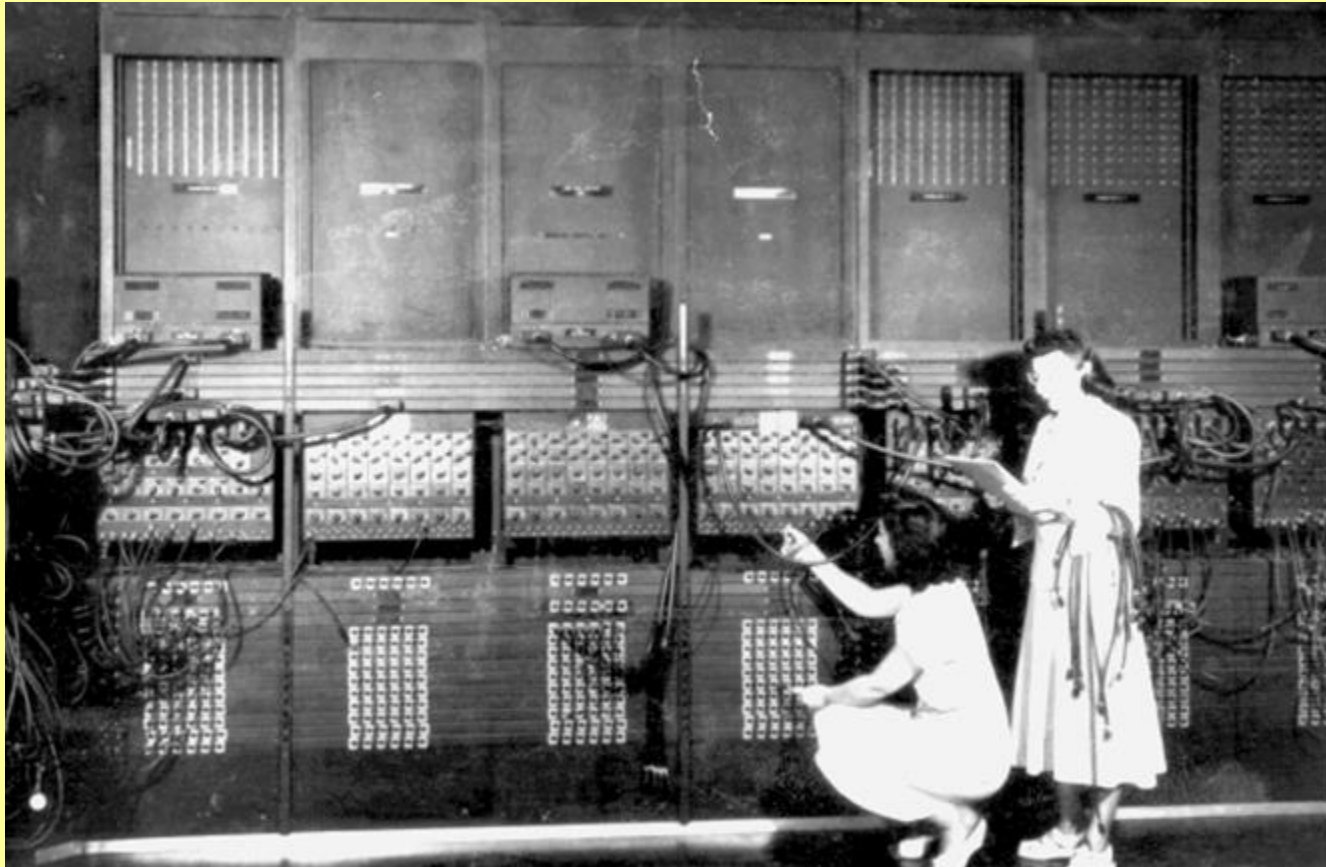
7 200 диодов, 1500 реле

Потребляемая мощность: 150 кВт

Вес порядка 30 тонн, Площадь: 167 м²

Время выполнения цикла машинной команды: 200 мкс

Стоимость: 486 000 \$



Урал

- Основу системы математического обеспечения последних моделей ЭВМ Урал составляла универсальная программа-диспетчер, выполнявшая роль операционной системы. В состав математического обеспечения входил также автокод АРМУ, обеспечивающий полную совместимость программ для моделей "снизу вверх". Библиотека программ формировалась из программ, составленных на языке АРМУ, Алгол60, Алгамс, Алгэк. В последней модели семейства - машине Урал-16 (1967 год) успешно прошла испытания операционная система, обеспечивающая пакетную обработку данных. В полупроводниковых моделях ЭВМ Урал нашли воплощение многие идеи, которые затем широко применялись в машинах третьего поколения (например, развитая система прерываний, эффективная система защиты памяти, развитое математическое обеспечение). При этом некоторые идеи были выдвинуты разработчиками ЭВМ Урал раньше появления концепции IBM 360.



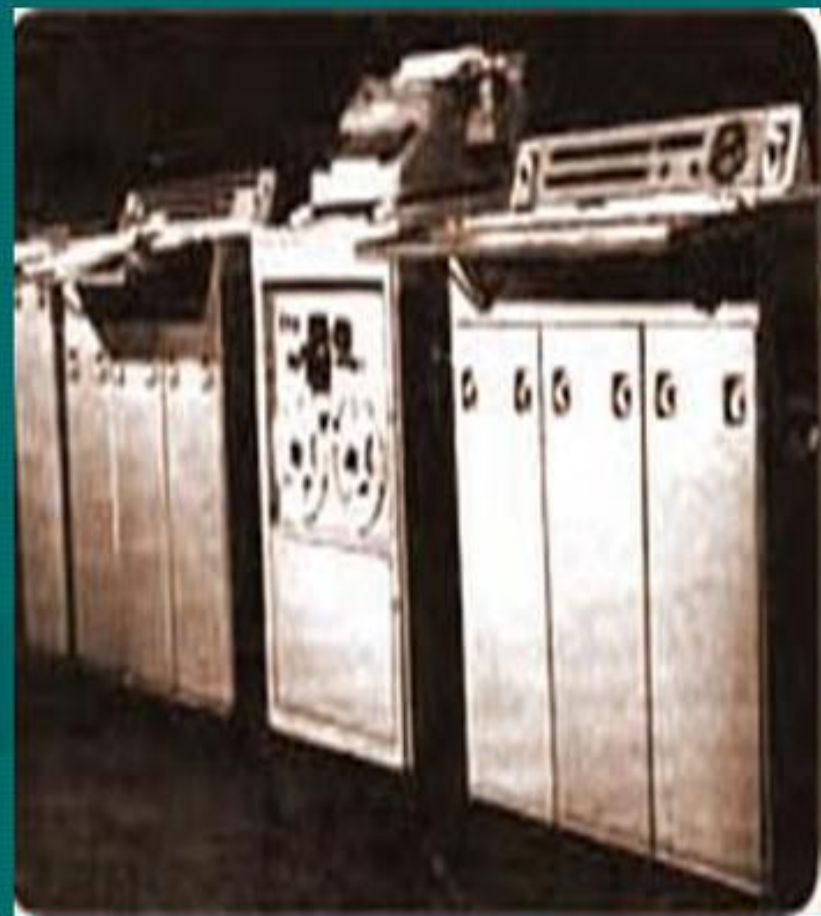
«Первое» поколение – вычислители на электронных лампах

УРАЛ-1



Семейство ЭВМ Днепр

- Днепр — первая отечественная цифровая управляющая вычислительная машина широкого назначения на полупроводниковых элементах.
- Днепр
- Дата создания: 1961
- ЭВМ созданы в институте кибернетики Академии наук Украины под руководством Виктора Михайловича Глушкова.
- Состоит из центральной вычислительной части и устройства связи с объектом.
- Вычислительная часть этого компьютера представляла собой самостоятельную универсальную цифровую вычислительную машину “средней производительности” (время выполнения операции сложения — от 29,5 до 57,5 мкс), имеющую оперативное запоминающее устройство “переменного” объема (использовались блоки емкостью по 512 слов; всего могло быть использовано до восьми блоков).
- В машине применялась двухадресная система команд (форма представления чисел — с фиксированной запятой; длина слова — 26 разрядов, включая знаковый разряд).



ЭВМ КИЕВ

- **Киев** — электронная цифровая вычислительная машина, предназначенная для решения широкого круга научных и инженерных задач. Эта ламповая ЭВМ, имевшая производительность 6—10 тыс. оп./с, была выпущена в 1958 году. Она впервые в нашей стране использовалась для дистанционного управления технологическими процессами.
- ЭВМ создана в институте кибернетики Академии наук Украины под руководством Виктора Михайловича Глушкова.



ЭВМ М-3

- Машина М-3 предназначена для выполнения широкого круга математических вычислений сравнительно небольшого объема. Ее достоинствами являются небольшие габариты, простота эксплуатации, невысокая стоимость.
- Потребляемая мощность — 10 кВт. Для размещения машины достаточно площадь 30-40 кв.м. М-3 является двухадресной машиной и имеет естественный порядок выполнения команд. Для ввода в машину командам программы должны быть перенесены на бумажную ленту шириной 18 мм с помощью перфорирующего устройства. ЭВМ М-3 содержала одно запоминающее устройство на магнитном барабане емкостью 2048 чисел или команд, имевшем скорость вращения 3000 об./мин. при этом машина имела производительность 30 оп./с.
- Предусматривалась возможность замены магнитного барабана запоминающим устройством на ферритовых сердечниках. При такой замене быстродействие машины повышалось приблизительно до 1500 оп./с. Ввод данных в ЭВМ и вывод результатов осуществлялись посредством перфокарты и стандартной телеграфной аппаратуры со скоростью 7 чисел в секунду. Более быстрый ввод данных производился при помощи фотоэлектрического вводного устройства, которое обеспечивало скорость ввода до 30 десятичных чисел в секунду.
- В машине употреблялась двухадресная система команд, при которой каждая команда состоит из кода операции и двух адресов чисел. ЭВМ М-3 выполняла четыре арифметических действия и ряд логических и вспомогательных операций (например, ввод числа с перфокарты, условный и безусловный переходы, логическое умножение). Каждая ячейка памяти машины имела 31 разряд.
- В машине использовались 770 электронных ламп и 3000 полупроводниковых диодов.



Семейство ЭВМ МИР



ЭВМ МИР

- **МИР**, машина для инженерных расчетов — семейство малых электронных цифровых вычислительных машин, предназначенных для решения широкого круга инженерно-конструкторских математических задач.
- ЭВМ созданы в институте кибернетики Академии наук Украины под руководством Виктора Михайловича Глушкова.
- Машина МИР (как и “Проминь”) могла разместиться в небольшой комнате. Пользователь садился за стол с электрической пишущей машинкой (с ее помощью осуществлялись ввод и вывод информации), включал компьютер, решал свою задачу и выключал его. По сути дела, это была первая персональная ЭВМ. Для нее употреблялся язык программирования Алмир-65, представляющий собой “русифицированное развитие” языка Алгол-60. В более поздней модели машины — МИР-1 (1968 г.) предусматривался ввод с перфоленты и вывод на нее.
- В данной модели были применены узлы повышенной надежности. В 1969 году появилась ЭВМ МИР-2, в которой использовался дисплей со световым пером (помогающий быстро выводить, проверять и редактировать информацию и обеспечивающий отображение на экране промежуточных и окончательных результатов решения задач), а также внешняя память на магнитных картах. Здесь применялся язык Аналитик — расширение языка Алмир.

Семейство ЭВМ Минск

- В конце 1950-х годов в Минске под руководством Г.П.Лопато и В.В.Прижиялковского начались работы по созданию первой машины известного в дальнейшем семейства "Минск-1". Она выпускалась Минским заводом вычислительных машин в различных модификациях: "Минск-1", "Минск-11", "Минск-12", "Минск-14". Машина широко использовалась в вычислительных центрах нашей страны. Средняя производительность машины составляла 2-3 тыс.оп/сек.
- Минским заводом в 1963 году была выпущена транзисторная ЭВМ "Минск-2", затем ее модифицированные варианты: "Минск-22", "Минск-22М", "Минск-23" и в 1968 году - "Минск-32".
- Первые АСУ были построены на базе ЭВМ серии "Минск". В конце 1960-х годов ЭВМ "Минск-22" была снята с производства, но долго еще использовалась на промышленных предприятиях, в вычислительных центрах. ЭВМ "Минск-32" вобрала в себя все лучшее, что было достигнуто в проектах "Минск-22" и "Минск-23" как в структуре машины, так и в архитектуре. Развитые системы мультипрограммной работы (одновременно могло работать до четырех программ), связи с внешними объектами, возможность создания на ее основе многомашинных систем (наличие быстрого канала и коммутаторов) и т.д. обеспечивали машине заслуженное признание среди пользователей.

ЭВМ МЭСМ

- Газета
"ИНФОРМАТИКА"
Первая в Европе (В 1947 году в Киеве, в Институте электротехники Академии наук Украины, под руководством Сергея Алексеевича Лебедева стала создаваться первая отечественная ЭВМ — МЭСМ)



Семейство ЭВМ НАИРИ

- Наири - семейство электронных цифровых вычислительных машин общего назначения с микропрограммным принципом построения и встроенной системой автоматического программирования. Эти машины предназначены для решения широкого круга инженерных, научно-технических и некоторых типов планово-экономических и учетно-статистических задач.

Машины данного семейства были разработаны в Ереванском научно-исследовательском институте математических машин. В семейство входили машины Наири-1 (1964 г.) с модификациями Наири-М и Наири-С, Наири-2 (1967 г.) и ее модификации, а также Наири-3 - на интегральных микросхемах - тоже со своими модификациями. Модели отличались, например, элементной базой, объемом оперативного запоминающего устройства, количеством и составом внешних устройств.

Семейство ЭВМ ПРОМИНЬ

- **Проминь** — семейство малых цифровых электронных вычислительных машин, предназначенных для автоматизации инженерных расчетов средней сложности. Для машин семейства характерны простота общения с человеком, малые размеры и потребление небольшого количества энергии. В семейство входили транзисторные ЭВМ: “Проминь” (выпущенная в 1962 г.); “Проминь-М” (1965 г.), отличающаяся от машины “Проминь” наличием вывода на “цифропечатающую” машинку, и “Проминь-2” (1967 г.).
- ЭВМ созданы в институте кибернетики Академии наук Украины под руководством Виктора Михайловича Глушкова.

ЭВМ СЕТУНЬ

Краткая характеристика

Дата создания 1961

Описание: Цифровая электронная вычислительная машина "Сетунь" предназначена для решения научно-технических задач средней сложности. Кроме того, она может быть эффективно использована в высших учебных заведениях, конструкторских бюро, научно-исследовательских институтах и лабораториях, на заводах. Машина разработана в ВЦМГУ им. Ломоносова и является первой в мире цифровой машиной, работающей в троичной системе счисления, а также одной из немногих серийно выпускаемых машин с магнитными усилителями в качестве схемных элементов, отличающихся высокой надежностью, простотой устройства, низкой стоимостью и малыми габаритами.

Структура кода: одноадресная с признаком модификации адресной части

Система счисления: троичная

Способ представления числа: с фиксированной запятой после второго разряда

Разрядность: 18 троичных разрядов (длинное слово), что эквивалентно 29 двоичным или 8 десятичным разрядам

Быстродействие: 4800 операций/с

Система команд: 24 команды

Устройства ввода: с 5-позиционной бумажной перфоленкой со скоростью 800 строк/с

Типы элементов, используемых в машине: электромагнитные пороговые с положительными и отрицательными весами входных элементов типа быстродействующих магнитных усилителей импульсов тока на ферритовых сердечниках и диодах

Занимаемая площадь: 25-30 кв. метров

Потребляемая мощность: 2,5 кВт



ЭВМ Стрела

- Машина "Стрела" собрана на трех основных стойках, расположенных в виде буквы "П". Справа находится стойка арифметического устройства, слева - стойка внешнего накопителя и некоторых вспомогательных устройств, посередине находится стойка оперативного запоминающего устройства и устройства управления. В центре расположен пульт ручного управления и устройства ввода данных (слева) и вывода результатов (справа)".
- "Стрела" имела среднюю производительность около 2000 трехадресных операций в секунду. Арифметическое устройство этой ЭВМ выполняло арифметические операции (сложение, вычитание, умножение) и ряд дополнительных операций (вычитание модулей чисел, сдвиг числа, выделение части числа и др.). Устройство для подготовки перфокарт состояло из двух частей: клавишного устройства и входного перфоратора. Человек-оператор с помощью клавишного устройства набивал необходимую информацию на перфокартах. Затем подготовленная колода перфокарт вынималась из входного перфоратора и помещалась в читающее устройство (устройство ввода данных) машины, которое автоматически вводило данные в оперативное запоминающее устройство (емкостью до 2048 слов), построенное на электронно-лучевых трубках.



Стрела

- Пульт ручного управления позволял оператору запускать и останавливать машину, следить за ходом выполнения команд программы, а также вводить в оперативное запоминающее устройство и выводить из него отдельные числа (данные и команды) во время остановки машины. Результаты решения задачи, полученные в оперативном запоминающем устройстве, передавались в виде электрических сигналов в выходной перфоратор и там представлялись в виде системы отверстий на перфокартах.
- Печатающее устройство имело специальный приемник, в который вставлялась колода перфокарт с результатами решения, и устройство переводило их в десятичную систему счисления, а также печатало на бумаге в виде числовых таблиц. В машине использовалось около 6000 электронных ламп и несколько десятков тысяч полупроводниковых выпрямителей (диодов).
- Общая потребляемая машиной мощность — 150 кВт, в том числе сама машина потребляет 75 кВт, 25 кВт идет на вентиляционную установку и 50 кВт на холодильную установку.
- Первая ЭВМ "Стрела" была установлена в отделении прикладной математики Математического института АН СССР (МИАН), а в конце 1953 года началось ее серийное производство. Через несколько лет об этой ЭВМ писали следующее: "Машина "Стрела" в течение длительной эксплуатации показала высокую надежность и устойчивость работы. Среднее время полезной работы машины составляет 15—18 часов в сутки. Для машин типа "Стрела" разработаны достаточно полные системы контрольных задач, позволяющих проверять машину и находить неисправности, а также система профилактических мероприятий, повышающих надежность работы машины".



«Первое» поколение – вычислители на электронных лампах

UNIVAC (~ 1951 г.) коммерческий компьютер

> 5 200 электронно-вакуумных ламп,

18 000 диодов, 300 реле,

Вес: 13 тонн, Площадь: 35.5 м²

Объем памяти: 1000 слов или 12000 символов

Производительность: 1905 опер./с со скоростью 2.25 МГц

(Арифметические операции – 0.525 мс, Умножение – 2.15 мс,

Деление – 3.9 мс)

Энергопотребление: 120 кВт

Стоимость: ~ \$ 1 – 1.5 млн.



«Первое» поколение – вычислители на электронных лампах

IBM 701 (~ 1953 г.)

Память:

2048 слов x 36 бит

Производительность :

Сложение – 60 мкс,

Умножение и деление – 456 мкс



«Второе» поколение – вычислители на транзисторах

МЭСМ (1949 – 1952)

Проф. Лебедев С.А.

БЭСМ (1952 – 1954)

60 000 транзисторов,

180 тыс. диодов,

Длина слова: 48+2 разряда Производительность: до 1 млн. команд/с

Рабочая частота: 10 МГц

Площадь: 150 - 200 м²

Потребляемая мощность: 30 кВт



«Второе» поколение – компьютеры на транзисторах

PDP-1 DEC (~ 1960) Programmed Data Processor-1

Память: 4 096 слов x 18 бит

(с расширением до 64 000 слов),

Длина слова: 18 разрядов

Производительность: до 100 000 команд/с,

Рабочая частота: 200 кГц

Дисплей: монохромный 512 x 512 пикселей

Стоимость: \$ 120 000

Первая компьютерная игра: Spacewar
(автор Steve Russell)



«Второе» поколение – компьютеры на транзисторах

PDP-8 DEC (~ 1964) коммерческий мини-компьютер

Длина слова: 12 разрядов
Память: 4 096 слов x 12 бит
Производительность:
до 333 000 команд/с,
Одна шина: Omnibus
Стоимость: \$ 18000 – 20000



«Второе» поколение – компьютеры на транзисторах

Cray-1 (~ 1974) суперкомпьютер Seymour Cray

Тактовая частота: 80 МГц
12 функциональных блоков
Производительность: 160 MIPS
Разрядность: 64 бита
Память: 1 млн. слов
Потребляемая мощность: 115 кВт
Вес: 5.5 тонн
Стоимость: \$ 8.86 млн.



«Второе» поколение – компьютеры на транзисторах

B5000 (~ 1961) Burroughs large system

Используемые языки программирования
Алгол (ALGOL) и Кобол (COBOL)



«Второе» поколение – компьютеры на транзисторах

ДВК-1 (~ 1961) микро-ЭВМ

Разрядность: 16 битов ;

Быстродействие: 400 тыс. оп/с;

Объем оперативной памяти:

48 Кбайт (для ДВК-1) и

56 Кбайт (для ДВК-2М);

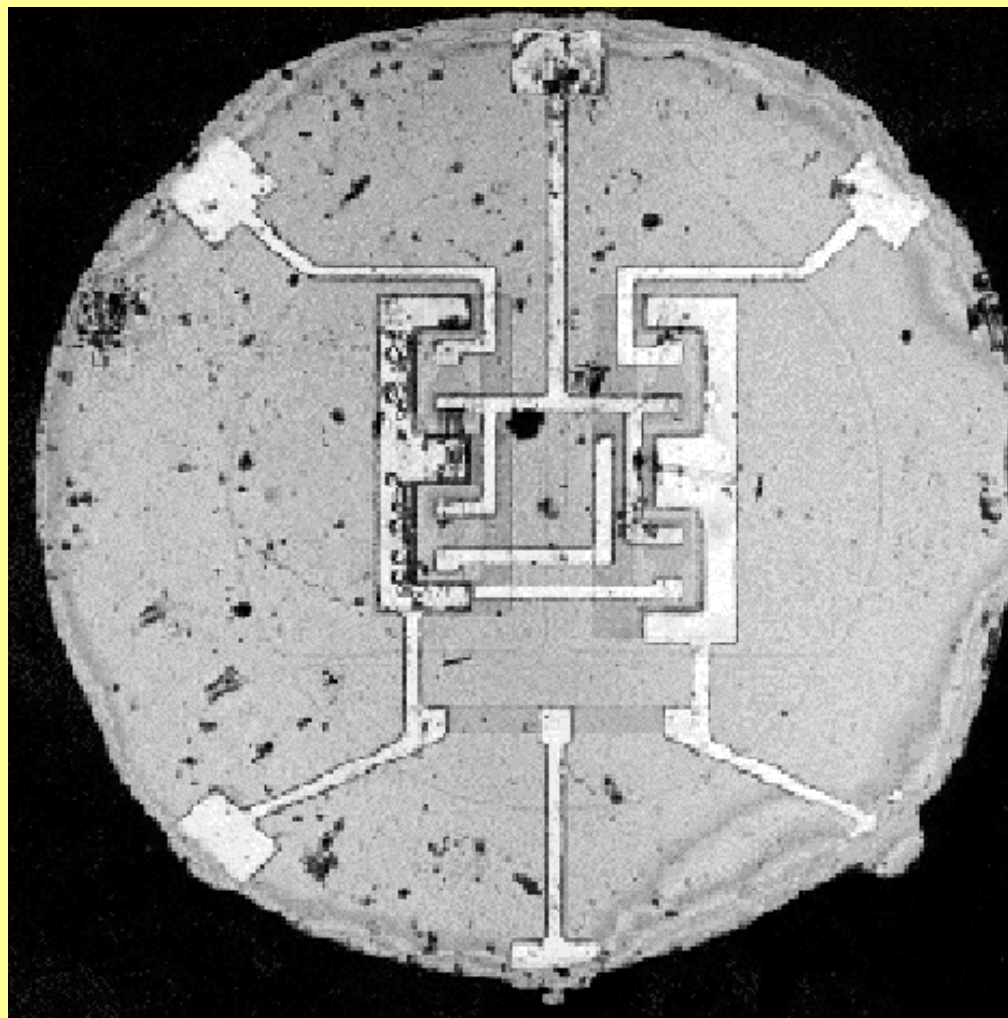
Объем памяти внешнего запоминающего

устройства НГМД-6022: 440 Кбайт



«Третье» поколение – компьютеры на ИС

Первая планарная ИС (1961)



«Третье» поколение – компьютеры на ИС

IBM 360 (~ 1964) Большая ЭВМ

Серия ЭВМ:

20, 40, 50, 60, 62 и 70

Масштабируемость характеристик и стоимости;

Использование ОС;

Возможности мультипрограммирования.



«Третье» поколение – компьютеры на ИС

ЕС ЭВМ 1020 (~ 1971) Большая ЭВМ

Серия ЭВМ: 20, 30, 40, 60, 65

Разрядная сетка: 8 битов

Набор команд: 144 команды.

ОЗУ на ферритовых сердечниках - 64- 256
Кбайт.

Средства прямого управления для создания
двухмашинных комплексов.

Накопители на сменных
магнитных дисках емкостью 7.25 Мбайт

Площадь: 100 м²

Потребляемая мощность ЭВМ: 21 кВт

Потребляемая мощность процессора: 7 кВт



«Четвертое» поколение – компьютеры на СБИС

i4040 (~ 1972) 4-битный центральный процессор

Поддержка прерываний

Набор инструкций: 60 команд

Память команд (ПЗУ): 8 Кбайт

Число регистров: 24

Глубина стека: 8 уровней



«Четвертое» поколение – компьютеры на СБИС

i8086 (~ 1978) 16-битный процессор

Тактовая частота (МГц): 5 (модель 8086),
8 (модель 8086-2),
10 (модель 8086-1)

Разрядность регистров: 16 бит

Разрядность шины данных: 16 бит

Разрядность шины адреса: 20 бит

Объём адресуемой памяти: 1 Мбайт

Количество транзисторов: 29 000

Техпроцесс: 3 мкм

Площадь кристалла (кв. мм): ~30

Максимальное тепловыделение: 1,75 Вт

Напряжение питания: +5 В



«Четвертое» поколение – компьютеры на СБИС

i80286 (1982) 16-битный процессор

Тактовая частота (МГц): 6, 8, 10, 12,5, 16, 20

Разрядность регистров: 16 бит

Разрядность шины данных: 16 бит

Разрядность шины адреса: 24 бит

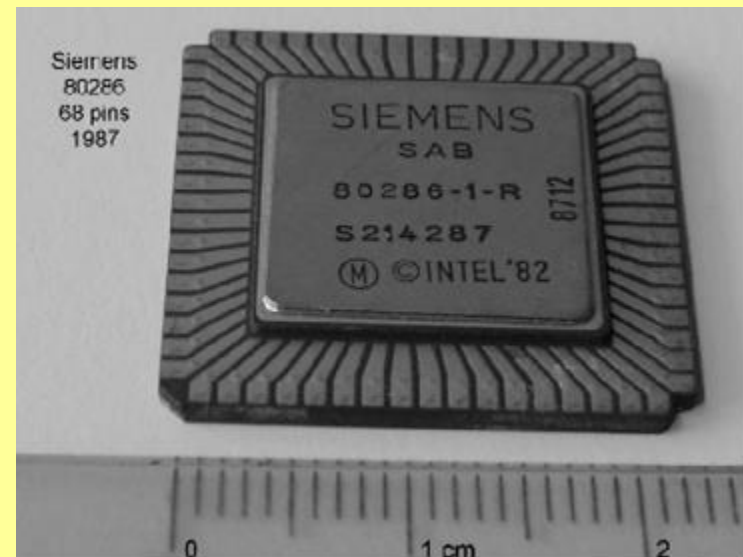
Объём адресуемой памяти: 16 Мбайт

Объём виртуальной памяти: 1 Гбайт

Количество транзисторов: 134 000

Техпроцесс (нм): 1500 (1,5 мкм)

Напряжение питания: +5 В



«Четвертое» поколение — компьютеры на СБИС

Core 2 Duo (2006)

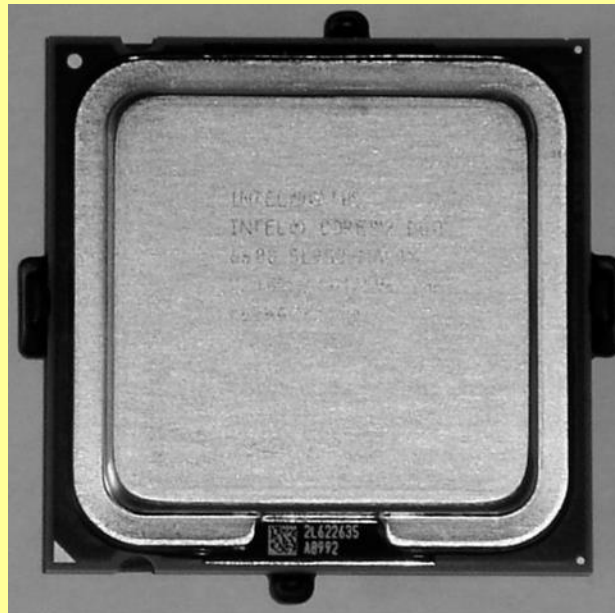
Поддерживают технологию EM64 и 2-4 процессорных ядра. Каждое ядро может выполнять до четырех инструкций одновременно с помощью 14 стадийного конвейера.

Количество транзисторов:

291 миллион у моделей с 4 МБ кеш памяти

167 миллионов у моделей с 2 М

Техпроцесс (нм): 65 (0,065 мкм)



«Четвертое» поколение – компьютеры на СБИС

Core i7 (2008)

Однокристальное устройство: все ядра, контроллер памяти (а в Core i7 8xx и контроллер PCI-E), и кэш находятся на одном кристалле.

Поддержка Hyper-threading, с которым получается до 8+8 (в зависимости от модели CPU) ядер.



«Четвертое» поколение – компьютеры на СБИС

Эльбрус -4С,8С

Россия





МЦСТ
Эльбрус

Эльбрус-8С
1891ВМ10Я
Т6В373.00
4014

«Четвертое» поколение — компьютеры на СБИС

Blue Gene (IBM, 1999-2017)

Blue Gene/L узел:

5.6 GFLOPS Возможно использовать до 1024
вычислительных узлов

Blue Gene/P -петафлопная архитектура

Возможно использовать
до 884,736 процессоров,
216-rack cluster

3 PETAFLUPS.

Blue Gene/Q

10 petaflops в 2011 г.г.

