

ГЛАВА 3. Эволюция ЭВМ

Начиная с 1950 года каждые 7–10 лет кардинально обновлялись конструктивно-технологические и программно-алгоритмические принципы построения и использования ЭВМ. В связи с этим правомерно говорить о поколениях вычислительных машин. Условно каждому поколению можно отвести 10 лет.

Первое поколение ЭВМ: 1950–1960 годы

Логические схемы создавались на дискретных радиодеталях и электронных вакуумных лампах с нитью накала.

В оперативных запоминающих устройствах использовались магнитные барабаны, акустические ультразвуковые ртутные и электромагнитные линии задержки, электронно-лучевые трубки (ЭЛТ); позже — магнитные ферритовые сердечники.

В качестве внешних запоминающих устройств применялись накопители на магнитных лентах, перфокартах, перфолентах и штекерные коммутаторы.

Напряжения питания компьютерных схем составляли десятки — сотни вольт, а в случае использования ЭЛТ и киловольты. Машины потребляли несколько десятков киловатт. Они имели центральное устройство управления (УУ), обеспечивающее строго последовательную работу всех основных устройств. Тактовая частота работы УУ была в пределах десятков — сотен кГц. Ввод-вывод информации осуществлялся с перфокарт, перфолент, магнитных лент или с клавиатуры.

Программирование работы ЭВМ этого поколения выполнялось в двоичной системе счисления на машинном языке, то есть программы были жестко ориентированы на конкретную модель машины и «умирали» вместе с этими моделями.

Только в середине 50-х годов появились машинно-ориентированные языки типа языков символического кодирования (ЯСК), позволявшие вместо двоичной записи команд и адресов использовать их сокращенную словесную (буквенную) запись и десятичные числа. В 1956 году был создан первый язык программирования высокого уровня для математических задач — язык ФОРТРАН, а в 1958 году — универсальный язык программирования АЛГОЛ.

Использовались машины 1-го поколения, по образному выражению академика В. М. Глушкова, как «большие арифмометры», ибо и программы и данные вводились вручную.

лись в память ЭВМ непосредственно перед решением каждой конкретной задачи, а результаты решения сразу же выводились из машины для дальнейшего неавтоматизированного использования. ЭВМ были ориентированы на численное решение научно-технических задач, для которых характерны малый объем входной и выходной информации и большое количество вычислительных операций ее обработки.

ПРИМЕЧАНИЕ

О трудоемкости программирования на машинном языке можно судить по американской статистике: для разработки и отладки программы размером 10 000 машинных команд затрачивалось примерно 10 000 человеко-часов работы программистов. То есть программист на формирование, логическое согласование и отладку одной машинной команды тратил в среднем один час!

Надежность машин первого поколения была крайне низкой — несколько десятков часов наработки на отказ. Для поддержания приемлемого уровня надежности машины требовали регулярного ежесуточного профилактического обслуживания, во время которого выявлялись и заменялись потенциально ненадежные элементы (еженедельное обслуживание было более тщательным, нежели ежесуточное, а ежемесячное еще более трудоемким).

Работал на машине непосредственно программист, чуть позже — оператор, но и тот и другой общались с ЭВМ посредством громадного пульта, имевшего большое число переключателей (тумблеров) и световых индикаторов (лампочек), отображавших информацию в двоичной системе счисления (горит — не горит лампочка).

Организационно ЭВМ эксплуатировались в составе вычислительных центров, причем для эффективного использования каждой ЭВМ необходим был штат 10–20 программистов (программы с одной машины на другую, как правило, не переносились).

В те годы количество программистов существенно превышало количество имевшихся ЭВМ (в 1960 году во всем мире насчитывалось всего несколько тысяч машин).

Названные ранее ЭВМ, начиная UNIVAC и заканчивая БЭСМ-2 и первыми моделями ЭВМ «Минск» и «Урал», относятся к первому поколению вычислительных машин.

Второе поколение ЭВМ: 1960–1970 годы

Логические схемы строились на дискретных полупроводниковых¹ и магнитных элементах (диоды, биполярные транзисторы, тороидальные ферритовые микротрансформаторы). В качестве конструктивно-технологической основы использовались схемы с печатным монтажом (платы из фольгированного гетинакса). Широко стал использоваться блочный принцип конструирования машин, который позволяет подключать к основным устройствам большое число разнообразных внешних устройств, что обеспечивает большую гибкость использования компьютеров.

Тактовые частоты работы электронных схем повысились до сотен килогерц.

Напряжение питания схем снизилось до 10–15 В, потребляемая мощность — до сотен ватт. Надежность работы ЭВМ существенно возросла — до нескольких сотен часов

¹ Транзистор был изобретен сотрудниками Bell Laboratories (США) Д. Бардином, У. Браттейном и У. Шокли в 1949 году, удостоенными за это в 1956 году Нобелевской премии.

наработки на отказ. Регулярное профилактическое обслуживание по-прежнему требовалось.

В оперативных запоминающих устройствах чаще всего использовались миниатюрные тороидальные ферритовые сердечники с прямоугольной петлей гистерезиса (для хранения одного бита информации требовались 1 или 2 сердечника с наружным диаметром 1–1,2 мм). Постоянные запоминающие устройства были трансформаторные (один тороидальный сердечник с наружным диаметром 3–4 мм использовался для хранения битов одного разряда нескольких сотен чисел; для хранения кода «1» провод «прошивался» в отверстие сердечника, для хранения кода «0» провод проходил мимо сердечника).

Стали применяться внешние накопители на жестких магнитных дисках¹ и на флоппи-дисках — промежуточный уровень памяти между накопителями на магнитных лентах и оперативной памятью.

В 1964 году появился первый монитор для компьютеров — IBM-2250. Это был монохромный дисплей с экраном 12 × 12 дюймов и разрешением 1024 × 1024 пикселей. Он имел частоту кадровой развертки 40 Гц. Устройство управления ЭВМ поддерживало систему прерываний программ, многопрограммную работу и параллельность использования устройств машины.

Появились первые операционные системы и алгоритмические языки машинно-ориентированного низкоуровневого (ассемблеры) и высокоуровневого программирования (Кобол, Бейсик и др.). Программы стали переносимыми с одного типа компьютера на другой.

Устройства машин и их программы стали больше ориентированы на обработку массивов информации. ЭВМ второго поколения стали применяться не только для решения научно-технических задач, но и для автоматизации процессов технологического и организационного (административного) управления. На базе полупроводниковых ЭВМ стали успешно создаваться автоматизированные системы управления предприятиями (АСУП)² и системы автоматизированного и автоматического управления технологическими процессами (САУТП и АСУТП).

Создаваемые на базе компьютеров системы управления потребовали от ЭВМ более высокой производительности, а главное — надежности. В компьютерах стали широко использоваться коды с обнаружением и исправлением ошибок, встроенные схемы контроля.

В машинах второго поколения были впервые реализованы режимы пакетной обработки и телеобработки информации.

Первой ЭВМ, в которой частично использовались полупроводниковые приборы вместо электронных ламп, была машина SEAC (Standarts Eastern Automatic Computer), созданная в 1951 году.

¹ Первый накопитель на жестких магнитных дисках RAMAC 305 создала фирма IBM в 1956 году. Винчестер — неофициальное его название, позже ставшее почти официальным, — было ему присвоено ввиду случайного совпадения его формальных параметров с калибром английской охотничьей винтовки «винчестер». Накопитель RAMAC 305 содержал 50 магнитных дисков диаметром около метра каждый и обладал суммарной емкостью около 5 Мбайт.

² В 1965 году в СССР главным идеологом компьютеризации управления академиком В. М. Глушковым был выдвинут план «АСУПизации» всей страны, к сожалению, не воплощенный в жизнь.

Среди первых полностью полупроводниковых машин были:

- ❑ TRADIC (TRAnsistor DIgital Computer) — 1956 г. (малая машина);
- ❑ TX-0 (Transistor eXperimental computer) — 1957 г. (малая машина)¹;
- ❑ IBM 7070 — 1957 г.² (большая машина);
- ❑ Philco — 1957 г. (большая машина);
- ❑ Recomp 2 — 1957 г. (малая машина);
- ❑ Univac Solid State — 1958 г. (большая машина);
- ❑ National Cash-304 — 1958 г. (большая машина);
- ❑ Ramington Rand USS — 1958 г. (малая машина);
- ❑ IBM 7090 — 1959 г. (большая машина);
- ❑ IBM 1401 — 1959 г. (малая машина);
- ❑ UNIVAC 3 — 1959 г. (большая машина).

Стоимость больших машин составляла от \$500 000 до \$2 300 000, малых машин — до \$300 000.

Заслуживает внимания и первая (1961 г.) супермалая полупроводниковая машина IBM 1620, размещавшаяся (без накопителя на магнитной ленте) на конторском столе (стоимость этой машины была \$75 000).

В начале 60-х годов полупроводниковые машины стали производиться и в СССР. Основные характеристики некоторых отечественных полупроводниковых машин представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Характеристики отечественных ЭВМ второго поколения

Модель ЭВМ	Производи- тельность, операций/с*	Разрядность, бит	Адресность	Емкость ОЗУ, килочисел	Цикл ОЗУ, мкс
Минск-22	$5 \cdot 10^3$	37	2	8	24
Минск-32	$4 \cdot 10^4$	37	2	64	5
БЭСМ-4	$2 \cdot 10^4$	45	3	8	10
БЭСМ-6	10^6	48	1	32	2
М-220	$7 \cdot 10^4$	48	3	32	6
Урал-14	$5 \cdot 10^4$	24	1	64	9
Урал-16	$5 \cdot 10^4$	48	1	512	3

* Коротких операций, типа сложения с фиксированной запятой.

В 60-х годах мировое количество ЭВМ возросло по сравнению с 50-ми годами на порядок. Так, в 1966 году количество установленных машин составляло:

- ❑ в США — 27 000,
- ❑ в Западной Европе — 6000,
- ❑ в Японии — 1900.

¹ Машина была создана в Массачусетском технологическом институте под руководством К. Олсена, который в 1967 году основал занимающую ведущее положение в мире по производству малых компьютеров PDP компанию DEC (Digital Equipment Corporation). DEC наряду с фирмами IBM и Intel предложила много эффективных нововведений в компьютерные технологии.

² Первую ламповую ЭВМ — SSEC (Selective Sequence Electronic Calculator) — фирма IBM выпустила в 1948 году.

В середине 60-х и у нас в стране, и за рубежом внимание впервые акцентировали на надежности ЭВМ и их системном использовании. Поэтому в СССР было принято постановление ЦК КПСС о разработке семейств ЭВМ на базе крупных компьютерных предприятий, о создании строгой системы унификации схем и узлов ЭВМ. По этому же постановлению стали разрабатываться программно-совместимые и технически-совместимые системы вычислительных машин.

До этого, ввиду дефицита выпускаемых ЭВМ и длительного (иногда несколько лет) срока с момента заказа и до получения машины, ЭВМ часто разрабатывались и создавались небольшими группами специалистов на непрофильных предприятиях, что, естественно, не гарантировало их качества.

Что касается системного применения ЭВМ, то в середине 60-х годов существенно изменилась технология их использования. Появились технологии создания больших баз данных в памяти ЭВМ, осуществлялась выдвинутая академиком Глушковым программа «АСУПизации» всей страны, массового создания АСУП (автоматизированных систем управления предприятиями). В связи с этим при использовании ЭВМ рекомендовалось и программы, и данные постоянно хранить в памяти машины и использовать ее по мере надобности.

Итак, основные направления совершенствования ЭВМ второго поколения:

1. Переход на полупроводниковую элементную базу и печатный монтаж.
2. Блочный принцип конструирования и унификация ячеек и блоков ЭВМ.
3. Облегчение программирования для ЭВМ.
4. Ориентация ЭВМ не только на вычислительную работу, но и на работу с массивами информации.
5. Повышение надежности работы машин, использование кодов с обнаружением и исправлением ошибок и встроенных схем контроля.
6. Расширение областей применения ЭВМ.

Третье поколение ЭВМ: 1970–1980 годы

В 1958 году Р. Нойс изобрел малую кремниевую интегральную схему, в которой на небольшой площади можно было размещать десятки транзисторов. Эти схемы позже стали называться схемами с малой степенью интеграции (Small Scale Integrated circuits — SSI). А уже в конце 60-х годов интегральные схемы стали применяться в компьютерах. Логические схемы ЭВМ 3-го поколения уже полностью строились на малых интегральных схемах. Тактовые частоты работы электронных схем повысились до единиц мегагерц. Снизились напряжения питания (единицы вольт) и потребляемая машиной мощность. Существенно повысились надежность и быстродействие ЭВМ.

В оперативных запоминающих устройствах использовались миниатюрные ферритовые сердечники, ферритовые пластины и магнитные пленки с прямоугольной петлей гистерезиса. В качестве внешних запоминающих устройств широко стали использоваться дисковые накопители. Появилось еще два уровня запоминающих устройств: сверхоперативные запоминающие устройства на триггерных регистрах, имеющие огромное быстродействие, но небольшую емкость (десятки чисел), и быстродействующая кэш-память. Операционные системы стали поддерживать технологию использования виртуальной памяти.

Ввиду существенного усложнения как аппаратной, так и логической структуры ЭВМ 3-го поколения часто стали называть системами.

Первыми ЭВМ этого поколения стали модели систем IBM (ряд моделей IBM 360) и DEC (PDP 1). В Советском Союзе в содружестве со странами Совета Экономической Взаимопомощи (Польша, Венгрия, Болгария, ГДР и др.) стали выпускаться модели Единой Системы (ЕС) и Системы Малых (СМ) ЭВМ. Основные характеристики некоторых моделей ЕС ЭВМ и СМ ЭВМ показаны в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Характеристики некоторых моделей ЕС ЭВМ и СМ ЭВМ

Модель	Производительность, операций/с	Разрядность, бит	Основная адресность	Емкость ОЗУ, Кбайт	Цикл ОЗУ, мкс
ЕС-1020	$2 \cdot 10^4$	8	2	256	2
ЕС-1030	$6 \cdot 10^4$	32	2	512	1,5
ЕС-1040	$4 \cdot 10^5$	64	2	1024	1
ЕС-1050	$5 \cdot 10^5$	64	2	1024	1
ЕС-1025	$6 \cdot 10^4$	64	2	256	1,5
ЕС-1035	$1,5 \cdot 10^5$	64	2	512	1
ЕС-1045	$8 \cdot 10^5$	64	2	4096	1
ЕС-1055	$6 \cdot 10^5$	64	2	2048	1
ЕС-1060	$1,6 \cdot 10^6$	64	2	8192	0,6
ЕС-1066	$4,5 \cdot 10^6$	64	2	16 384	0,4
СМ-2	$2,5 \cdot 10^5$	16	2	256	2
СМ-4	$2,5 \cdot 10^5$	16	2	256	2
СМ-1300	$5 \cdot 10^5$	16	2	64	1
СМ-1600	$5 \cdot 10^5$	16	2	256	1
СМ-1800	$5 \cdot 10^5$	8	2	64	1

В 1972 году была создана ЭВМ нового тогда класса — класса суперкомпьютеров. Первый суперкомпьютер ILLIAC 4 имел производительность 20 Мфlops (миллионов сложений чисел с плавающей запятой в секунду). Начиная с 1975 года фирмой Cray Research стали выпускаться суперкомпьютеры Cray (Cray 1 имел оперативную память емкостью 8 Мбайт и производительность 160 Мflops).

В вычислительных машинах третьего поколения значительное внимание уделяется уменьшению трудоемкости программирования, эффективности исполнения программ в машинах и улучшению общения оператора с машиной. Это обеспечивается мощными операционными системами, развитой системой автоматизации программирования, эффективными системами прерывания программ, режимами работы с разделением машинного времени, режимами работы в реальном времени, мультипрограммными режимами работы и новыми интерактивными режимами общения. Появилось и эффективное видеотерминальное устройство общения оператора с машиной — видеомонитор или дисплей.

Большое внимание уделено повышению надежности и достоверности функционирования ЭВМ и облегчению их технического обслуживания. Достоверность и надежность обеспечиваются повсеместным использованием кодов с автоматическим обнаружением и исправлением ошибок (корректирующие коды Хемминга и циклические коды).

Существенно более развиты и системы телеобработки информации на базе ЭВМ, позволяющие, в частности, пользователям через удаленные терминалы (абонентские пункты) выполнять обработку своей информации на вычислительных центрах коллективного пользования (ВЦКП), передавая и получая информацию по каналам связи.

На основе машин 3-го поколения организуются и многочисленные информационно-вычислительные сети различного типа и назначения.

Акцент в использовании машин стал смещаться от вычислительной работы к информационной. С этой целью, в частности, в систему команд были введены многие операции работы с кодированной символьной информацией, и активно стала использоваться специальная единица информации — байт. Большое развитие получили и разнообразные устройства ввода-вывода информации.

Модульная организация вычислительных машин и модульное построение их операционных систем создали широкие возможности для изменения конфигурации вычислительных систем. В связи с этим возникло новое понятие «архитектура вычислительной системы», определяющее логическую организацию этой системы с точки зрения пользователя и программиста.

Четвертое поколение ЭВМ: 1980–1990 годы

Революционным событием в развитии компьютерных технологий четвертого поколения машин было создание больших (БИС) и сверхбольших (СБИС) интегральных схем (Large Scale Integration — LSI и Very Large Scale Integration — VLSI), микропроцессора (1969 г.) и персонального компьютера. Начиная с 1980 года практически все ЭВМ стали создаваться на основе микропроцессоров. Самым востребованным компьютером стал персональный.

Логические интегральные схемы в компьютерах стали создаваться на основе униполярных полевых CMOS-транзисторов с непосредственными связями, работающих с меньшими амплитудами электрических напряжений (единицы вольт), потребляющих меньше мощности, нежели биполярные, и тем самым позволяющих реализовать более прогрессивные нанотехнологии (в те годы — масштаба единиц микрон).

Оперативная память стала строиться не на ферритовых сердечниках, а на интегральных CMOS-транзисторных схемах, причем непосредственно запоминающим элементом в них служила паразитная емкость между электродами (затвором и истоком) этих транзисторов.

Первый персональный компьютер создали в апреле 1976 года два друга, Стив Джобс (1955 г. р.) — сотрудник фирмы Atari, и Стефан Возняк (1950 г. р.), работавший на фирме Hewlett-Packard. На базе интегрального 8-битного контроллера жестко запаянной схемы популярной электронной игры, работая вечерами в автомобильном гараже, они сделали простенький программируемый на языке Бейсик игровой компьютер «Apple», который имел бешеный успех. В начале 1977 года была зарегистрирована Apple Comp., и началось производство первого в мире персонального компьютера «Apple»¹.

¹ Существует и такое мнение, что первый ПК Altair 8800 был выпущен американской фирмой MITS в 1975 году.

Иногда встречающаяся информация о том, что первый ПК был представлен в 1981 году фирмой IBM, не соответствует истине, ибо фирма IBM всего лишь создала компьютер IBM PC (IBM 5150), запущенный в массовое производство. К этому времени фирма Apple уже разработала ПК Apple II.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящее время фирма Apple выпускает персональные компьютеры «Макинтош» (Макинтош — один из лучших сортов яблок в США), которые по многим параметрам превосходят компьютеры IBM PC.

В нашей стране поначалу тоже выпускали отечественные микропроцессоры: K580, K588, K1801, K1810 и др. — и персональные компьютеры ЕС: 1840, 1841, 1842, 1845, 1850, 1860, «Искра-1030», 1031, ДВК, «Электроника-85» и др. Но поскольку эти ПК не были конкурентоспособны на мировом рынке, наши компьютерные фирмы сейчас занимаются лишь «отверточной» сборкой ПК из комплектующих, выпускаемых в других странах.

У нас в основном используются ПК типа IBM PC. Это можно объяснить следующими причинами:

- ❑ до начала 90-х годов США запрещали поставки в СССР передовых информационных технологий, к которым были отнесены и мощные компьютеры «Макинтош»;
- ❑ ПК «Макинтош» были существенно дороже IBM PC (в настоящее время цены на них сблизились);
- ❑ для IBM PC разработано значительно большее количество прикладных программ, что облегчает их использование в самых разных прикладных областях.

Эволюцию IBM PC, а позднее и их характеристики, рассмотрим более подробно.

- ❑ 1981 год. Выпуск первой модели IBM PC 5150. Его основные характеристики:
 - процессор i8088 с тактовой частотой 4,75 МГц;
 - емкость оперативной и постоянной памяти по 64 Кбайт;
 - емкость дискеты 5,25" флоппи-дисковода 160 Кбайт.
- ❑ 1982 год. Удвоена емкость дискет, выпущена MS-DOS 1.1.
- ❑ 1983 год. Выпущен IBM PC XT (eXtended Technology), RAM 640 Кбайт, винчестер 10 Мбайт. Анонсирована операционная система DOS 2.0.
- ❑ 1984 год. Выпущен IBM PC AT (Advanced Technology), процессор — i80286, цветной монитор, винчестер 20 Мбайт, операционная система DOS 3.1.
- ❑ 1986 год. Выпущен первый laptop (портативный ПК) весом около 5 кг.
- ❑ 1987 год. Первый ПК с микропроцессором i386, дискеты — 3,5".
- ❑ 1989 год. Первый ПК с микропроцессором i486.
- ❑ 1992 год. Анонсирована линейка ноутбуков Think Pad.
- ❑ 1994 год. Первый ПК с микропроцессором Pentium.
- ❑ 1997 год. Выпуск серверов с операционной системой MS Windows NT.
- ❑ 2001 год. Широко отмечалось 20-летие создания фирмой IBM первого массового ПК.
- ❑ 2005 год. Первые многоядерные микропроцессоры в ПК.

Новации в IBM PC последних лет указаны при рассмотрении архитектуры современных ПК. Из заслуживающих внимания прочих новых компьютерных разработок следует назвать следующие:

- ❑ В 1981 году фирмой Seagate был выпущен первый массовый винчестер, емкостью 5 Мбайт.
- ❑ В 1981 году появился первый модем со скоростью передачи данных 2400 бод.
- ❑ В 1981 году в компьютерах стали применяться микропроцессоры с RISC-архитектурой. Концепция процессоров с набором усеченных команд была выдвинута еще в 1975 году.
- ❑ В 1982 году фирма Intel разработала первые микросхемы столь популярной сейчас флэш-памяти.
- ❑ В 1990 году фирмой Apple для ПК Macintosh Portable был предложен первый ЖК-монитор на основе активной матрицы.
- ❑ Для компьютера PDP-11 разработаны операционные системы UNIX и Linux, весьма удобные для работы в сети Интернет, получившие затем широкое распространение для всех типов ЭВМ.
- ❑ Появились эффективные системы объектно-ориентированного программирования (Visial C++, Visial Basic и др.), существенно облегчающие труд программистов.

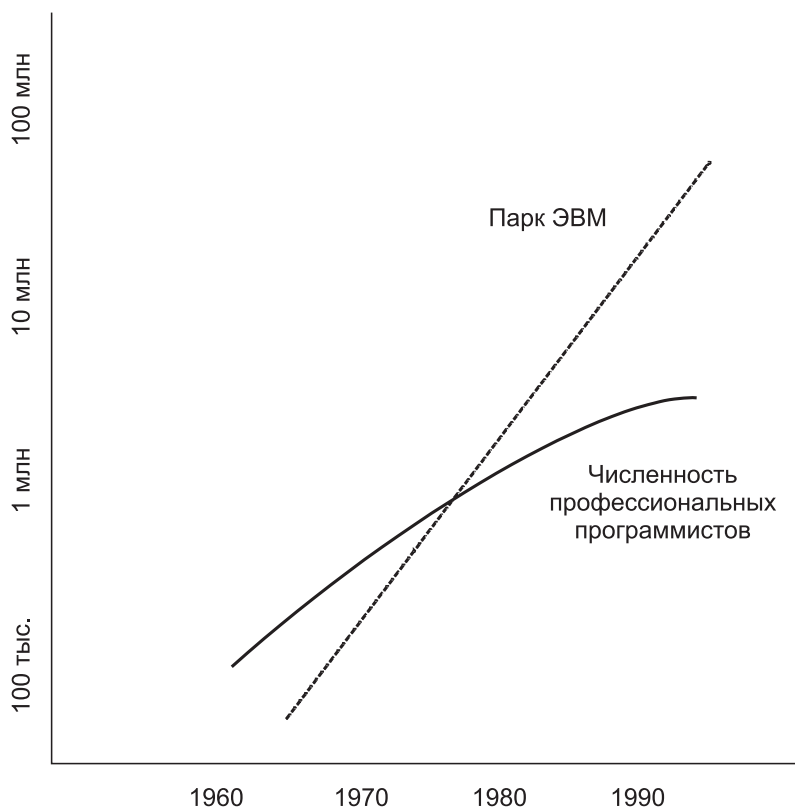


Рис. 3.1. Динамика мирового парка ЭВМ и численности программистов

Для эффективного использования ЭВМ уже не были нужны несколько программистов: в середине 80-х годов один программист приходился в среднем на 10 машин. Динамика мирового парка универсальных ЭВМ и общей численности профессиональных программистов показана на рис. 3.1 [25, с.146].

Пятое поколение ЭВМ: 1990 год – настоящее время

Особенности архитектуры современного поколения компьютеров подробно рассматриваются в данном учебнике. Кратко основную концепцию ЭВМ пятого поколения можно сформулировать следующим образом.

1. Компьютеры на сверхсложных микропроцессорах с параллельно-векторной структурой, одновременно выполняющих десятки последовательных инструкций программы.
2. Компьютеры со многими сотнями параллельно работающих процессоров, позволяющих строить системы обработки данных и знаний, эффективные сетевые компьютерные системы.

Шестое и последующие поколения ЭВМ

Электронные и оптоэлектронные компьютеры с массовым параллелизмом, нейронной структурой, с распределенной сетью большого числа (десятки тысяч) микропроцессоров, моделирующих архитектуру нейронных биологических систем.

ПРИМЕЧАНИЕ

Деление ЭВМ по номерам поколений и временным периодам, как уже говорилось, достаточно условное. У ряда авторов вводится понятие нулевого поколения и приняты существенно иные временные интервалы для поколений.

В табл. 3.3 показана эволюция технологий использования компьютерных систем.

Таблица 3.3. Эволюция компьютерных информационных технологий

Параметр	Этапы развития технологии				
	50-е годы	60-е годы	70-е годы	80-е годы	Настоящее время
Цель использования компьютера (преимущественно)	Научно-технические расчеты	Технические и экономические расчеты	Управление и экономические расчеты	Управление, предоставление информации	Телекоммуникации, информационное обслуживание и управление
Режим работы компьютера	Однопрограммный	Пакетная обработка	Разделение времени	Персональная работа	Сетевая обработка

продолжение ↗

Таблица 3.3 (продолжение)

Параметр	Этапы развития технологии				
	50-е годы	60-е годы	70-е годы	80-е годы	Настоящее время
Интеграция данных	Низкая	Средняя	Высокая	Очень высокая	Сверхвысокая
Расположение пользователя	Машинный зал	Отдельное помещение	Терминальный зал	Рабочий стол	Произвольное мобильное
Тип пользователя	Инженеры-программисты	Профессиональные программисты	Программисты	Пользователи с общей компьютерной подготовкой	Мало обученные пользователи
Тип интерфейса пользователя	Работа за пультом компьютера	Обмен перфоносителями и машинограммами	Интерактивный (через клавиатуру и экран)	Интерактивный с жестким меню	Интерактивный экран-ный типа «вопрос — ответ»

Как видно из таблицы, в настоящее время основные цели использования компьютеров — информационное обслуживание и управление, сейчас вычислительные машины и системы, по существу, выполняют функции информационно-вычислительных систем.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое «архитектура ЭВМ»?
2. Назовите основные концепции построения ЭВМ, сформулированные Н. Винером и Дж. фон Нейманом.
3. В чем сущность понятия «ЭВМ с хранимой программой»?
4. Назовите отличительные черты ЭВМ 1-го поколения.
5. Назовите отличительные черты ЭВМ 2-го поколения.
6. Назовите отличительные черты ЭВМ 3-го поколения.
7. Назовите отличительные черты ЭВМ 4-го поколения.
8. Назовите отличительные черты ЭВМ 5-го поколения.
9. Дайте краткую характеристику ЭВМ семейства ЕС ЭВМ.
10. Дайте краткую характеристику ЭВМ семейства СМ ЭВМ.
11. Что такое персональный компьютер?
12. Назовите основные стадии эволюции ПК.