



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Братский педагогический колледж

федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования

«Братский государственный университет»

История развития вычислительной техники. Поколения ЭВМ.

Методические рекомендации по учебной дисциплине

«Информатика»

для студентов
очной и заочной форм обучения
специальности

09.02.07 Информационные системы и программирование

44.02.01 Дошкольное образование

40.02.01 Право и организация социального обеспечения

Автор: А.В. Долгих

Братск, 2021

История развития вычислительной техники. Поколения ЭВМ. Методические рекомендации / Сост. А.В. Долгих – Братск.: БПК ФГБОУ ВО «БрГУ», 2021 г. – 38 с.

Пособие содержит краткий теоретический материал по двум темам: «История развития вычислительной техники» и «Поколения ЭВМ». Предназначено для аудиторной и внеаудиторной работы студентов 1 курса специальностей 09.02.07 Информационные системы и программирование, 44.02.01 Дошкольное образование, 40.02.01 Право и организация социального обеспечения.

Выполнение заданий, представленных в пособии, будет способствовать изучению и повторению представленных тем и качественной самостоятельной подготовке студентов.

Печатается по решению научно-методического совета
Братского педагогического колледжа ФГБОУ ВО «БрГУ»
665709, г. Братск, ул. Макаренко, 40

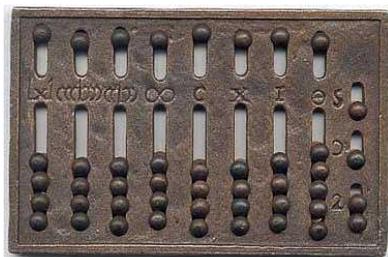
Содержание

1.ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕНИКИ	3
1.1. Домеханический период	3
1.2. Механический период	4
1.3. Электрический период	10
1.4. Электронный период	13
2. ПОКОЛЕНИЯ ЭВМ	17
2.1. Первое поколение	17
2.2. Второе поколение	18
2.3. Третье поколение	23
2.4. Четвертое поколение. Персональные компьютеры	26
2.5. Пятое поколение	35
2.6. Шестое и последующие поколения ЭВМ: 2011 и далее...	37

1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕНИКИ

1.1. Домеханический период

Простым и эффективным приспособлением для счета, известным уже в V–IV вв. до н.э. в Греции и Западной Европе, был так называемый *абак*, представляющий собой пластину, выполненную из различных материалов, покрытую слоем пыли. На ней острой палочкой проводили линии и в получившихся колонках по позиционному принципу размещали какие-нибудь предметы, например, камешки или палочки. В Древнем Риме *абак* представлял собой пластину, имеющую полосковые углубления, в которых располагались счетные кости или шарики. Вычисления производились путем перекалывания в определенном порядке камешков, костей и т.п. Китайцы на аналогичном приспособлении (*суан-пан*) в XII–XIII вв. научились выполнять такие сложные математические операции, как извлечение корня квадратного и корня кубического. С его помощью они решали линейные уравнения и считали, что таким образом можно выполнить любую математическую операцию. Они же пришли к выводу, что для выполнения операций необходимы определенные правила — алгоритмы. От *абак* на рубеже XVI–XVII вв. произошли и русские *счеты*, которыми пользовались чуть не до конца XX века.



Великим творцом эпохи Возрождения Леонардо да Винчи (1452–1519 гг.) был разработан эскиз тринадцатирядного суммирующего устройства с десятизубыми колесами. Позднее по этому эскизу фирма IBM в целях рекламы построила работоспособную машину.

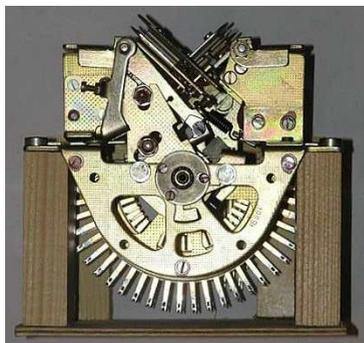
Знаменательным событием в области усовершенствования инструментального счета было изобретение логарифмов. В 1614 г. шотландский математик Джон Непер (1550–1617 гг.) опубликовал трактат «Описание удивительных таблиц логарифмов» — первое руководство по вычислениям с помощью логарифмов. Изобретение логарифмов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

операций умножения и деления, которые были сведены к более простым арифметическим операциям сложения и вычитания. Непер изобрел также палочки для счета, которые впоследствии получили название *палочек Непера*. *Палочки Непера*, как и сам метод, быстро получили распространение в Европе и были одно время даже более популярны, чем логарифмы.

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

1.2. Механический период

Биографии механических вычислительных машин ведутся от машины восемнадцатилетнего французского математика и физика Блеза Паскаля (1623–1662 гг.). Первую модель вычислительной машины, которая получила распространение и 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 (в том числе и модель арифмометра русского ученого П.Л. Чебышева).



Первая счетная машина, которая механически производила сложение, вычитание, умножение и деление была изобретена в 1670 г. немецким математиком, физиком, философом и изобретателем Готфридом Вильгельмом Лейбницем (1646–1716 гг.). Машина получила название *арифмометр*, ее окончательный вариант был завершен в 1710 г. Но машина была еще несовершенна, а потому не получила широкого распространения. Однако арифмометр

Лейбница содержал уже почти все принципы работы позднейших механических арифмометров.

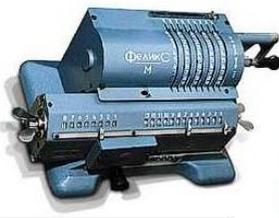
В XIX веке были сделаны открытия в области физики, станкостроения и автоматизации производства, которые положили начало интенсивному развитию вычислительной техники. В 1801–1804 гг. французский изобретатель Ж.М. Жаккар впервые использовал перфокарты для управления автоматическим ткацким станком.

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 действующую разностную машину и рассчитал на ней таблицу квадратов. Но более совершенную машину изготовить не удалось, поскольку в то время развитие техники и производство точных механизмов находились 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.

С 1841 г. занялась изучением аналитической



машины Ч. Бэббиджа Ада Августа Байрон (1815–1852 гг.), по мужу Лавлейс. О машине Ч. Бэббиджа Ада Лавлейс писала, что «аналитическая машина вышивает алгебраические узоры так же, как станок Жаккара вышивает цветочки и листочки». 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 очень важную мысль о том, что аналитическая машина может решать такие задачи, которые из-за трудности вычислений практически 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 самым первым программистом в мире.

Ч. Бэббиджу так и не удалось реализовать свой проект по созданию универсальной вычислительной машины: слишком сложной оказалась задача ее построения на основе средств той эпохи — штифтов, рычагов, зубчатых колес, объединенных сложнейшими кинематическими связями. Задолго до появления электронных вычислительных машин он заложил их теоретические основы, разработал принципы их построения, их главные узлы, предсказал пути развития вычислительной техники.

В XIX веке создаются счетные устройства и машины в России. В 1828 г. генерал-майор русской армии Ф.М. Слободской создает счетные приборы, которые вместе со специальными таблицами позволяли сводить арифметические действия к сложению и вычитанию. В 1845 г. З.Я. Слонимский получает патент на счетный прибор — суммирующую машину «Снаряд для сложения и вычитания». В 1867 г. российский ученый В.Я. Буняковский создает счетный механизм, основанный на принципе действий русских счетов. Русские ученые и инженеры внесли значительную лепту и в разработку конструкции арифмометров. Крупнейший русский математик и механик П.Л. Чебышев создает в 1878 г. оригинальный арифмометр с непрерывной передачей десятков. Этот аппарат выполнял 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 арифмометр с зубчаткой с переменным числом зубцов, а в 1890 г. налаживает массовый выпуск усовершенствованных арифмометров, нашедших применение во всем мире. Данные в арифмометр вводились вручную, а привод осуществлялся вращением рукоятки. Простота работы с арифмометрами и достаточная надежность сделали их популярными. Их модификация «Феликс» выпускалась в СССР до 50-х годов XX века. До 70-х гг. XX века выпускались электромеханические арифмометры (так называемые *клавишные машины*), отличавшиеся от своих предков тем, что их не требовалось вращать вручную. Все они были снабжены электроприводами и работали автоматически, делая нужное число оборотов и передвигая каретку без участия оператора.

В XIX столетии рост промышленности и транспорта и расширение коммерческой деятельности банков сделали построение быстродействующих счетных машин актуальной задачей. Но по-настоящему удачная конструкция многозрядной клавишной суммирующей машины была предложена лишь в 1885 г. в США. Это сделал механик Дорр Э. Фелт (Фельт), назвавший свою машину *комптометром*. Практически одновременно с ним начинает работу над *бухгалтерской машиной* Уильям С. Бэрроуз. В конце 1885 г. ему удалось создать машину, которая печатала вводимые числа, суммировала их и затем печатала результат. В 1886 г. У.С. Бэрроуз создает первую в мире фирму по производству счетных машин.

Важный шаг на пути автоматизации вычислений был сделан американцем Г. 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. В 1888 г. он создает особое устройство — *табулятор*, в котором обрабатывается информация, нанесенная на перфокарты. Перфокарты на специальной машине могли сортироваться по выбранному признаку, числа, пробитые в перфокартах, могли суммироваться, а сумма — пробиваться в перфокарте или печататься. В 1884–1889

гг. он оформил ряд патентов на устройства для статистической обработки информации. Система Г. Холлерита включала перфокарту, перфоратор, 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. Развитие СПМ шло до 50-х годов. С появлением электронной техники возникли комбинированные системы, в которых вычислительные функции были расширены за счет введения в комплект машин электронных вычислителей, а носителем информации по-прежнему оставалась перфокарта. Такие гибридные машины выпускались как за рубежом, так и в нашей стране: IBM-604 (США), ЭВ-80, «Рута», М-5000 (СССР). В 1892 г. У. Барроуз выпускает первый коммерческий сумматор.

В 1904 г. известный русский математик, академик А.Н. Крылов предложил конструкцию машины для решения обыкновенных дифференциальных уравнений, которая была построена в 1912 г. В своих «Лекциях о приближенных вычислениях» он углубил теорию и привел описание различных механических систем для вычисления интегралов, гармонического анализа. Академик А.Н. Крылов изобрел также механический интегратор, развивающий принцип планиметра — прибора для вычисления площадей.

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. Таким образом, развитие аналоговых вычислительных машин 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 технических предпосылок создания вычислительных машин 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, С.И. Катаева, А.П. Константинова, Б.Л. Розинга, П.В. Тимофеева и П.В. Шмакова в СССР появляются первые системы электронного телевидения.

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

А. Тьюринг опубликовал в 1936 г. статью с доказательством того, что любой алгоритм может быть реализован с помощью дискретного автомата. Он предложил абстрактную схему такого автомата, получившего название *машины Тьюринга* и положившего начало целому направлению в теории автоматов. 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).

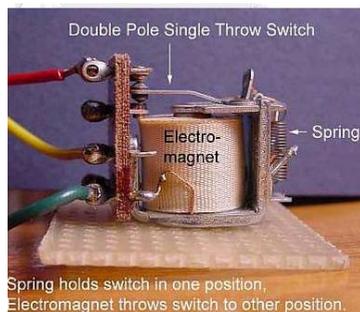
Перед второй мировой войной А. Тьюринг начал разрабатывать вычислительную машину с широкими логическими возможностями.

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 К. 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.

1.3. 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 гг.) в работе 1847 г. «Математический анализ логики». Идеи своей алгебры он развил в вышедшей в свет в 1854 г. работе «Исследование законов мышления». 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: *истин* и *ложь*. Нетрудно понять, как они пригодились для работы с двоичным кодом, который в вычислительных машинах представляется всего 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. 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 и гибко изменяющейся программой, однако она уже показала возможность построения автоматических вычислительных машин, состоящих из большого числа логических элементов. Арифметическое и запоминающее устройства были выполнены на электромеханических устройствах. 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 ЦВМ «Марк–2».

Наряду с работами Г. Айткена приблизительно в то же время велась работа других групп, в результате которой было создано еще несколько электромеханических релейных машин. Так, в 1939 г. была закончена и в 1940 г. демонстрировалась релейная машина американского математика Дж. Штибитца «Модель–Г», которая выполняла 4 арифметических действия над комплексными числами. Дальнейшая успешная разработка малых специализированных машин на тех же принципах привела к созданию в 1944–1946 гг. универсальной релейной вычислительной машины «Модель–V».

В 1937 г. американский физик Джон В. Атанасов формулирует принципы автоматической вычислительной машины на ламповых схемах для решения систем линейных уравнений. В 1939 г. он создал вместе со своим аспирантом Кл. Берри работающую

настольную модель ЭВМ. Две малые ЭВМ, созданные ими в период 1937–1942 гг., были прототипами большой ЭВМ для решения систем линейных уравнений, которая была готова в декабре 1941 г. В машине Д. Атанасова были разделены блоки арифметического и оперативно–запоминающего устройств. Первое было выполнено на радиолампах, а второе — на вращающемся барабане с конденсаторами. Внешняя память была выполнена на типовом перфокарточном оборудовании. Работала машина в двоичной системе счисления. Переводы из десятичной системы в двоичную и обратно были решены схемно.

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.

1.4. 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 1941 г. детально ознакомился с проектом Дж. В. Атанасова, а в 1942 г. предложил собственный проект вычислительной машины, предназначенной для военных целей. В 1943 г. начались работы над реализацией проекта Дж. Моучли по заданию Баллистической исследовательской лаборатории Армии США. Работы велись 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., её окончательный вариант был введен в строй 15 февраля 1946 г.

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

Приблизительно 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 в Блетчи сконструировали машину «Colossus–1», которая в 1943 г. начала работать и которую можно считать

первым *электронным компьютером*. Хотя и ЭНИАК и «Colossus-1» 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.

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

Авторы всесторонне обосновывали предлагаемые принципы и давали технические проработки их реализации в новой машине. Они утверждали, 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 том числе оперативное запоминающее устройство для чисел и команд и связанное с ним внешнее запоминающее устройство большой емкости), *устройства ввода даны и вывода* результатов на печать. В системе команд должны быть команды *условной и безусловной передачи управления*.

Принципы Дж. фон Неймана определили на многие годы бурное развитие цифровой вычислительной техники. Более того, архитектура большинства ЭВМ с последовательным выполнением команд в программе получила название *фон Неймановской архитектуры ЭВМ*.

Но работа по созданию EDVAC шла медленно, и запущена машина в эксплуатацию была лишь в 1952 г. По окончании работ над EDVAC фон Нейман не оставлял идеи об использовании ЭВМ как универсального инструмента для решения сложных математических и логических задач. Уже после смерти ученого, по

оставшимся после него рукописям, А. Беркс выпустил книгу «Теория самовоспроизводящих автоматов», содержание которой послужило основой для возникновения нового научного направления — теории клеточных автоматов, переросшей позже в теорию однородных структур. Эта теория лежит в основе создания ЭВМ с новой архитектурой (нейрокомпьютеров), интенсивно разрабатывающихся в настоящее время.

Первый компьютер, в котором были воплощены принципы фон Неймана, был построен в 1949 г. английским профессором Морисом В. Уилксом. Машина называлась EDSAC (Electronic Data Storage Automatic Computer) и имела оперативную память на ртутных линиях задержки.

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 английской вычислительной машине, созданной 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, созданная 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. группой ученых 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.

Осенью 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 Энергетическом институте 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 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, созданная усилиями коллективов С.А. Лебедева и Ю.Я. Базилевского.

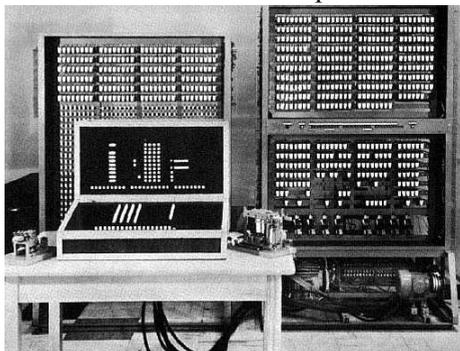
С переходом к серийному производству ламповых ЭВМ с хранимой программой начинается период машин *первого поколения*. Здесь история развития вычислительной техники переходит в историю поколений ЭВМ.

2. ПОКОЛЕНИЯ ЭВМ

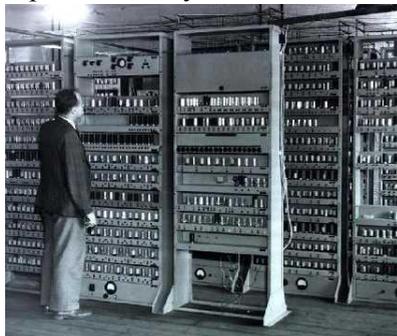
2.1. Первое поколение

Первое поколение ЭВМ представляло собой машины дорогие, громоздкие, использовавшиеся только в крупных научных центрах для решения задач, связанных с исследованиями в области ядерной физики, ракетной техники, космоса и метеорологии. Машины этого поколения отличались большим потреблением энергии, низкой надежностью, сравнительно малым быстродействием. Программирование на них велось в машинных кодах. Эти машины создавались и производились с начала и до конца 50-х гг. XX века.

В эти годы появился ряд технологических, структурных и программных нововведений. В технологии наблюдались миниатюризация электронных ламп, улучшение их характеристик и постепенный переход к твердотельным элементам. Этот процесс начался заменой ламповых диодов полупроводниковыми и завершился заменой ламповых триодов транзисторами. Первые серийные универсальные ЭВМ, выполненные на транзисторах, выпущены в 1958 г. в США, Японии и ФРГ, в 1959 г. — в Великобритании, в 1960 г. — во Франции и в 1961 г. — в СССР («Раздан-2», главный



конструктор Е.Я. Брусиловский). В системе запоминающих устройств важнейшим изобретением стало создание оперативной памяти на ферритовых сердечниках и долговременной памяти на магнитных дисках. В 1951 г. Дж. Рабинов (США) построил прототип дискового запоминающего устройства. В 1957 г. начался серийный выпуск машин с памятью на дисках.



*Вычислительная машина Z3
Конрада Цузе*

В организации вычислительного процесса крупнейшим нововведением было

совмещение во времени вычислений и ввода–вывода информации. Впервые это новшество применили в серийных моделях высокого класса, разработанных в США (IBM–704 (1956 г.) и IBM–709 (1958 г.)) и в СССР (М–20 (1958 г.)). В программировании к числу важнейших относятся 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.

Таким образом, 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. Применение машин первого поколения дало возможность накопить опыт конструирования и использования программирования.

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. операций в секунду;
- эксплуатация: слишком сложна из–за частого выхода из строя;
- программирование: трудоемкий процесс в машинных кодах. Общение с ЭВМ требовало от специалистов высокого профессионализма.

2.2. Второе поколение

Второе поколение компьютеров обязано своим рождением транзистору — миниатюрному полупроводниковому прибору, заменившему электронные лампы. Транзистор сконструировали американские физики Уолтер Браттейн, Джон Бардин и Уильям Шокли в 1948 г. Первый промышленный биполярный транзистор был создан также в 1948 г.

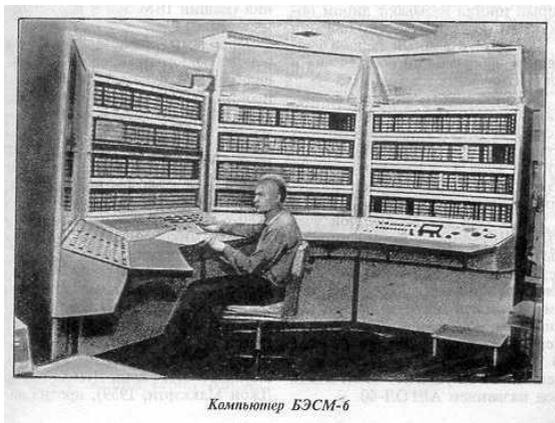
В 1954 г. в мире выпускалось около 5 млн транзисторов, в 1958 г. — 200 млн, в 1963 г. — около 1.5 млрд. Использование транзисторов в радио- и вычислительной технике позволило уменьшить размеры и потребляемую мощность устройств.

Период машин второго поколения — наиболее короткий в истории вычислительной техники. Эти машины выпускались с конца 50-х и в начале 60-х годов XX века. Первый компьютер на транзисторах был создан фирмой NCR в США в 1954–1957 гг. Он назывался NCR-304. Всего в мире было изготовлено около 30 тыс. транзисторных ЭВМ, причем произошел крупный сдвиг в области их применения. Если в начале 50-х гг. ЭВМ использовались преимущественно для научно-технических расчетов, то в 60-е гг. первое место стала занимать обработка символьной информации, в основном экономической.

Единственная часть компьютера, где транзисторы не смогли заменить электронные лампы — это блоки памяти, но там стали использовать изобретенные к тому времени схемы на магнитных сердечниках. К середине 60-х годов появились и значительно более компактные внешние устройства для компьютеров, что позволило фирме Digital Equipment Corporation выпустить в 1965 г. первый мини-компьютер PDP-8.

Более дешевое производство новой элементной базы и использование печатных схем позволили удешевить и сами машины, уменьшить их габариты, повысить быстродействие и емкость памяти при достаточной надежности. В ЦВМ этого поколения получает развитие мультипрограммирование, т.е. совмещение во времени выполнения различных программ, а также переход от машинных к проблемно-ориентированным и универсальным алгоритмическим языкам. К 1967 г. насчитывалось уже около 1000 таких языков. В 1953–57 гг. в США под руководством Дж. Бейкуса разработан алгоритмический язык Fortran (Фортран) — «переводчик формул». В 1957 г. разработан первый вариант процедурно-ориентированного алгоритмического языка Algol (Алгол). В конце 50-х годов Дж. Маккарти в Массачусетском технологическом институте (МТИ, США) разрабатывает язык LISP (ЛИСП) для работ по проблеме искусственного интеллекта. В 1960 г. в США создается COBOL (Кобол) — язык, ориентированный на обработку коммерческой

информации. В этом же 1960 г. С. Пейперт с коллегами из МТИ предлагают язык программирования LOGO (Лого), с помощью



которого можно управлять «черепашкой» — программной моделью малого робота.

В 1965 г. Дж. Кемени и Т. Курц в США разрабатывают язык программирования BASIC (Бейсик), который

первоначально предназначался для вводного курса по информатике. BASIC — Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code, что может быть переведено как «многоцелевой символический код-инструкция для начинающих». Математическое и программное обеспечение становится фактором, определяющим стоимость и конструктивные решения машины.

Первые ЦВМ на полупроводниках в нашей стране начали создаваться с 1961 г. Для научных расчетов создаются ЭВМ средней мощности: в Москве — М-220 (разработчик В.С. Антонов), БЭСМ-3, БЭСМ-4; в Пензе — «Урал-11», «Урал-14», «Урал-16»; в Минске — «Минск-22», «Минск-23», «Минск-32»; в Ереване — «Раздан-2», «Раздан-3». В 1961 г. была создана первая в стране серийная универсальная полупроводниковая ЭВМ Днепр-1. Машина М-220 была совместима с БЭСМ-4 и продолжала линию М-20. Принципы совместимости машин внутри семейства и агрегатный принцип комплектации были осуществлены на серии «Урал-11» — «Урал-16» раньше, чем он был провозглашен и реализован на всемирно известной серии IBM-360, однако ограниченность производственной базы и малая численность системных программистов не позволяли разработчикам «Урала» распространить эти принципы в глобальном масштабе.

В машинах «Минск-22», «Минск-23», «Минск-32» появилось алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ). Это был

громоздкий, но надежный 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 операционную систему, 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 же 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 и рекомендована к массовому внедрению первая в стране автоматизированная система управления (АСУ) предприятия 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.

Лучшей в мире ЭВМ второго поколения 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, обладала высоким быстродействием (около 1 млн операций в сек.), по своей архитектуре была близка 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 и др. Программное обеспечение разрабатывалось 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 α -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 вычислительных центрах до конца 90-х гг.

Период машин второго поколения характеризуется крупнейшими сдвигами в архитектуре ЭВМ, их программном обеспечении, 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 организации взаимодействия человека с машиной. Но с ростом требований к вычислительной технике, расширением сфер ее использования машины второго поколения перестают удовлетворять потребителей вследствие большой трудоемкости их производства и невысокой надежности из-за множества дискретных элементов и связей.

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 операций/с;
- эксплуатация: появились вычислительные центры (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.

2.3. Третье поколение

К 1964 г. появились ЭВМ *третьего поколения* на интегральных схемах (ИС), постепенно заменявших транзисторы. Период создания и внедрения ЭВМ третьего поколения занял по времени отрезок от начала 60-х до середины 70-х гг. Элементарной базой этих компьютеров стали ИС, идея создания которых была предложена в 1952 г. инженером из Великобритании Дж. Даммером. В 1958 г. Джек Килби (США) решил задачу, как на одной пластине полупроводника получить несколько транзисторов. В 1959 г. Роберт Нойс (будущий основатель фирмы Intel, США) 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 интегральная схема, содержащая триггер 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 интегральных схемах, а в 1970 г. фирма Intel начала продавать ИС памяти.

Использование ИС привело к резкому снижению габаритов ЭВМ, повышению их надежности, увеличению производительности. К тому же времени относится появление внешних запоминающих устройств на магнитных дисках, обладающих емкостью в сотни миллионов бит и высоким быстродействием. Основным режимом эксплуатации машин этого поколения является режим мультипрограммирования.



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, заключалась в создании 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).

Наиболее значительным явлением в этот период было создание мини–ЭВМ. Сущность идеи состояла в такой минимизации аппаратуры, которая позволяла на уровне технологии середины 60–х гг. 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. При создании всех моделей ЕС ЭВМ ставились следующие задачи: улучшить соотношение между стоимостью и производительностью машин; увеличить объем оперативной памяти; повысить точность вычислений; разработать комплекс внешних устройств; обеспечить возможность создания многопроцессорных и многомашинных вычислительных систем.

К третьему поколению ЭВМ принадлежат и малые вычислительные машины СМ — семейство малых ЭВМ. Это были СМ–1, СМ–2, СМ–3 и СМ–4. Наличие запоминающих устройств 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.

В это же 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 интегральных микросхемах — 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. Также в состав этих машин включали системы, работающие в режиме реального масштаба 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 по-прежнему оставались сложными в обслуживании. Большим ЭВМ требовались специальные помещения, а малые плохо подходили для установки на сравнительно небольших движущихся объектах: самолетах, космических кораблях, где ЭВМ нужны для управления оборудованием, для вычисления курса. А высокая стоимость не позволяла использовать подобные компьютеры в недорогих технических устройствах.

Характерные черты ЭВМ третьего поколения:

- элементная база — интегральные схемы;
- габариты: 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 вычислительных центрах появились дисплейные залы, где каждый программист мог подсоединиться к ЭВМ в режиме разделения времени. Как и прежде, основным оставался режим пакетной обработки задач;

- 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. Магнитный барабан вытесняется магнитными дисками. Появились дисплеи, графопостроители.

2.4. Четвертое поколение. 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 Мбайт, 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 период машин четвертого поколения стали серийно производиться супер-ЭВМ. Первым суперкомпьютером считается «Cray-1» («КРЭЙ-1», проект С. Крея), установленный в Лос-Аламосе (США). Этот компьютер выполнял до 100 млн арифметических операций в секунду. В нашей стране похожие характеристики имела супер-ЭВМ «Эльбрус-2». Многопроцессорные комплексы «Эльбрус-2» и «Эльбрус-3» имели суммарное быстродействие соответственно 100 млн и порядка 1 млрд операций в секунду. Нашими учеными также была создана многопроцессорная вычислительная система ПС-2000, содержащая до 64 процессоров, которые управлялись общим потоком команд. В этой системе при распараллеливании процесса выполнения программ могло достигаться быстродействие до 200 млн операций в секунду.

Рост степени интеграции БИС стал технологической основой повышения производительности ЭВМ. В нескольких серийных моделях был преодолен рубеж 1 млрд операций в секунду. В 1985 г. начался серийный выпуск четырехпроцессорной «КРЭЙ-2» производительностью 200 млн скалярных и 1,2 млрд векторных операций в секунду, в 1990 г. — выпуск японской четырехпроцессорной SX-344.

К числу наиболее значительных разработок конца 80-х—начала 90-х гг. относится ЭВМ «КРЭЙ-3». Проект предусматривал 16-процессорную организацию машины и выполнение 8 млрд скалярных и 16 млрд векторных операций в секунду.

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 оказываются дорогостоящими, недоступными или практически неосуществимыми. В этом случае ЭВМ позволяет методами численного моделирования получить результаты вычислительных экспериментов, обеспечивая приемлемое время и точность решения, т.е. решающим условием необходимости разработки и применения подобных ЭВМ является экономический показатель «производительность/стоимость». 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 на основе квантовой хромодинамики — доминирующей теории, пытающейся описать первичную структуру материи. При использовании новой ЭВМ эта работа должна была быть выполнена за 1,5–4 месяца. Решение же этой задачи на существующей вычислительной технике требовало около 15 лет. Еще одним примером крупномасштабных задач считается задача разработки новых схем СБИС (сверхбольших ИС) для следующих поколений ЭВМ. Супер-ЭВМ позволяют по сравнению с другими типами машин точнее, быстрее и качественнее решать подобные задачи, обеспечивая необходимый приоритет в разработках перспективной вычислительной техники. Дальнейшее развитие супер-ЭВМ связывается с использованием направления массового параллелизма, при котором одновременно могут работать сотни и даже тысячи процессоров. В настоящее время супер-ЭВМ используются для решения крупномасштабных вычислительных задач, для обслуживания крупнейших информационных 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 *микروпроцессора (МП)*.

Микропроцессор — это программируемое логическое устройство, выполненное на основе одной или нескольких БИС. Его задача — декодировать команды вложенной в него программы и реализовать их. Микропроцессоры обладают высокой надежностью и производительностью, малыми размерами и низкой стоимостью. Это позволяет встраивать микропроцессоры в контрольно-измерительные приборы, промышленно-технологическое оборудование, бытовые приборы. Создание микропроцессора стало наиболее крупным сдвигом в электронной вычислительной технике, связанным с применением БИС, поскольку именно на его основе были созданы микро-ЭВМ. Микрокомпьютер (микро-ЭВМ) представляет собой вычислительную систему, включающую микропроцессор, память и устройства ввода-вывода. Микро-ЭВМ обладают достаточно высокими эксплуатационными параметрами, сравнимыми с аналогичными параметрами средних ЭВМ. Габариты микро-ЭВМ, требования к условиям эксплуатации и потребление электроэнергии находятся в границах обычных требований, 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 из фирмы Intel сконструировал интегральную схему, аналогичную по своим функциям центральному процессору (ЦП) большой ЭВМ. В конечном счете на одном кремниевом кристалле ему удалось сформировать минимальный по составу аппаратуры процессор, а на других БИС — оперативную и постоянную память. Так появился первый *микروпроцессор Intel-4004*, который был выпущен в продажу в конце 1970 г. Конечно, возможности Intel-4004 были куда скромнее, чем у центрального процессора большой ЭВМ — он работал гораздо медленнее и мог обрабатывать



одновременно только 4 бита информации (процессоры больших ЭВМ обрабатывали 16 или 32 бита одновременно). Но 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 микрокомпьютерной индустрии.

Выпуск первого микропроцессора служит ориентировочной датой начала микропроцессорной революции. Она шла двумя путями: МП встраиваются непосредственно в аппаратуру (связи, производственную, медицинскую, бытовую и т. д.) и служат основой построения соответствующих управляющих устройств; на базе МП создаются как микро-ЭВМ, так и суперсистемы. В ходе микропроцессорной революции систематически совершенствовалась технология БИС, с чем связана стремительная смена поколений МП. В 80-е гг. создаются мощные 32-разрядные МП, содержащие схемы памяти, контроля и диагностики и служащие элементной базой для создания ЭВМ пятого поколения.

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 продолжается и сегодня. С 1980 г. по 1990 г. выпуск ПЭВМ в США вырос с 0,37 млн до 25 млн шт. и в настоящее время этот класс машин абсолютно доминирует в мировом парке ЭВМ.

В начале 1975 г. появился первый коммерчески распространяемый компьютер «Альтаир-8800» (фирма MITS, США), построенный на основе микропроцессора Intel-8080. Хотя возможности его были весьма ограничены (оперативная память составляла 256 байт, клавиатура и экран отсутствовали), его появление было встречено с большим энтузиазмом. Покупатели этого компьютера 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 достаточно 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 персональных компьютеров — небывалое число для вычислительной техники.

В дальнейшем компьютеры стали продаваться в полной комплектации, с клавиатурой и монитором. Росту объема продаж ПК способствовали также многочисленные программы, разработанные для деловых применений (например, редактор текстов WordStar и табличный процессор VisiCalc соответственно 1978 и 1979 гг.). Эти программы сделали для делового мира покупку компьютеров 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 персональных компьютеров была совершена двумя фирмами — IBM и Apple Computer, соперничество которых способствовало бурному развитию высоких технологий, улучшению технических и пользовательских качеств персональных компьютеров. При этом первым всенародным персональным компьютером 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, созданной на 8-разрядном микропроцессоре фирмы Motorola.

Компьютер Apple II обладал модульной конструкцией с возможностью расширения системы. Техническая информация о компьютере 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 персональных компьютеров появилась фирма IBM, которая во много раз превосходила по своим размерам и финансовым возможностям фирму Apple. Это связано с тем, что распространение ПЭВМ к концу 70-х годов привело к снижению спроса на большие и мини-ЭВМ. В качестве основного микропроцессора компьютера IBM был выбран микропроцессор

Intel-8088. В данном компьютере были использованы и другие комплектующие различных фирм, а его программное обеспечение было поручено разработать небольшой фирме Microsoft.

В августе 1981 г. новый компьютер под названием IBM PC был представлен публике и вскоре после этого приобрел большую популярность у пользователей. Через один-два года IBM PC занял ведущее место на рынке, вытеснив модели 8-битовых компьютеров, став фактически стандартом персонального компьютера. Сейчас такие компьютеры (совместимые с IBM PC) составляют более 90% 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 компьютер не единым неразъемным устройством, а обеспечила возможность его сборки из частей, изготовленных независимо различными фирмами.

В 1983 г. был выпущен компьютер IBM PC XT (Personal Computer Extended Technology), имеющий встроенный жесткий диск, в 1985 г. — компьютер IBM PC AT (Personal Computer Advanced Technology) на основе нового микропроцессора 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 значительно дешевле аналогичных компьютеров фирмы IBM. Уже в 1982 г. на рынке появились точные копии компьютеров фирмы IBM, так называемые *клоны*, выпускаемые другими фирмами, поэтому сегодня мы говорим об IBM-совместимых компьютерах, сохраняющих архитектуру и технологические особенности первоначального IBM PC. 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 сторонними фирмами превзошла по объему продажу оригинальных компьютеров IBM. При этом первые компьютеры на основе 32-разрядного микропроцессора Intel-80386 были выпущены уже не IBM, а фирмой Compaq Computer. В конце 80-х гг. фирма IBM опять сделала попытку вернуть себе монополию на производство персональных компьютеров, выпустив новую оригинальную 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.). Наибольшее влияние на развитие компьютеров типа IBM PC теперь оказывает не IBM, а фирма Intel — производитель микропроцессоров 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 печатающим устройством (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 СССР в 1988 г. был начат массовый выпуск школьных персональных компьютеров и классов учебной вычислительной техники «Корвет», «Электроника УКНЦ» и др., профессиональных компьютеров ДВК-3М, ДВК-4, «Искра-1030», «Нейрон», ЕС-1841 и др.

Выпуск микропроцессоров 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 базе этого микропроцессора. Большой интерес для пользователей представляет персональный компьютер Power Macintosh, который появился в 1994 г. Этот компьютер использует микропроцессор Power PC. Особенностью Power Macintosh

является возможность работать с программами, написанными для IBM-совместимых персональных компьютеров.

В настоящее время на компьютерном рынке рядом с фирмами IBM и Apple Computer трудятся такие крупные фирмы, как Compaq, Packard Bell, Dell, Hewlett-Packard и др.

Причины успеха персональных компьютеров. В настоящее время индустрия производства компьютеров и ПО для них является одной из наиболее важных сфер экономики развитых стран. Ежегодно в мире продаются десятки миллионов компьютеров. Только в США объем продаж компьютеров, услуг и программного обеспечения составляет десятки миллиардов долларов и постоянно продолжает расти. Основная причина этого – невысокая стоимость компьютеров и их сравнительная 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 индивидуального взаимодействия с компьютером без каких-либо посредников и ограничений;

- относительно высокие возможности по переработке информации (типичная скорость — несколько миллионов операций в секунду, емкость оперативной памяти — до сотен Мбайт, емкость жестких дисков — десятки Гбайт);

- 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 программного обеспечения, охватывающего практически все сферы человеческой деятельности, а также мощных систем для разработки нового ПО.

Но несмотря на то, что область применения персональных компьютеров очень широка, имеются задачи, которые лучше решать на более мощных ЭВМ.

Ограниченность области применения персональных компьютеров:

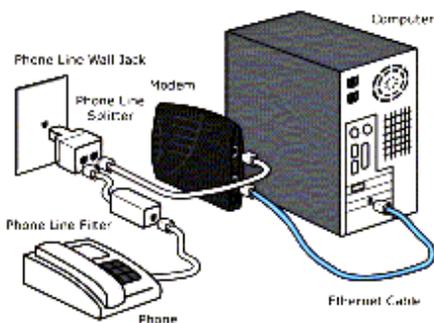
- при *обработке больших объемов информации* часто оказывается целесообразным совместное использование компьютеров разного уровня, где на каждом уровне решаются задачи, соответствующие его возможностям. Например, в крупном коммерческом банке обработка информации о клиентах и расчетах скорее всего потребует большую ЭВМ, а ввод данных и анализ результатов может осуществляться и на персональных компьютерах;

- во многих задачах оказывается недостаточной *вычислительная мощность* персональных компьютеров. Например, расчет механической прочности конструкции из нескольких сотен элементов можно сделать и на персональном компьютере, но если надо рассчитать прочность конструкции из сотен тысяч элементов, то потребуется уже большая или даже супер-ЭВМ;

- при *компьютерном производстве видеофильмов* персональный компьютер вполне можно использовать для создания простеньких движущихся картинок на экране. Но для создания реалистичных фильмов и специальных видеоэффектов используются специализированные компьютеры, предназначенные для эффективной обработки трехмерных изображений и анимации.

2.5. Пятое поколение

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 языках, 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 СБИС, а также на основе перехода к супермикросэлектронике, 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. 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:

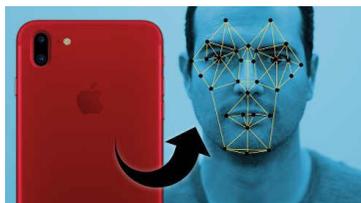
- новая технология производства на базе новых материалов;
- отказ от традиционных языков высокого уровня (Фортран, Паскаль и др.) в пользу языков с повышенными возможностями манипулирования символами и с элементами логического программирования (Пролог, ЛИСП);
- акцент на новые архитектуры (например, 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.

2.6. Шестое и последующие поколения ЭВМ: 2011 и далее...

Электронные и оптоэлектронные многоядерные



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



систем, распознающие сложные образы.