

Знание истории развития вычислительной техники (ВТ), является неотъемлемым компонентом профессиональной компетентности будущего специалиста в области информационных технологий. Первые шаги автоматизации умственного труда относятся именно к *вычислительной* активности человека, который уже на самых ранних этапах своей цивилизации начал использовать средства инструментального счета. Интересной является следующая классификация, согласно которой основные этапы развития ВТ можно привязать к следующей хронологической шкале:

- Ручной - с древних, древних времен до н.э.;
- Механический - с середины XVII-го века н.э.;
- Электро-механический - с 90-х годов XIX-го века;
- Электронный - с 40-х годов XX-го века.

При этом следует иметь в виду, что хорошо зарекомендовавшие себя средства всех четырех этапов развития ВТ используются человеком и в настоящее время для автоматизации различного рода вычислений.

Ручной период автоматизации вычислений начался на заре человеческой цивилизации и базировался на использовании различных частей тела, в первую очередь, пальцев рук и ног.

Пальцевый счет уходит корнями в глубокую древность, встречаясь в том или ином виде у всех народов и в наши дни. Известные средневековые математики рекомендовали в качестве вспомогательного средства именно *пальцевый* счет, допускающий довольно эффективные системы счета. Фиксация результатов счета производилась различными способами: нанесение насечек, счетные палочки, узелки и др. Например, у народов доколумбовой Америки был весьма развит узелковый счет. Более того, система узелков выполняла также роль своего рода хроник и летописей, имея достаточно сложную структуру. Однако, использование ее требовало хорошей тренировки памяти.

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

Счет с помощью группировки и переключивания предметов явился предшественником счета на *абаке* - наиболее развитом счетном приборе древности, сохранившимся до наших дней в виде различного типа счетов.

Абак явился первым развитым счетным прибором в истории человечества, основным отличием которого от предыдущих способов вычислений было выполнение вычислений по разрядам. Таким образом, использование абака уже предполагает наличие некоторой позиционной системы счисления, например, десятичной, троичной, пятеричной и др. Даже развитие самой математики на определенных этапах ее становления было связано с абакком, когда истинность некоторых вычислительных алгоритмов подтверждалась возможностью их реализации на абакке. Многовековой путь совершенствования абака привел к созданию счетного прибора законченной классической формы, используемого вплоть до эпохи расцвета клавишных настольных ЭВМ. Да еще и сегодня кое-где его можно встретить, помогающим в расчетных операциях. И только появление карманных электронных калькуляторов в 70-е годы нашего столетия создало реальную угрозу для дальнейшего использования русских, китайских и японских счетов - трех основных классических форм абака, сохранившихся до наших дней. При этом, последняя известная попытка усовершенствования русских счетов путем объединения их с таблицей умножения относится к 1921 г.

Хорошо приспособленный к выполнению операций сложения и вычитания, абак оказался недостаточно эффективным прибором для выполнения операций умножения и деления. Поэтому открытие логарифмов и логарифмических таблиц Дж. Непером в начале 17 в., позволивших заменять умножение и деление соответственно сложением и вычитанием, явилось следующим крупным шагом в развитии вычислительных систем ручного этапа. Впоследствии появляется целый ряд модификаций логарифмических таблиц. Однако, в практической работе использование логарифмических таблиц имеет ряд неудобств, поэтому Дж. Непер в качестве альтернативного метода предложил специальные счетные палочки (названные впоследствии палочками Непера), позволявшие производить операции умножения и деления непосредственно над исходными числами. В основу данного метода Непер положил способ умножения решеткой.

Наряду с палочками Непер предложил счетную доску для выполнения операций умножения, деления, возведения в квадрат и извлечения квадратного корня в двоичной

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

с.с., предвосхитив тем самым преимущества такой системы счисления для автоматизации вычислений.

Введенные Дж. Непером логарифмы оказали революционизирующее влияние на все последующее развитие счета, чему в значительной степени способствовало появление целого ряда логарифмических таблиц, вычисленных как самим Непером, так и рядом других известных в то время вычислителей (Х. Бриггс, И. Кепплер, Э. Вингэйт, А. Влах). Сама идея логарифмов в алгебраической интерпретации базируется на сопоставлении двух типов последовательностей: *арифметической* и *геометрической*.

Логарифмы послужили основой создания замечательного вычислительного инструмента - логарифмической линейки, более 360 лет служащего инженерно-техническим работникам всего мира. Пробразом современной логарифмической линейки считается логарифмическая шкала Э. Гюнтера, использованная У. Отредом и Р. Деламейном при создании первых логарифмических линеек. Усилиями целого ряда исследователей логарифмическая линейка постоянно совершенствовалась и видом, наиболее близким к современному, она обязана 19-летнему французскому офицеру А. Манхейму.

Развитие механики в XVII в. стало предпосылкой создания вычислительных устройств и приборов, использующих механический принцип вычислений. Такие устройства строились на механических элементах и обеспечивали автоматический перенос старшего разряда.

Первая механическая машина была описана в 1623 г. В. Шиккардом, реализована в единственном экземпляре и предназначалась для выполнения четырех арифметических операций над 6-разрядными числами.

Машина Шиккарда состояла из трех независимых устройств: суммирующего, множительного и записи чисел. Сложение производилось последовательным вводом слагаемых посредством наборных дисков, а вычитание - последовательным вводом уменьшаемого и вычитаемого. Вводимые числа и результат сложения/вычитания отображались в окошках считывания. Для выполнения операции умножения использовалась идея умножения решеткой. Третья часть машины использовалась для записи числа длиной не более 6 разрядов. Использованная принципиальная схема машины Шиккарда явилась классической - она (или ее модификации) использовалась в большинстве последующих механических счетных машин вплоть до замены механических

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

деталей электромагнитными. Однако, из-за недостаточной известности машина Шиккарда и принципы ее работы не оказали существенного влияния на дальнейшее развитие ВТ, но она по праву открывает эру механической вычислительной техники.

В машине Б. Паскаля использовалась более сложная схема переноса старших разрядов, в дальнейшем редко используемая; но построенная в 1642 г. первая действующая модель машины, а затем серия из 50 машин способствовали достаточно широкой известности изобретения и формированию общественного мнения о возможности автоматизации умственного труда. До нашего времени дошло только 8 машин Паскаля, из которых одна является 10-разрядной. Именно машина Паскаля положила начало механического этапа развития ВТ.

В XVII - XVIII веках предлагался целый ряд различного типа и конструкции суммирующих устройств и арифмометров, пока в 19 в. растущий объем вычислительных работ не определил устойчивого спроса на механические счетные устройства и не способствовал их серийному производству на коммерческой основе.

Первый арифмометр, позволяющий производить все четыре арифметических операции, был создан Г. Лейбницем в результате многолетнего труда. Венцом этой работы стал арифмометр Лейбница, позволяющий использовать 8-разрядное множимое и 9-разрядный множитель с получением 16-разрядного произведения. По сравнению с машиной Паскаля было создано принципиально новое вычислительное устройство, существенно ускоряющее выполнение операций умножения и деления. Однако арифмометр Лейбница не получил распространения по двум основным причинам: отсутствие на него устойчивого спроса и конструкционной неточности, сказывающейся при перемножении предельных для него чисел.

В XVII - XVIII в.в. был предложен целый ряд вычислительных инструментов по образцу Паскаля и Лейбница (с той или иной степенью модернизации), на основе палочек Непера либо оригинальные разработки. Предложенные конструкции являлись отдельными множительными устройствами или комбинациями суммирующей и множительной частей.

Начало XIX в. характеризуется развитием вычислительных средств в трех основных направлениях: суммирующие, множительные устройства, а также арифмометры; при этом, преобладающим становится развитие арифмометров.

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

В 1881 г. Л. Томас организовывает в Париже серийное производство арифмометров. Конструкция его арифмометра основана на использовании ступенчатого валика Лейбница и явилась дальнейшим развитием арифмометра Лейбница, отличаясь рядом полезных конструкторских решений: удобной формой ввода числа, наличием противоинерционного устройства, механизма гашения числа и др. Такой арифмометр получил название томас-машины и его серийность была невелика - за весь 19 в. было выпущено около 2000 томас-машин. Однако важным достоинством томас-машин была их долговечность - арифмометр использовался даже при расчетах, связанных с подготовкой плана ГОЭЛРО в 1920 году

Важной вехой в развитии арифмометров следует считать создание в 1888 г. машины Болле, которая операцию умножения выполняла втрое быстрее существующих на то время арифмометров (именно поэтому машину называли множительной).

Увеличение во второй половине 19 в. вычислительных работ в целом ряде областей человеческой деятельности выдвинуло настоятельную потребность в ВТ и повышенные требования к ней. Существующие на тот момент различного типа вычислительные устройства решить эту задачу не могли. И только создание в 1874 г. В. Орднером (Россия) своей модели арифмометра, в основе которой лежало специальной конструкции зубчатое колесо Орднера, можно считать началом математического машиностроения. На всем протяжении своего существования арифмометр Орднера совершенствовался и выпускался в нескольких вариантах, получив целый ряд высоких наград. Рост производства арифмометров Орднера продолжался как в СССР, так и за рубежом; с 1931 г. он получает название Феликс, под которым хорошо известен и ныне существующим поколениям отечественных вычислителей.

Первоначально появление ЭВМ не очень существенно повлияло на выпуск и применение арифмометров прежде всего из-за их различного назначения, распространенности и стоимости. Однако, уже с 60-х годов в массовое использование все активнее проникают ЭКВМ (электронные клавишные вычислительные машины).

Особое место среди разработок механического этапа развития ВТ занимают работы Ч. Бэбиджа, с полным основанием считающегося родоначальником и идеологом современной ВТ. Среди работ Бэбиджа явно просматриваются два основных направления: разностная и аналитическая вычислительные машины.

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

Проект разностной машины был разработан в 20-х годах 19 в. и предназначался для табулирования полиномиальных функций методом конечных разностей. Основным стимулом в данной работе была настоятельная необходимость в табулировании функций и проверке существующих математических таблиц, изобилующих ошибками. Однако, данный проект не был завершен, но последователями Бэббиджа были созданы работающие разностные машины, которые нашли широкое применение в науке и технике.

Второй проект Бэббиджа - аналитическая машина, использующая принцип программного управления и явившаяся предшественницей современных ЭВМ. Данный проект был предложен в 30-е годы XIX в., а в 1843 г. Алой Лавлейс для машины Бэббиджа была написана первая в мире достаточно сложная программа вычисления чисел Бернулли. Оба эти достижения можно считать выдающимися, как опередившими свою эпоху более, чем на столетие. Проект аналитической машины не был реализован, но получил весьма широкую известность и заслужил высокую оценку целого ряда ученых, в первую очередь, математиков. Ч. Бэббидж разработал множество чертежей самой машины, изготовил ряд ее блоков; его сын Генри пытался реализовать проект, но полностью он остался лишь на уровне эскизного проекта. Идея аналитической машины возникла у Бэббиджа в процессе работы над разностной машиной. Аналитическая машина предназначалась для вычисления любого алгоритма (в нашей терминологии) и была задумана чисто механической.

В начале 1836 г. Бэббидж уже четко представлял себе основную конструкцию машины, а в 1837 г. в статье "О математической производительности счетной машины" он достаточно подробно описывает свой проект.

Аналитическая машина состояла из следующих четырех основных частей:

- блок хранения исходных, промежуточных данных и *результатов* вычислений. Он состоял из набора зубчатых колес, идентифицирующих цифры подобно арифмометру;

3

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

- блок обработки чисел из склада, названный *мельницей* (в современной терминологии - это арифметическое устройство). Организация блока была аналогична первому блоку;
- блок управления последовательностью вычислений (в современной терминологии - это устройство управления УУ);
- блок ввода исходных данных и печати результатов (в современной терминологии - это устройство ввода/вывода).

Ч. Бэбидж в своей машине использовал механизм, аналогичный механизму ткацкого станка Жаккарда, использующему специальные управляющие перфокарты. По идее Бэбиджа управление должно осуществляться парой жаккардовских механизмов с набором перфокарт в каждом.

Бэбидж имел удивительно современные представления о вычислительных машинах, однако имевшиеся в его распоряжении технические средства намного отставали от его представлений.

Основная заслуга А. Лавлейс состоит не только в создании первой программы для машины Бэбиджа, но и в полном и доступном описании машины, а также анализе ее возможностей для решения различных вычислительных задач. Наряду с этим, Лавлейс

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

проводила широкую популяризацию идей Ч. Бэбиджа, сама проектировала некоторые узлы машины и исследовала вопросы применения двоичной системы счисления, а также высказывает ряд идей, получивших широкое применение только в наше время.

Электромеханический этап развития ВТ явился наименее продолжительным и охватывает всего около 60 лет - от первого табулятора Г. Холлерита (1887 г.) до первой ЭВМ ENIAC (1945 г.). Предпосылками создания проектов данного этапа явились как необходимость проведения массовых расчетов (экономика, статистика, управление и планирование, и др.), так и развитие прикладной электротехники (электропривод и электромеханические реле), позволившие создавать электромеханические вычислительные устройства.

Классическим типом средств электромеханического этапа был счетно-аналитический комплекс, предназначенный для обработки информации на перфокарточных носителях.

Первый счетно-аналитический комплекс был создан в США Г. Холлеритом в 1887 г. и состоял из: ручного перфоратора, сортировочной машины и табулятора. Используя идеи Жаккарда и Бэбиджа (или переоткрыв их заново), Г. Холлерит в качестве информационного носителя использовал перфокарты (хотя им рассматривался и перфоленточный вариант); все остальные компоненты комплекса носили оригинальный характер. Основным назначением комплекса являлась статистическая обработка перфокарт. В первых моделях комплекса использовалась ручная сортировка перфокарт (в 1890 г. замененная электрической), а табулятор был создан на основе простейших электромеханических реле. Первое испытание комплекса было произведено в 1887 г. в Балтиморе (США) при составлении таблиц смертности населения, основные же испытания уже модифицированного комплекса производились в 1889 г. на примере обработки итогов переписи населения в четырех районах Сент-Луиса (США). Основные испытания прошли весьма успешно и табулятор Холлерита очень быстро получил международное признание, используясь для переписей населения в России (1897 г.), США и Австро-Венгрии (1890), и Канаде (1891 г.).

В 1897 г. Холлерит организовал фирму, которая в дальнейшем стала называться IBM.

Значение работ Г. Холлерита для развития ВТ определяется двумя основными факторами. Во-первых, он стал основоположником нового направления в ВТ - счетно-перфорационного (счетно-аналитического), состоящего в применении



Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

табуляторов и сопутствующего им оборудования для выполнения широкого круга экономических и научно-технических расчетов. На основе данной ВТ создаются машинно-счетные станции для механизированной обработки информации, послужившие прообразом современных вычислительных центров (ВЦ). В 20-30-е годы XX в. применение счетно-перфорационной техники становится ведущим фактором развития ВТ; только появление ЭВМ ограничило ее применение.

Во-вторых, даже после прекращения использования табуляторов основным носителем информации (ввод/вывод) для ЭВМ остается перфокарта, а в качестве периферийных устройств используются перфокарточные устройства, предложенные Холлеритом. Даже в наше время использование большого числа разнообразных устройств ввода/вывода информации не отменило полностью использования перфокарточной технологии.

Развивая работы Г. Холлерита, в ряде стран разрабатывается и производится ряд моделей счетно-аналитических комплексов, из которых наиболее популярными и массовыми были комплексы фирмы IBM, фирмы Ремингтон и фирмы Бюль.

Используемая на первых порах для статистической обработки, перфорационная техника в последующем начинает широко использоваться для механизации бухучета и экономических задач, а также в ряде случаев и для расчетов научно-технического характера; в первую очередь для астрономических расчетов. В СССР первое применение перфорационной техники для астрономических расчетов относится к началу 30-х годов, а с 1938 - для математических исследований в АН СССР создается самостоятельная машино-счетная станция.

Заключительный период (40-е годы XX в.) электромеханического этапа развития ВТ характеризуется созданием целого ряда сложных релейных и релейно-механических систем с программным управлением, характеризующихся алгоритмической универсальностью и способных выполнять сложные научно-технические вычисления в автоматическом режиме со скоростями, на порядок превышающими скорость работы арифмометров с электроприводом. Наиболее крупные проекты данного периода были выполнены в Германии (К. Цузе) и США (Д. Атанасов, Г. Айкен и Д. Стиблиц). Данные проекты можно рассматривать в качестве прямых предшественников универсальных ЭВМ.

Конрад Цузе (K. Zuse) явился пионером создания универсальной вычислительной

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

машины с программным управлением и хранением информации в запоминающем устройстве. Однако его первая модель Z-1 (положившая начало серии Z-машин) идейно уступала конструкции Бэбиджа - в ней не предусматривалась условная передача управления.

Следующая модель Z-2 не была завершена из-за призыва Цузе в армию, из которой он был демобилизован в связи с заинтересованностью его работами военного ведомства Германии. При финансовой поддержке военного ведомства Цузе в 1939-1941 г.г. создает модель Z-3, являющуюся первой программно-управляемой универсальной вычислительной машиной.

После завершения в 1941 г. машины Z-3 К. Цузе до конца войны интенсивно занимался вопросами ВТ.

После войны направление работ К. Цузе было в основном связано с теоретическими исследованиями по вопросам программирования и архитектуры ВТ. Здесь им был высказан целый ряд весьма прогрессивных для своего времени идей, включая клеточные вычислительные структуры, структуру команд ЭВМ, параллельное программирование и др.

В 1937 г. в США Дж. Атанасов начал работы по созданию ЭВМ, предназначенной для решения ряда задач математической физики. Им были созданы и запатентованы первые электронные схемы узлов ЭВМ, а совместно с К. Берри к 1942 г. была построена электронная машина ABC, которая оказала влияние на Д. Моучли из Муровской технической школы и ряд его идей существенно ускорил создание первой ЭВМ ENIAC в 1945 г.

В отличие от машины Z-3, судьба была намного более благосклонной к автоматической управляемой вычислительной машине Г. Айкена MARK-1, созданной в США в 1944 г. И до знакомства с работами Цузе научная общественность считала ее первой электромеханической машиной для решения сложных математических задач.

Последним крупным проектом релейной ВТ следует считать построенную в 1957 г. в СССР релейную вычислительную машину PBM-1 и эксплуатировавшуюся до конца 1964

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

г. в основном для решения экономических задач.

В силу физико-технической природы релейная ВТ не позволяла существенно повысить скорость вычислений; для этого потребовался переход на электронные безинерционные элементы высокого быстродействия.

К началу 40-х г.г. 20 в. электроника уже располагала необходимым набором таких элементов. С изобретением М. Бонч-Бруевичем в 1913 г. триггера (электронное реле - двухламповый симметричный усилитель с положительной обратной связью в качестве базовой компоненты использует электронную вакуумную лампу триод, изобретенную в 1906 г.) появилась реальная возможность создания быстродействующей электронной ВТ.

Электронные вычислительные машины ознаменовали собой новое направление в ВТ, интенсивно развиваемое и в настоящее время в различных направлениях.

Первой ЭВМ (правда, специализированной, предназначенной для дешифровки) можно считать английскую машину Colossus, созданную в 1943 г. при участии А. Тьюринга. Машина содержала около 2000 электронных ламп и обладала достаточно высоким быстродействием, однако была узкоспециализированной.

Первой ЭВМ принято считать машину ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer), созданную в США в конце 1945 г. Первоначально предназначенная для решения задач баллистики, машина оказалась универсальной, т.е. способной решать различные задачи. Главным консультантом проекта являлся Д. Моучли, а главным конструктором - Д. Эккерт. Позднее их авторство электронной технологии для проектирования ЭВМ было оспорено - в 1973 г. федеральный Суд США постановил, что Моучли и Эккерт не создали ЭВМ, а заимствовали ее идею у Дж. Атанасова, хотя последний и не построил действующей модели своего компьютера.

Проект создания ENIAC, начатый в апреле 1943 г., был полностью завершен в декабре 1945 г. В качестве официальной апробации ЭВМ была выбрана задача оценки принципиальной возможности создания водородной бомбы. Машина успешно выдержала испытания, обработав около 1 млн. перфокарт фирмы IBM с исходными

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

данными.

Еще до начала эксплуатации ENIAC Моучли и Эккерт по заказу военного ведомства США приступили к проекту над новым компьютером EDVAC (Electronic Discrete Automatic Variable Computer), который был совершеннее первого. В этой машине была предусмотрена большая память (на 1024 44-битных слов; к моменту завершения была добавлена вспомогательная память на 4000 слов для данных), предназначенная как для данных, так и для программы. Такой подход (хранимые в памяти программы) устранял основной недостаток ENIAC - необходимость перекоммутации многих узлов машины, что при сложных программах требовало до двух дней. Данное обстоятельство не позволяло считать ENIAC полностью автоматической ЭВМ.

В EDVAC программа электронным методом записывалась в специальную память на ртутных трубках (линиях задержки), а вычисления производились уже в двоичной с.с., что позволило существенно уменьшить количество ламп и других элементов электронных цепей машины.

Полностью завершенная в 1952 г., ЭВМ содержала более 3500 ламп 19-ти различных типов и около 27000 других электронных элементов.

В конце 1944 г. к проекту в качестве научного консультанта был подключен 41-летний Джон фон Нейман, к тому времени уже имевший большой авторитет в научном мире как математик, внесший значительный вклад в квантовую механику и создавший математическую теорию игр. Интерес фон Неймана к компьютерам частично связан с его непосредственным участием в Манхэттенском проекте по созданию атомной бомбы, где он математически обосновал осуществимость взрывного способа детонации атомного заряда критической массы, а также работами по созданию водородной бомбы, требующими весьма сложных расчетов. Творчески переработав и обобщив материалы по разработке проекта, фон Нейман в июне 1945 г. готовит итоговый 101-страничный научный отчет, который содержал превосходное описание как самой машины, так и ее логических возможностей. Более того, фон Нейман в докладе на основе анализа проектных решений, а также идей А. Тьюринга по формальному универсальному вычислителю (впоследствии названному машиной Тьюринга) впервые представил логическую организацию компьютера безотносительно от его элементной базы, что позволило заложить основы проектирования ЭВМ.

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

В докладе выделено и детально описано пять базовых компонент универсального компьютера и принцип его функционирования архитектура фон Неймана:

- центральное арифметико-логическое устройство (АЛУ);
- центральное устройство управления (УУ), ответственное за функционирование всех основных компонент компьютера;
- запоминающее устройство (ЗУ);
- система ввода и вывода информации.

Была обоснована необходимость использования двоичной системы счисления, электронной технологии и последовательного порядка выполнения операций.

Принципы организации ЭВМ, предложенные фон Нейманом, стали общепринятыми.

Находясь в творческой командировке в группе разработчиков EDVAC и ознакомившись с идеями Дж. фон Неймана, М. Уилкс, вернувшись в Кембриджский университет (Англия), смог на два года раньше (в мае 1949 г.) завершить разработку первой в мире ЭВМ с хранимыми в памяти программами. Его компьютер EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Calculator) работал в двоичной с.с., выполнял одноадресные команды в количестве 18 и оперировал как с короткими (17 бит), так и с длинными (35 бит) словами.

Компьютер *EDSAC* положил начало новому этапу развития ВТ - первому поколению универсальных ЭВМ.

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

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.

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

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.

В середине 1950-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.

ЭВМ, начиная от UNIVAC и заканчивая БЭСМ-2 и первыми моделями ЭВМ "Минск" и "Урал", относятся к первому поколению вычислительных машин.

Второе поколение ЭВМ: 1960-1970-е годы. Логические схемы строились на дискретных полупроводниковых 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.

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

Стали применяться внешние накопители на жестких магнитных дисках 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 x 12 дюймов и разрешением 1024 x 1024 пикселей. Он имел частоту кадровой развертки 40 Гц.

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.

В начале 60-х годов полупроводниковые машины стали производиться и в СССР.

Третье поколение ЭВМ: 1970-1980-е годы. В 1958 году Роберт 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

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

единиц мегагерц. Снизилась напряжения питания (единицы вольт) и потребляемая машиной мощность. Существенно повысились надежность и быстродействие ЭВМ.

В оперативных запоминающих устройствах использовались миниатюрнее ферритовые сердечники, ферритовые пластины и магнитные пленки с прямоугольной петлей гистерезиса. В качестве внешних запоминающих устройств широко стали использоваться дисковые накопители.

Появились еще два уровня запоминающих устройств: сверхоперативные запоминающие устройства на триггерных регистрах, имеющие огромное быстродействие, но небольшую емкость (десятки чисел), и быстродействующая кэш-память.

Начиная с момента широкого использования интегральных схем в компьютерах, технологический прогресс в вычислительных машинах можно наблюдать, используя широко известный закон Мура. Один из основателей компании Intel Гордон Мур в 1965 году открыл закон, согласно которому количество транзисторов в одной микросхеме удваивается через каждые 1,5 года.

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

Так, первыми ЭВМ этого поколения стали модели систем IBM (ряд моделей IBM 360) и PDP (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.

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 -



Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

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).

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-е годы. Революционным событием в развитии компьютерных технологий третьего поколения машин было создание больших и сверхбольших 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, работающими с меньшими амплитудами электрических напряжений (единицы вольт), потребляющими меньше мощности, нежели биполярные, и тем самым позволяющими реализовать более прогрессивные нанотехнологии (в те годы - масштаба единиц микрон).

Оперативная память стала строиться не на ферритовых сердечниках, а также 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 Джобе (1955 г. р.) - сотрудник фирмы Atari, и Стефан Возняк (1950 г. р.), работавший на фирме

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

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", имевший бешеный успех. В начале 1977 года была зарегистрирована Apple Сотр., и началось производство первого в мире персонального компьютера Apple.

Пятое поколение ЭВМ: 1990-настоящее время. Особенности архитектуры современного поколения компьютеров подробно рассматриваются в данном курсе.

Кратко основную концепцию ЭВМ пятого поколения можно сформулировать следующим образом:

Компьютеры на сверхсложных микропроцессорах с параллельно-векторной структурой, одновременно выполняющих десятки последовательных инструкций программы.

Компьютеры с 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.

***Общие принципы построения современных ЭВМ***

Автор: Александр  
25.08.2014 19:54

---

1. Основным принципом построения всех современных ЭВМ является программное управление. В основе его лежит представление алгоритма решения любой задачи в виде программы вычисления.

2. Алгоритм – конечный набор предписаний, определяющий решение задачи по средством конечного количества операций.

3. "Программа (для ЭВМ) – упорядоченная последовательность команд подлежащей обработке" - стандарт ISO 2381/-84. Следует заметить, что строгого однозначного определения алгоритма равно, как однозначных методов преобразования алгоритмов в программу вычислений не существует.

4. Принцип программного управления может быть осуществлён различными способами: стандартом для построения практически всех ЭВМ стал способом, описанный Фон-Нейманом в 1945г. построений ещё первых образцов ЭВМ. Суть его заключается в следующем: все вычисления предписанные алгоритмом решения задач должны быть представлены в виде программы, состоящие из последовательности управляющих слов команд. Каждая команда содержит указание на конкретную выполняемую операцию места нахождения (адреса) операндов и ряд служебных признаков.

**Операнды** – это переменные значения, которых участвуют в операциях преобразования данных, списков (массив) всех переменных (входных данных промежуточных значений и результатов вычислений) является ещё одним неотъемлемым вычислением другой программы. Для доступа к программам, командам и операциям используют их адреса

. В качестве адресов выступают номера ячеек памяти ЭВМ предназначенных для хранения объектов. Информация (командная и данные: числовые, текстовая, графическая и т.п.) копируется двоичными цифрами 0 и 1, поэтому различные типы информации, размещенные в памяти ЭВМ практически не различимы, идентификация их возможна только при выполнении программ согласно её логике по контексту.

Последовательность битов в формате имеющая определённый смысл называется – полем. Например: каждой команде программы различают поле кода, операция поля адресов, операндов приблизительно к числовой информации выделяют знаковые разряды поля значащих разрядов чисел старшие и младшие разряды.

Последовательность, состоящая из определённого принятого для данной ЭВМ числа байтов называется

*словом*

### **Архитектура ЭВМ**

Архитектура ЭВМ – это многоуровневая иерархия аппаратно- программных средств, из которых состоит ЭВМ. Каждый из уровней допускает многовариантное построение и применение. Конкретная реализация уровней определяет особенности структурного построения ЭВМ. Детализацией архитектурного и структурного построения ЭВМ занимаются различные категории специалистов вычислительной техники. Инженеры схемотехники проектируют отдельные технические устройства и разрабатывают методы их сопряжения друг с другом. Системные программисты создают программы управления технического средства информационного взаимодействия между уровнями или программой вычислительного процесса. Программисты прикладники разрабатывают пакеты программ более высокого уровня, которые обеспечивают взаимодействия пользователей с ЭВМ и необходимый сервис при решении ими своих задач.