

М.И. Баранов

**АНТОЛОГИЯ ВЫДАЮЩИХСЯ ДОСТИЖЕНИЙ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ. ЧАСТЬ 20:
ИЗОБРЕТЕНИЕ КОМПЬЮТЕРА И ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ ИНТЕРНЕТ**

Наведено короткий нарис з всесвітньої історії винаходу людством комп'ютера і глобальної інформаційної мережі Інтернет.

Приведен краткий очерк из всемирной истории изобретения человечеством компьютера и глобальной информационной сети Интернет.

ВВЕДЕНИЕ

По мере исторической эволюции нашей цивилизации на Земле, ее непрерывного количественного и качественного развития используемая людьми техника становилась все более сложной. К середине 20-го столетия на смену отдельным машинам в цеха производственных предприятий развитых стран мира пришли целые системы разнообразных машин, управлять которыми было уже не под силу одному человеку. То же самое происходило и в человеческом социуме, насыщенном большими потоками многообразной **информации** (данный термин происходит от латинского слова "*informatio*" – "*разъяснение*" и обозначает "*сведения, являющиеся объектом хранения, переработки и передачи*" [1]). Разумно распоряжаться подобной обширной информацией людям становилось все труднее. Поэтому в нашем обществе объективно появились первые электронно-вычислительные машины (ЭВМ), выполняющие вначале роль больших **калькуляторов** (этот термин происходит от латинского слова "*calculatio*" – "*подсчет*" и обозначает "*устройство для выполнения математических операций над числами*" [1]), предназначенных для сравнительно быстрого решения различных сложных вычислительных научно-технических задач. В человеческом обществе в этот временной период стала назревать острая необходимость в науке об управлении потоками всевозможной информации, а также сложными техническими и социальными процессами и системами, состоящими из большого количества технических или биологических объектов. Причем, такой фундаментальной науке, которая бы сумела сформулировать общие закономерности для процессов управления и передачи информации в сложных машинах, включая ЭВМ и технические устройства с элементами искусственного разума, в живых организмах и человеческом обществе. В этой связи первоначально рассмотрим вкратце историю становления и развития данной науки – **кибернетики** (это название происходит от греческого слова "*kybernētikē*" – "*искусство управления*" [1]), находящейся в основе создания **компьютеров** (данное название происходит от английского слова "*computer*" – "*вычислитель*" [1]) и всех информационных систем.

1. ЗАРОЖДЕНИЕ КИБЕРНЕТИКИ И ЕЕ НЕКОТОРЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ

Современная кибернетика зарождалась в условиях проведенных исследований, объединяющих области систем управления, теории электрических цепей, машиностроения, математического моделирования, математической логики, эволюционной биологии и неврологии [2,3]. Ограничимся далее кратким рассмотрением такой отрасли кибернетики как **техническая**

кибернетика, которая широко используется в области техники. В соответствии с современной классификацией в зависимости от области применения кибернетических методов и средств различают также биокрибернетику, медицинскую и экономическую кибернетику [1]. Родоначальником технической кибернетики оказался выдающийся американский математик Норберт Винер (рис. 1), по существу научивший вычислительные калькуляторы "*думать*". Важно заметить, что в молодом возрасте (в 21 год) он был уже доктором философии по специальности "*математическая логика*", приглашенным на кафедру математики Массачусетского технологического института, являющегося крупнейшим научным центром США [2].

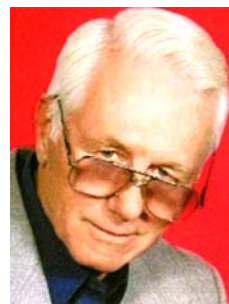


Рис. 1. Основоположник кибернетики, выдающийся американский ученый-математик Н. Винер (1894-1964 гг.) [2]

После своего знакомства с американским конструктором первых ЭВМ Ваневаром Бушем он впервые стал задумываться над их быстродействием и путями ее увеличения. По мнению Н. Винера эта машина должна была сама управлять своими вычислительными действиями. Кроме того, Н. Винер уже тогда считал, что в ЭВМ необходимо заложить технические возможности и способности к ее самообучению. Для этого ЭВМ, как и человеку, была нужна, прежде всего, большая память, способная хранить управляющие электрические сигналы и те сведения, которые машина получает в процессе своей работы. В 1948 году Н. Винер опубликовал свою известную книгу "*Кибернетика или управление и связь в животном и машине*", в которой им и были заложены основы новой науки об информационном управлении техническими и биологическими объектами и системами [2, 3]. В ней он написал об общих законах, действующих как для автоматических технических систем, организации любого производства, так и для функционирования нервной системы человека. Данная книга послужила определенным иницирующим информационным импульсом для стремительного развития в нашем обществе кибернетики. Объектом кибернетики являются

© М.И. Баранов

практически все управляемые системы. Кибернетика, как известно, пользуется таким понятием как кибернетическая система, примером которой являются ЭВМ, автоматические регуляторы в технике, человеческий мозг, биологические популяции и человеческое общество [3]. Каждая такая система представляет собой множество взаимосвязанных объектов (элементов системы), способных воспринимать, запоминать и перерабатывать информацию, а также обмениваться ею. Кибернетика разрабатывает общие принципы создания систем управления и систем для автоматизации умственного труда. Основными техническими средствами для решения задач кибернетики стали ЭВМ [3].

Принято считать, что первая в мире искусственная автоматическая регулирующая система в виде водяных часов была изобретена еще древнегреческим механиком Ктезибием [3]. Эти часы были первым искусственным автоматическим саморегулирующимся устройством, не требовавшим никакого внешнего вмешательства между обратной связью и управляющими механизмами. Ктезибий и другие мастера древности (например, Герон Александрийский и китайский учёный Су Сун [3]), занимаясь областью инженерного дела, считаются одними из первых землян, изучавших кибернетические принципы построения технических объектов. Из истории техники известно, что исследование механизмов в машинах с корректирующей обратной связью датируется ещё концом 18-го столетия, когда паровой двигатель выдающегося английского механика-изобретателя Джеймса Уатта [4] был оборудован управляющим устройством – центробежным регулятором обратной связи для того, чтобы управлять скоростью вала этого двигателя. Отметим и то, что в 1868 году выдающийся английский физик-теоретик Джеймс Максвелл опубликовал свою научную статью по управляющим устройствам, в которой одним из первых рассмотрел и усовершенствовал принципы саморегулирующихся устройств [3]. Системы электронного управления берут начало с работ американского инженера из "Bell Labs" Гарольда Блэка в 1927 году по использованию отрицательной обратной связи для управления усилителями [3].

Укажем здесь, что огромное влияние кибернетика имела на биологию, представляющую собой совокупность наук о живой природе [1]. Благодаря ей возникла **биологическая кибернетика** (изучает общие закономерности управления и передачи информации в живых организмах [1]), **бионика** (изучает жизнедеятельность организмов с целью использования открытий при этом закономерностей для решения инженерных задач [1]) и **медицинская кибернетика** (изучает общие закономерности управления и передачи информации в человеке [1]). В последние годы благодаря кибернетике быстро развивается **синергетика** – наука о самоорганизующихся системах в природных объектах [1, 3]. Среди важных достижений технической кибернетики следует указать создание внутренней архитектуры современных ЭВМ, современной теории информации, теории управления, теории принятия решений и теории распознавания образов [2]. Данные рис. 2 наглядно иллюстрируют нам результаты возможного практического применения в управлении техническими системами кибернетических методов (реальное применение этих методов было продемонстрировано, например, специалистами США при

запуске с поверхности Луны в июле 1969 года своего лунного модуля с двумя астронавтами на борту [5]). Отметим, что техническая кибернетика послужила отправной точкой для появления и таких современных научных дисциплин как программирование и робототехника. Общеизвестно, что кибернетика как междисциплинарная наука возникла на стыке математики, логики, семиотики, физиологии, биологии и социологии [3]. Считается, что чистой кибернетике присущи анализ и выявление общих принципов и подходов в процессе научного познания мира. Исторически так сложилось, что возникновение кибернетики как самостоятельной науки (1948 год, Н. Винер [2, 3]) напрямую связано с созданием в 1940-х годах первых цифровых ЭВМ, а развитие технической кибернетики в теоретических и практических аспектах – с прогрессом в области вычислительной техники.

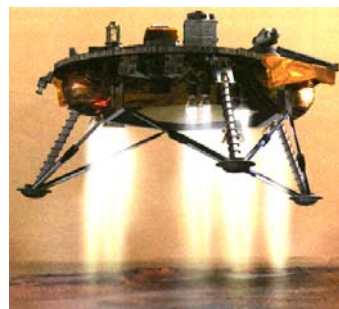


Рис. 2. Имитационный запуск автоматического космического аппарата с взрывчаткой поверхности, осуществляемый только благодаря практическому использованию кибернетических методов управления техническими объектами [2]

2. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Прежде чем рассматривать современный компьютер и его архитектуру остановимся вкратце на событиях, предшествовавших его изобретению. Вычислительная техника издревле являлась важнейшим компонентом процесса вычислений и обработки данных. Считается, что в Древнем Вавилоне примерно за 3000 лет до н. э. были изобретены первые счёты, называвшиеся "абак" [3]. В Китае за 500 лет до н. э. появился более совершенный вариант арабского "абака" с косточками на соломинках – "суаньпань". В 16-ом веке в России появились счёты, содержащие 10 деревянных шариков на металлической проволоке (пробораз деревянных счетов, широко использовавшихся не так давно в бухгалтерском деле) [3]. Великий итальянский учёный-мыслитель и художник Леонардо да Винчи [6] в 1492 году выполнил эскиз 13-ти разрядного суммирующего устройства с десятизубцовыми кольцами (изготовленное в 20-ом столетии по его чертежам устройство подтвердило работоспособность средневекового проекта механического вычислителя). В 1623 году Ричард Деламейн создал круговую логарифмическую линейку. Выдающийся французский физик Блез Паскаль [6] в 1642 году создал первое реально осуществлённое и получившее в свое время известность механическое цифровое вычислительное устройство, названное "Паскалином" (рис. 3). Это устройство суммировало и вычитало пятиразрядные десятичные числа. Под руководством Б. Паскаля было изготовлено более десяти таких вычислителей, причём последние модели его "Паскалина" оперировали уже числами с восемью десятичными разрядами [3].



Рис. 3. Суммирующая механическая машина Б. Паскаля [3]

В 1654 году появилась линейная *логарифмическая линейка*, ставшая первым устройством, сделавшим вычисления быстрыми и получившим широкое распространение в мире [3]. В 1673 году выдающийся немецкий ученый-математик Готфрид Лейбниц [6] построил *механический калькулятор*, который при помощи двоичной системы счисления выполнял операции умножения, деления, сложения и вычитания чисел [3]. В 1801 году французский инженер Жозеф Жаккар построил ткацкий станок с программным управлением, программа работы которого задавалась с помощью сменного комплекта перфокарт. В 1820 году француз Тома де Кальмар начал первый промышленный выпуск *механических арифмометров* для выполнения математических операций над числами [3]. В 1822 году английский математик Чарльз Бэббидж изобрёл (но построить не смог) первую разностную машину (специализированный арифмометр для автоматического построения математических таблиц). В 1855 году шведским братьям Георгу и Эдварду Шутцам удалось построить первую разностную машину на основе работ Ч. Бэббиджа. Выдающимся российским математиком П.Л. Чебышевым в 1876 году был создан суммирующий аппарат с непрерывной передачей десятков [3]. В 1881 году этот ученый сконструировал к нему (вычислителю) приставку для умножения и деления чисел (арифмометр Чебышева). К 1887 году американский инженер Герман Холлерит разработал электрический автоматический табулятор, использовавшийся в переписях населения как США (в 1890 и 1900 гг.), так и России (в 1897 году). По техническому проекту выдающегося российского ученого-математика и механика А.Н. Крылова [6] в 1912 году была впервые создана машина для интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений [3]. В 1927 году в Массачусетском технологическом институте (США) был изобретён *аналоговый компьютер* [3]. В 1938 году немецкий инженер Конрад Цузе построил механические программируемые цифровые машины Z1 и Z2. Модель компьютера Z1 в настоящее время хранится в Немецком техническом музее (г. Берлин) [3]. В 1941 году К. Цузе создал первую цифровую вычислительную машину Z3, обладающую всеми свойствами современного *цифрового компьютера* [3]. В начале 1943 года успешные испытания прошла первая американская цифровая вычислительная машина "Марк-1", созданная на основе десятичной системы счисления и предназначенная для выполнения баллистических расчетов военно-морского флота США. В конце 1943 года заработала английская цифровая вычислительная машина специального назначения "Колосс". Эта машина и обслуживающий ее персонал работали над расшифровкой секретных кодов фашистской Германии [3]. В 1944 году К. Цузе разработал в Германии ещё более быстрый цифровой компьютер Z4. В 1946 году в США был создан первый универсальный электронный цифровой компьютер "ENIAC" (рис. 4) [3]. В СССР первая электронная цифровая вычислительная машина с двоичной систе-

мой счисления была создана научной группой академика С.А. Лебедева в 1950 году в Институте электротехники АН УССР (г. Киев), ставшим в 1963 году Институтом электродинамики АН УССР [3].



Рис. 4. Американский цифровой компьютер "ENIAC" [3]

В 1958 году талантливым советским инженером Н.П. Брусенцовым и его единомышленниками в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова была построена цифровая ЭВМ "Сетунь" с позиционной симметричной троичной системой счисления [3]. После изобретения в 1959 году *интегральной микросхемы* развитие компьютерной техники в развитых странах мира резко ускорилось. Причем, это развитие, как вскоре выяснилось, для количества (плотности) входящих в состав интегральных микросхем (чипов) ЭВМ транзисторов подчиняется экспоненциальной зависимости (закон Гордона Мура) [3, 7]. Столь же стремительно стал развиваться и процесс миниатюризации компьютеров, обусловленный переходом в ЭВМ (этому термину служит синоним "компьютер") от вакуумных электронных ламп к миниатюрным полупроводниковым интегральным схемам.

3. ИЗОБРЕТЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО КОМПЬЮТЕРА

• *Общие сведения.* Важнейшим шагом в развитии вычислительной техники стал переход к внутреннему представлению чисел (в собственных электрических цепях ЭВМ) в двоичной форме (в виде единиц и нулей) [3]. Впервые принцип двоичного счисления был сформулирован еще в 17-ом веке выдающимся немецким математиком Г. Лейбницем [3, 6]. Считается, что это значительно упростило конструкции вычислительных устройств и периферийного оборудования компьютеров. Принятие за основу двоичной системы счисления позволило более просто реализовывать в ЭВМ (сейчас эта аббревиатура практически вытеснена термином "компьютер") арифметические функции и логические операции. Поэтому в большинстве современных компьютеров решаемая задача (проблема) сначала описывается в понятном им (компьютерам) виде (в двоичной системе счисления), а затем действия по её обработке в их устройствах сводятся к применению простой алгебры логики (булевой алгебры, основоположником которой в 19-ом веке стал известный английский математик Дж. Буль [1, 3]). Поскольку практически все математические действия могут быть сведены к выполнению булевых (логических) операций, то достаточно быстрый электронный компьютер может быть применим для решения большинства как математических задач, так и большинства задач по обработке информации, легко сводящихся к математическим операциям. При этом результаты выполненной на компьютере задачи могут быть представлены пользователю при помощи его различных устройств ввода-вывода информации (например, таких как ламповые индикаторы, мониторы и принтеры). Современный компьютер не может самостоя-

тельно "понимать" те слова, которые он показывает на экране монитора (дисплея). Он лишь механически отображает заданные ему программой символы, линии и цвета при помощи устройств ввода-вывода. Человеческий же мозг пользователя сам признаёт в изображённом на экране его монитора образы, числа или слова и придаёт им те или иные смысловые значения. Таким образом, современный компьютер при помощи программного обеспечения способен принимать, хранить и осуществлять поиск информации, а также обрабатывать и выводить информацию на различные виды его устройств вывода. При помощи вычислений современный компьютер способен обрабатывать информацию по заранее определённой пользователем **алгоритму** (этот термин происходит от латинского слова "*algorithmi*" – "*система вычислений*") [1]). В настоящее время функция вычислений для компьютеров становится второстепенной и большинство современных компьютеров используется для обработки и управления информацией [3]. Заметим, что компьютерная информация в ЭВМ хранится в электронном виде в различных запоминающих устройствах, которые называются компьютерной памятью. Для длительного хранения информации используются постоянные носители компьютерной памяти, которые служат при вводе данных в компьютер и при выводе результатов его работы. Для хранения выполняемых в данный момент программ и промежуточных данных используется оперативная память компьютера, которая работает значительно быстрее постоянных носителей памяти. В компьютерной технике для обозначения двоичных цифр применяется термин **бит** – сокращение английского словосочетания "*двоичная цифра*" ("*binary digit*" – "*bit*"). Для передачи и хранения в ЭВМ информации применяются восьмибитовые коды – **байты** (*byte*). Существует 256 восьмибитовых чисел. Этого достаточно для кодирования всех заглавных и строчных букв всех национальных алфавитов, цифр, знаков препинания, символов и служебных кодов, используемых при передаче информации [3, 8]. Количество информации измеряют в байтах. Заметим, что в одном байте достаточно информации для представления одной буквы алфавита или двух десятичных цифр. Один килобайт (1 Кбайт) равен 1024 байт, один мегабайт (1 Мбайт) равен 1024 Кбайт = 1048576 байт, а один гигабайт (1 Гбайт) равен 1024 Мбайт = 1073741824 байт [3]. Современные носители информации имеют емкость до десятков гигабайт. Для эффективного решения с помощью компьютера указанных выше вычислительных задач разной сложности человечество преодолело на пути своего научно-технического прогресса многие трудности неудачи.

• **Архитектура компьютеров.** Способность цифровых ЭВМ к выполнению определённого изменяемого пользователем набора инструкций (программ) без необходимости физической переконфигурации вычислительной машины является фундаментальной особенностью современного компьютера. Эта особенность получила свое дальнейшее развитие тогда, когда вычислительные машины приобрели способность динамически управлять процессом выполнения заданной им программы. Это позволяет компьютеру самостоятельно изменять порядок выполнения инструкций (программ) в зависимости от состояния его данных. Во время выполнения вычислений на ЭВМ часто бывает необходимо сохранить промежуточные данные для их дальнейшего использования. Производительность многих компьютеров в значительной степени определяется скоростью, с ко-

торой они могут "читать" и "писать" значения данных в (из) памяти и её общей ёмкости [3]. Первоначально компьютерная память использовалась только для хранения промежуточных значений данных, но вскоре было предложено сохранять код программы в той же самой памяти, что и значения данных. Автором такого подхода оказался американский математик Джон фон Нейман (рис. 5), ставший одним из основоположников архитектуры современных компьютеров [3]. Кстати, термин архитектура происходит от греческого слова "*architektonikē*" – "*искусство проектировать и строить*" [1]). В этой связи под архитектурой ЭВМ принято понимать наиболее общие принципы построения и функционирования компьютеров. Отсюда и появилось в области технической кибернетики и вычислительной техники понятие "**архитектура фон Неймана**" (1946 год) [3, 8]. В соответствии с "архитектурой фон Неймана" в состав компьютера должны входить: 1) устройство, выполняющее арифметические и логические операции; 2) устройство управления; 3) запоминающее устройство; 4) внешние устройства для ввода-вывода данных обработки. Большинство современных компьютеров в целом соответствует указанным выше фундаментальным принципам Дж. фон Неймана [3, 8].



Рис. 5. Известный американский математик Джон фон Нейман (родился в Венгрии) – один из основоположников создания в мире архитектуры современных компьютеров [3]

Однако, арифметическо-логическое устройство и устройство управления, как правило, в современных ЭВМ объединены в центральный процессор – вычислительный "мозг" электронной машины. Удачное техническое решение Дж. фон Неймана используется и сегодня в большинстве компьютерных систем. Тем не менее, для управляющих электронных контроллеров (по сути микро-ЭВМ) более удобной оказалась схема, при которой значения обрабатываемых данных и программы хранятся в различных разделах (частях) памяти компьютера ("**гарвардская архитектура**") [3, 8].

• **Классификация компьютеров.** Остановимся на принятом подходе к вопросу классификации ЭВМ, изложенном в [3]. Современные компьютеры согласно информационным данным из [3, 8] различают:

- **По типу системы обработки потока поступающих данных**, включающему: а) цифровую систему; б) аналоговую систему.
- **По системам счисления**, включающим: в) двоичную; г) троичную; д) четверичную; е) десятичную.
- **По элементной базе**, включающей: ж) релейную; з) ламповую; и) феррит-диодную; к) транзисторную дискретную; л) транзисторную интегральную.
- **По назначению**, содержащему: м) калькулятор; н) миникомпьютер; о) мэйнфрейм (большой компьютер); п) стационарный персональный компьютер; р) ноутбук; с) карманный компьютер; т) коммуникатор; у) смартфон; ф) надеваемый компьютер; х) планшетный компьютер; ц) сервер; ч) суперкомпьютер.

Для наглядности и лучшего представления рассматриваемой техники укажем далее изображения и основные свойства ряда приведенных типов компьютеров. На рис. 6 приведен общий вид современного миникомпьютера Wibrain B1 UMPC, работающего на процессоре с низким потреблением энергии Intel Pentium или VIA C7-M при частоте около 1 ГГц [8]. На рис. 7 показан внешний вид современного большого американского компьютера (мейнфрейма) IBM System z9 (модель 2004 года) [9]. **Мейнфрейм** является большой высокопроизводительной универсальной ЭВМ со значительным объемом оперативной и внешней памяти, предназначенной для организации централизованных хранилищ компьютерных данных большой ёмкости и оперативного выполнения высокообъемных вычислительных работ разного рода [9].



Рис. 6. Внешний вид современного миникомпьютера (ультрамобильного компьютера) Wibrain B1 UMPC [8]



Рис. 7. Общий вид мейнфрейма IBM System z9 (модель 2004), выпускаемого американской корпорацией IBM [9]

История мейнфреймов начинается с появления в США в 1964 году универсальной компьютерной системы типа IBM System/360, на разработку которой корпорация IBM затратила около 5 миллиардов долларов. Термин "мейнфрейм" происходит от названия типовых процессорных стоек этой системы. Клоны IBM System/360 выпускались во многих странах мира, в том числе и в СССР (вспомним компьютеры серии ЕС ЭВМ) [9]. На данный момент мейнфреймы американской корпорации IBM занимают доминирующее положение на мировом рынке подобных ЭВМ. Мейнфреймы IBM используются в более чем 25 000 организаций по всему миру [9]. Сейчас в России этих ЭВМ функционирует до 7000. Около 70 % всех важных бизнес-данных обрабатывается на мейнфреймах.

На рис. 8 изображен внешний вид переносимого персонального компьютера – **ноутбука**. Этот вид компактного компьютера содержит все необходимые компоненты (в том числе и монитор) в одном небольшом корпусе, складывающемся в виде книги (отсюда произошло и название данного вида персональной ЭВМ) [10]. Подключая к ноутбуку внешние клавиатуру, мышь, монитор, звуковые колонки, модемы, игровые устройства и иные внешние устройства, ноутбук можно превратить в настольный компьютер.



Рис. 8. Внешний вид ноутбука Acer Aspire 8920 [10]

Для достижения малых размеров в ноутбуках применяются специальные технологии: разработанные для них специализированные интегральные микросхемы (типа ASIC), запоминающие устройства и жесткие диски уменьшенных габаритов, компактная клавиатура, не содержащая цифрового поля, внешние блоки питания и минимум интерфейсных гнезд для подключения внешних устройств. Ноутбуки содержат развитые средства подключения к проводным и беспроводным сетям, встроенное мультимедийное оборудование (например, динамики, микрофон и веб-камеру). В последнее время вычислительная мощность и функциональность ноутбуков не сильно уступают их старшим "собратьям" – стационарным персональным компьютерам, а иногда и превосходит их.

На рис. 9 представлены внешние виды современного **карманного компьютера** ("личного цифрового секретаря") O2 XDA Iii и Acer 10 [10].



Рис. 9. Внешний вид современных карманных компьютеров O2 XDA Iii (а) и Acer 10 (б) (2009 год) [10]

Отметим, что идея карманного компьютера ("наладонника") сформировалась в 1990-е годы. Предназначен он для чтения пользователем книг, словарей, энциклопедий, а также электронной почты, веб-страниц, журналов и иных документов в разных текстовых форматах. Этот компьютер особенно эффективен при наличии модуля GPS (глобальной системы позиционирования) и ряда специальных компьютерных программ для планирования различных маршрутов на местности. Управление им, как правило, происходит с помощью небольшого по размерам и разрешению экрана, чувствительного к нажатию пальца или специальной палочки-указки – стилуса (клавиатура и мышь отсутствуют).

После презентации аппаратно-программной платформы Microsoft Tablet PC в ноябре 2002 года в мире оформилась новая разновидность ноутбуков, получившая название **планшетного персонального компьютера** (рис. 10) [10]. Они оборудованы сенсорным экраном и позволяют работать при помощи стилуса или пальцев как с использованием, так и без использования клавиатуры и мыши. Главной отличительной особенностью данного семейства персональ-

ных компьютеров являются их аппаратная совместимость с IBM PC-компьютерами и установленные на них полноценные операционные системы (например, Windows XP Tablet PC Edition и Windows 7) [10, 11].



Рис. 10. Внешний вид современного планшетного ноутбука Toshiba 3500 (2008 год) [10]

С 2010 года после выпуска в США планшетника Apple iPad (рис. 11) широкое распространение получили интернет-планшеты, совмещающие в себе качества ноутбука и смартфона. Этот тип планшетных компьютеров с диагональю экрана от 4 до 11 дюймов имеет возможность быть постоянно подключенным к сети Интернет через средства беспроводного интернет-соединения Wi-Fi или 3G/4G. Для управления интернет-планшетом используется сенсорный экран, откликающийся на нажатие пальцев руки без использования физической клавиатуры и мыши. **Интернет-планшеты** удобно использовать для веб-серфинга (просмотра ряда веб-сайтов и веб-страниц), запуска веб-приложений и взаимодействия с веб-службами.



Рис. 11. Внешний вид современного интернет-планшета Apple iPad (2010 год) [10]

Суперкомпьютерами называются стационарные цифровые ЭВМ с наибольшими объемами памяти, находящиеся на пике доступных на сегодня вычислительных мощностей, особенно в области математических операций с числами [11]. Современные **суперкомпьютеры** используются для моделирования сложных физических и биологических процессов (например, для моделирования ядерных реакций, климатических изменений на Земле, процессов в живой клетке и человеческом организме). По вычислительной мощности суперкомпьютеры превосходят мейнфреймы (см. рис. 7), для которых производительность исчисляется в десятки миллионов операций в секунду, а время наработки на отказ составляет ~15 лет [11, 12].

• **Стационарный персональный компьютер.** Весь спектр современных вычислительных систем можно разделить на три больших класса: микрокомпьютеры (микрокомпьютеры), мейнфреймы и суперкомпьютеры

[12, 13]. Основными признаками микрокомпьютеров (микрокомпьютеров) является шинная организация их систем, высокая стандартизация аппаратных и программных средств и высокая ориентация на широкий круг потребителей. Микрокомпьютер или стационарный (настольный – "**desktop**") персональный компьютер появился в середине 1970-х годов [11]. Он стал компьютером, предназначенным для эксплуатации одним пользователем, то есть для личного использования. Подавляющее большинство людей сейчас используют в качестве персональной ЭВМ настольные и различные переносные компьютеры (см. рис. 6, 8-11). Несмотря на то, что изначально этот компьютер был создан как вычислительная машина, в настоящее время он используется часто как средство доступа в информационные сети и как платформа для компьютерных игр. На рис. 12 приведено схематическое изображение основных составных частей современного настольного персонального компьютера. К такому типу компьютера с указанными на рис. 12 его частями разработчики вычислительной техники пришли не сразу.

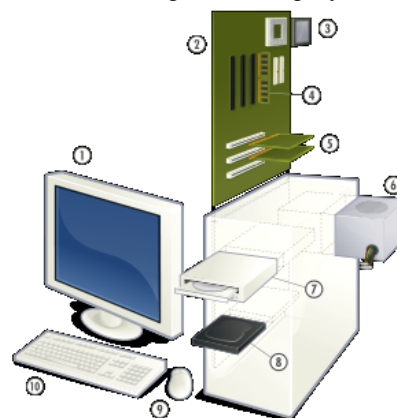


Рис. 12. Основные составные части типичного современного стационарного персонального компьютера (1 – жидкокристаллический монитор; 2 – материнская плата; 3 – центральный процессор; 4 – оперативная память; 5 – карты расширений; 6 – блок питания; 7 – оптический привод; 8 – жесткий диск; 9 – мышь компьютера; 10 – клавиатура) [12]

Для этого понадобились огромные интеллектуальные и финансовые ресурсы и многие годы напряженной работы передовых фирм мира, занимавшихся компьютерной техникой. Остановимся ниже на основных вехах этого важного научно-технического пути. В 1975 году Билл Гейтс и Пол Аллен решили написать интерпретатор программного языка Basic для компьютера типа Altair-8800 и основали компанию Microsoft (США), специализировавшуюся на разработке программного обеспечения для компьютеров [8]. В 1976 году начался кустарный выпуск стационарного персонального компьютера Apple I (рис. 13), послужившего предтечей развития одного из современных производителей персональных компьютеров – американской корпорации Apple Computer [11].



Рис. 13. Один из первых стационарных персональных компьютеров Apple I (1976 год) [11]

В июне 1977 года первый серийно выпускавшийся американской компанией Apple Computer (была основана 1 апреля 1976 года Стивом Джобсом и Стивом Возняком) персональный компьютер Apple II (рис. 14) предложил пользователям интегрированную клавиатуру, цветную графику, звук, пластиковый корпус и восемь слотов расширения своей памяти [8].



Рис. 14. Американский стационарный персональный компьютер Apple II, явившийся в конце 1970-х годов одним из лучших в мире персональных компьютеров [11]

Компьютер Apple II положил начало настоящей революции в области персональных компьютеров. Это была цифровая вычислительная машина для широких народных масс, а не только для инженеров и учёных. 12 августа 1981 года американская фирма IBM представила широкой публике первую модель своего персонального компьютера IBM PC 5150 (рис. 15), ставшую фактическим родоначальником современных персональных компьютеров. К 1983 году компьютер марки IBM PC стал мировым стандартом для персональных компьютеров. Отметим, что сейчас именно эти компьютеры и составляют значительную часть от всех производимых мировым сообществом стационарных персональных компьютеров. Раздельная схема построения персонального компьютера, содержащая системный блок и подключаемые к нему через интерфейсные кабели и стандартные интерфейсы (например, USB) разнообразные самостоятельные устройства (например, монитор, клавиатуру, мышь, звуковые колонки, веб-камеру, принтер, сканер и др.), было исторически самой первой. Она до сих пор остается самой распространенной в мире схемой сборки стационарных персональных компьютеров [8].



Рис. 15. Американский стационарный персональный компьютер IBM PC 5150 (1981 год), ставший основой для всех современных настольных микрокомпьютеров [11]

В 1983 году на смену персональному компьютеру IBM PC пришёл компьютер IBM PC/XT, включавший в себя уже жесткий диск. В январе 1984 года произошло "рождение" первого успешного серийно выпускаемого персонального компьютера с настольным манипулятором типа "мышь", которая была изобретена в 1963 году Дугласом Энгельбартом, и полностью

графическим интерфейсом. Данный компьютер был назван компанией Apple как Macintosh (рис. 16) [11].



Рис. 16. Общий вид первой модели персонального компьютера Macintosh 128k (компания Apple, 1984 год) [11]

В начале 1980-х годов наиболее популярны были язык программирования Basic (для "чайников"), текстовый редактор WordStar (назначения "горячих" клавиш которого используются нами и до сих пор) и табличный процессор VisiCalc, переросший к настоящему времени в "гиганта" под названием Excel [11]. Деловой мир убедился, что покупать компьютеры стало выгодно. С их помощью можно было значительно эффективнее выполнять бухгалтерские расчёты, составлять документы и выполнять другие виды работ. В результате оказалось, что для многих организаций необходимые им расчёты можно было уже выполнять не на больших ЭВМ (мейнфреймах), а на персональных компьютерах. Причем, такой коммерческий подход к выбору ЭВМ был значительно дешевле. Потребительский спрос на этот вид компьютеров возрос. В 1984 году американская компания Amiga Corporation в лице Эрджи Майкла и Дэйва Морса устроила демонстрацию первого в мире персонального мультимедийного компьютера Amiga 1000 (рис. 17).



Рис. 17. Внешний вид стационарного персонального компьютера Amiga 1000 (1984 год) [11]

В 1990 году фирма Microsoft выпустила системный программный продукт для персональных компьютеров, названный Windows 3.0. В этом же году английский программист Тим Бернерс-Ли разработал язык HTML (Hypertext Markup Language), ставший языком разметки гипертекстов и основным форматом Web-документов) и прототип Всемирной "компьютерной паутины" [12]. В 1992 году начался выпуск популярного домашнего компьютера Amiga 1200. В 1993 году фирма Intel выпустила 64-х разрядный микропроцессор Pentium, который состоял из 3,1 миллиона транзисторов и мог выполнять 112 миллионов операций в секунду [11]. В 1995 году компания NEC объявила о завершении разработок первого в мире кристалла с объемом памяти в 1 Гбайт. В том же году благодаря усилиям фирмы Microsoft появилась новая операционная система Windows 95. В 1996 году фирма Microsoft для программного обеспечения персональных компьютеров выпустила Internet Explorer 3.0, ставшего достаточно серьезным конкурентом Netscape Navigator [11]. В 1997 году фирма Apple выпустила операционную систему Macintosh OS 8. История

домашних микрокомпьютеров в СССР в целом мало чем отличается от истории их развития в США, Западной Европе и Юго-Восточной Азии. Укажем, что уже в конце 1980-х годов в СССР появились клоны популярного английского 8-ми разрядного компьютера ZX Spectrum. В 1990-е годы в СССР достаточно широкое распространение получил 16-ти разрядный IBM-совместимый компьютер "Поиск". Выпускались и другие домашние компьютеры, совместимые с IBM-машинами. Например, "Ассистент-128" и "Электроника МС 1504" (рис. 18) [11]. Эти микрокомпьютеры сыграли свою положительную роль во внедрении персональных компьютеров в быт и производство.



Рис. 18. Общий вид стационарного персонального компьютера "Электроника МС 1504" (1990 год) [11]

На рис. 19 показан общий вид современного настольного персонального компьютера раздельной сборки с дисплеем электронно-лучевого исполнения.



Рис. 19. Внешний вид современного стационарного персонального компьютера (1 – принтер; 2 – монитор; 3 – клавиатура; 4 – компьютерная мышь; системный блок башенного типа установлен справа внизу рабочего стола) [14]

Отметим, что в 2005 году по данным аналитической компании IDC мировые поставки персональных компьютеров составили 202,7 миллионов штук (рост продаж по сравнению с 2004 годом составил 15,8 %) [10, 11]. В 2007 году продажи персональных компьютеров в мире по данным той же компании IDC составили уже 269 миллионов штук (рост по сравнению с предыдущим годом на 14,3 %). Лидером по продажам таких компьютеров стала тогда американская компания Hewlett-Packard (около 18,2 % всех поставок) [10]. В 2008 году продажи персональных компьютеров в мире составили 291 миллион штук, а в 2009 году – 308,3 миллионов штук. Приведенные данные свидетельствуют о непрерывном росте компьютеризации человеческого общества и об усилении роли цифрового компьютера в нашем развивающемся социуме.

• **Аналоговый компьютер.** Аналоговая вычислительная машина (АВМ) в отличие от цифровой машины представляет в своих электронных и иных цепях числовые данные при помощи аналоговых физических переменных (например, скорости, длины, напряжения, тока, давления и др.) [15]. В этом и состоит главное отличие АВМ от цифрового компьютера. К созданию АВМ электронного и иного видов человечество шло не одно столетие. Укажем наиболее значимые

достижения землян на этом долгом и трудном научно-техническом пути. Одним из самых древних на Земле аналоговых приборов считается антикитерский механизм (рис. 20) – механическое устройство, обнаруженное европейскими археологами в 1902 году на затонувшем в море древнем судне недалеко от греческого острова Антикитера [15]. Принято считать, что астрологи и астрономы пользовались аналоговым прибором "астролябия" (рис. 21) с 4-го века до н. э. вплоть до 19-го века нашей эры. Данный механический прибор использовался для определения положения звезд на небосклоне и вычисления продолжительности дня и ночи. Современным потомком астролябии является планисфера – подвижная карта звёздного неба, используемая в учебных целях.



Рис. 20. Внешний вид древнего антикитерского механизма, являющегося аналоговым прибором (около 100 года до н. э., Национальный археологический музей, г. Афины) [15]

Логарифмическую линейку, изобретенную английским математиком Уильямом Отредом (1654 год), можно считать первым аналоговым вычислительным прибором [3, 15]. В 1814 году английский учёный Дж. Герман создал планиметр. Это было аналоговое устройство, предназначенное для нахождения площади, ограниченной замкнутой кривой на плоскости [15].

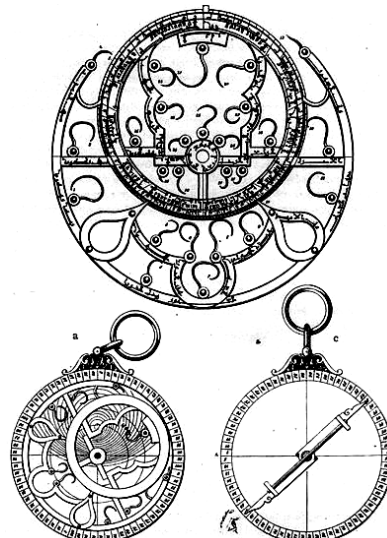


Рис. 21. Общие виды древних астролябий, применявшихся землянами в астрономии (около 1208 года, Персия) [15]

В 1878 году польским математиком Абданк-Абакановичем была разработана теория интеграфа – аналогового интегрирующего устройства, позволяющего получать значение интеграла от произвольной функции, изображённой на плоском графике [15]. В 1904 году известный российский корабельный инженер и математик А.Н. Крылов (в 1916 году он был избран действительным членом Российской академии

наук [6]) изобрел первую модель механической вычислительной машины, решающей дифференциальные уравнения [15]. Эта машина применялась им при проектировании морских кораблей. В 1930 году Ван-невэр Буш (США) создал механическую интегрирующую машину, применявшуюся при расчёте траектории стрельбы для корабельных орудий. 1935 год ознаменовался выпуском первой советской электродинамической счётно-аналитической машины САМ (модель Т-1) [15]. Для этой машины были разработаны механический интегратор и электрический расчётный стол с целью определения стационарных режимов электроэнергетических систем. В период 1942-1944 гг. специалистами США был создан операционный усилитель постоянного тока, имеющий достаточно высокий коэффициент усиления. Это дало возможность конструировать аналоговые компьютеры (рис. 22) на постоянном токе без движущихся частей.

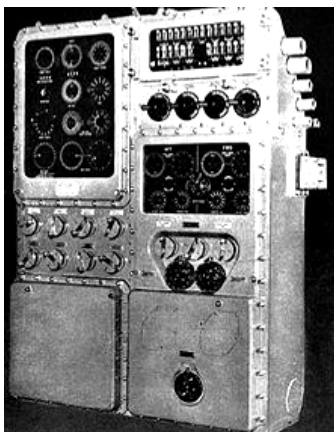


Рис. 22. Американский электронный аналоговый компьютер US Navy Mk III Torpedo Data Computer для управления торпедным огнём подлодок, использовавшийся субмаринами США во время Второй мировой войны (1944 год) [15]

Другим примером использования аналоговых приборов в военных целях может служить аналоговый механизм прицеливания американского бомбового прицела "Norden" (рис. 23) для бомбардировщиков периода Второй мировой войны (1939-1945 гг.) [15].



Рис. 23. Музейная модель серийно выпускавшегося аналогового бомбового прицела "Norden" (США, 1944 год) [15]

В период 1945-1946 гг. в СССР под руководством ученого-электронщика Л.И. Гутенмахера были изобретены первые электронные аналоговые машины с повторением решения моделируемой на АВМ задачи [15]. К концу 1949 года советскими специалистами был изобретён ряд эффективных **электронных АВМ** на постоянном токе, что фактически и положило начало развитию аналоговой вычислительной техники в СССР. В 1958 году американский ученый Фрэнк Розенблатт разработал первый нейрокомпьютер "Марк-1", который не являлся полностью аналоговым устройством,

а скорее относился к гибридным электронным системам [15]. Начиная с 1960-х годов, аналоговые компьютеры имели большой успех и стали повседневным научным инструментом ученых ведущих стран мира для решения ими специфических прикладных задач в различных областях науки и техники. В СССР расцвет электронных аналоговых компьютеров с их серийным выпуском в достаточно больших объемах пришёлся на 1970-е годы. На рис. 24 приведен фрагмент американской электронной АВМ типа МОНАИ, используемой при создании самолетов [15].



Рис. 24. Электронный аналоговый компьютер МОНАИ, созданный авиастроительной компанией "Боинг" для решения различных аэродинамических задач (США, 1953 год) [15]

На рис. 25. показан внешний вид американской электронной АВМ "Newmark" (1960 год), использовавшейся для вычисления дифференциальных уравнений. В настоящее время эта АВМ находится в Кембриджском технологическом музее [15].



Рис. 25. Общий вид американской электронной АВМ "Newmark" (1960 год), применявшейся при решении различных прикладных задач математической физики [15]

- **Классификация АВМ.** Следует отметить, что все АВМ можно разделить на две основные группы [15]: 1) специализированные, предназначенные для решения заданного весьма узкого класса задач; 2) универсальные, предназначенные для решения широкого спектра задач. В зависимости от типа рабочего тела все созданные в мире АВМ подразделяются на [15]:
 - **Механические машины,** в которых машинные переменные воспроизводятся механическими перемещениями ее элементов. Основными достоинствами механических АВМ являются высокая надежность и обратимость, позволяющие воспроизводить большинство прямых и обратных математических операций. Этот вид АВМ применяют, в основном, при построении высоконадежных вычислительных устройств применительно к сложной технике (см. рис. 23).
 - **Пневматические машины,** в которых переменные представляются в виде величин давления воздуха (га-

за) в различных точках специально построенной сети. Основными элементами такого вида АВМ являются дроссели, емкости (камеры) и мембраны. Механические дроссели играют роль сопротивлений. Пневматические емкости представляют из себя глухие или проточные камеры, давление в которых вследствие сжимаемости воздуха растет по мере их наполнения данным газом. Мембраны используются для преобразования давления воздуха. Такие АВМ отличаются значительными погрешностями. Поэтому их применяют там, где нельзя использовать другие виды вычислительных машин: во взрывоопасных средах, в средах с высокими температурами и в автоматических системах промышленного химического производства.

- *Гидравлические машины*, в которых переменные воспроизводятся в виде величин давления жидкости.

- *Электронные машины*, в которых переменные представляются электрическим напряжением постоянного тока. Этот вид АВМ (см. рис. 22, 24 и 25) получил достаточно широкое распространение в связи с высокой надежностью, большим быстродействием, удобством в управлении и получении результатов.

На рис. 26 показан общий вид электронной АВМ СССР с контрольно-измерительной аппаратурой, наборными полями, блоками суммирования (сумматорами), блоками интегрирования (интеграторами) и блоками дифференцирования (дифференциаторами).



Рис. 26. Внешний вид советской электронной АВМ (1978 год) с различными наборными полями и блоками [15]

Укажем, что при работе электронного аналогового компьютера имитируется процесс вычисления требуемой величины. При этом технические характеристики, представляющие цифровые данные для исходной величины, в ходе времени постоянно меняются. Результатом работы такого аналогового компьютера являются либо графики, изображенные на бумажной ленте или на экране осциллографа, либо электрические сигналы, которые используются для контроля соответствующего процесса или работы того или иного механизма. Эти компьютеры хорошо приспособлены для осуществления автоматического контроля над производственными процессами. Обусловлено это тем, что они моментально реагируют на различные изменения во входных данных. Такого рода компьютеры широко используются и в научных исследованиях. Особенно там, где относительно недорогие электрические устройства способны имитировать изучаемые физические процессы. На рис. 27 представлен общий вид *электронной АВМ "АКАТ-1"* (Польша, 1985 год) из нашего недалекого прошлого, успешно послужившей интересам науки и техники [15].



Рис. 27. Внешний вид польского электронного аналогового компьютера "АКАТ-1" (1985 год) с наборными полями и электронно-лучевой трубкой для регистрации результатов электронного моделирования решаемой задачи [15]

4. ИЗОБРЕТЕНИЕ МИРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ ИНТЕРНЕТ

По мере создания в мире высокоэффективных персональных компьютеров в больших количествах появилось глобальное информационное пространство, именуемое "Всемирной паутиной" (World Wide Web, WWW) [16]. Физической основой такого нового веб-пространства стала всемирная система объединенных компьютерных сетей, построенная на базе протоколов IP и маршрутизации IP-пакетов. К середине 2008 года число пользователей, регулярно использующих всемирную глобальную информационную сеть (*Интернет*), составило около 1,5 миллиардов человек (около четверти населения Земли) [16]. В настоящее время Интернет вместе с подключенными к нему компьютерами служит технической основой для дальнейшего развития информационного человеческого общества на нашей планете. А началось все в области информационной сети Интернет с заказа в 1957 году Агентства США по перспективным оборонным научно-исследовательским разработкам, направленного на создание надежной системы передачи информации американского военного ведомства Пентагона на основе компьютерной сети. Разработка такой сети была поручена Калифорнийскому университету (г. Лос-Анджелес), Стэнфордскому исследовательскому центру, университету г. Юта и университету г. Санта-Барбара в штате Калифорния. Данная компьютерная сеть была названа ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) [16]. В 1969 году в рамках проекта эта компьютерная сеть объединила четыре указанных научных учреждения США. Первый сервер (этот технический термин происходит от английского слова "server" – "компьютерное устройство, осуществляющее диспетчерские и управляющие функции" [1]) в сети ARPANET был установлен 2 сентября 1969 года в Калифорнийском университете (г. Лос-Анджелес). К 1971 году была разработана первая программа для отправки электронной почты по компьютерной сети. В 1973 году к сети ARPANET через трансатлантический телефонный кабель были подключены первые иностранные организации из Великобритании и Норвегии [16]. Так данная компьютерная сеть стала международной. 1 января 1983 года сеть ARPANET в своей работе перешла с протокола NCP на TCP/IP, который успешно применяется и до сих пор. Именно в 1983 году термин Интернет закрепился за компьютерной сетью ARPANET. В 1984 году Национальный научный фонд США основал новую обширную межуниверситетскую компьютерную сеть NSFNet (National Science Foundation Network) [16]. За год к этой сети подключи-

