

# МЕТРОЛОГИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ

## ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ СВЯЗИ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ПРОЦЕССЕ РАЗВИТИЯ

*Б.П. Хромой, профессор кафедры «Метрология, стандартизация и измерения в инфокоммуникациях» МТУСИ, д.т.н., P\_khromoy@rambler.ru*

**УДК 621.396**

**Аннотация.** Раскрыто существенное влияние технических достижений техники связи на развитие вычислительных машин. Рассмотрены различные примеры взаимного развития технического прогресса в связи и в вычислительной технике, в частности: использование электронных ламп, разработанных для решения задач связи с целью создания вычислительных машин; двоичная система счисления и запоминающие устройства для хранения данных; изобретение телеграфного кода, появившегося задолго до появления электрических вычислительных машин и др. Это свидетельствует о дальнейшем развитии приемов, используемых в связи на основе достижения вычислительной техники.

Далее в статье рассматриваются другие факты влияния развития компьютерной техники на технику связи, в том числе на запись звука и изображения, отображение изображения на плоском экране, создание смартфона.

**Ключевые слова:** телеграфный код; Двоичный код; запоминающие устройства; Цифровое телевидение; дискета; флеш-память; жесткий диск; оперативная память; видеоадаптер; интерфейс; монитор.

## MUTUAL INFLUENCE OF COMMUNICATION AND COMPUTER ENGINEERING IN THE DEVELOPMENT PROCESS

*Boris Khromoy, professor of the "Metrology, standardization and measurements in infocommunications" department MTUCI, doctor of technical sciences*

**Annotation.** The significant influence of technical achievements of communication technology on the development of computers has been revealed. Various examples of the mutual development of technological progress in communication and in computer technology are considered, in particular: the use of electron tubes designed to solve communication problems with the goal of creating computers; binary number system and storage devices for data storage; the invention of a telegraph code that appeared long before the advent of electric computers, etc. This indicates the further development of techniques used in communication on the basis of the achievement of computer technology.

Further in the article other facts of the influence of the computer technology development on communication technology are considered, including sound and images recording, displaying an image on a flat screen, creating a Smartphone.

**Keywords:** the telegraph code; binary code; memory devices; digital television; diskette; flash memory; HDD; RAM; video adapter; interface; monitor.

Впервые о влиянии техники связи на развитие вычислительных машин в своих научных публикациях отметил Н. Винер, который считается основателем современной кибернетики. Н. Винер связывал с техникой связи развитие теории управления, прикладной математики и вычислительных машин. Известно, что Н. Винер уделял внимание разработке вычислительных машин для решения дифференциальных уравнений в частных производных. Главной была проблема представления функций многих переменных. Н. Винер пишет: «Я был убежден также, что процесс развертки, применяемый в телевидении, дает ответ на этот вопрос и что в

действительности телевидение принесет технике больше пользы именно созданием таких новых процессов, чем само по себе, как особая отрасль».

Далее Н. Винер излагает требования к разработке вычислительных машин:

- центральные суммирующие и множительные устройства должны быть цифровыми;
- эти устройства, являющиеся, по сути переключателями, должны состоять из электронных ламп;
- должна использоваться более экономичная двоичная, а не десятичная система счисления;
- последовательность действия должна планироваться самой машиной. Все логические операции должна выполнять сама машина;
- машина должна содержать устройство для запаса данных. Это устройство должно быстро их записывать, надежно хранить до стирания, быстро считывать.

Очевидно, что основная часть перечисленных положений, сформулированных применительно к вычислительным машинам, вытекает из опыта и известных в то время перспективных решений в технике связи. Это и электронные лампы, разработанные для решения задач связи, это и двоичная система счисления, это и запоминающие устройства для хранения данных.

Вопросы, затронутые Н. Винером, заслуживают более детального изучения в историческом аспекте. Целесообразно начать рассмотрение положений, выдвинутых Н. Винером с утверждения о целесообразности применения в вычислительных машинах более экономичной двоичной, а не десятичной системы счисления.

Представление информации в двоичной системе использовалось человеком с давних времен. Так, жители островов Полинезии передавали необходимую информацию при помощи барабанов: чередование звонких и глухих ударов. Звук над поверхностью воды распространялся на достаточно большое расстояние, таким образом «работал» полинезийский телеграф.

В первой половине XIX века была открыта связь между электрическими и магнитными явлениями, что позволило создать телеграф на основе передачи электрических сигналов по линиям связи. Двоичная система счисления начала впервые применяться в телеграфном аппарате С. Морзе, который запатентовал его в США в 1837 г. Большой заслугой Морзе является изобретение телеграфного кода, где буквы алфавита были представлены комбинацией точек и тире (код Морзе). Современный вариант международного «кода Морзе» (InternationalMorse) появился сравнительно недавно – в 1939 г., когда была проведена его последняя корректировка.

В телеграфе Морзе точки и тире – это послышки, отличающиеся друг от друга только длительностью и, разделенные между собой паузами. Разными комбинациями точек и тире были образованы все буквы латинского алфавита, цифры, знаки препинания и раздела. С этих пор телеграфией называется область электросвязи, занимающаяся передачей дискретных сообщений (Л.1). Дискретные сообщения представляют собой последовательности символов (буквы, цифры, знаки и т.п.). Для передачи символов по каналам связи используют дискретные электрические сигналы, т.е. сигнал, в котором регистрируется конечное число значений его параметров, например, напряжений. Каждому символу ставится в соответствие определенная комбинация сигналов. Систему соответствий между символами алфавита сообщений и дискретными сигналами называют кодом. Совокупность дискретных сигналов, соответствующих определенному символу, называется кодовой комбинацией. Символы алфавита могут быть пронумерованы натуральным рядом чисел, например, а=1, б=2, в=3.... Каждое число удобно представить в двоичной форме, т.е. а – 001, б – 010, в – 011, ... . Удобство представления чисел в двоичной форме состоит в том, что логическим "1" и "0" легко поставить в соответствие простые электрические сигналы. Например, "1" может быть поставлена в

соответствие токовая (положительная) посылка", а "0" – бестоковая, или отрицательная посылка. Таким образом, термины: двоичная система, код, кодовая комбинация были определяющими в телеграфии задолго до появления электрических вычислительных машин.

Опыт, накопленный в технике связи, был использован для кодирования информации в компьютере. В вычислительной технике существует своя система кодирования – она называется двоичным кодированием и основана на представлении данных последовательностью всего двух знаков: 0 и 1. Эти знаки называются двоичными цифрами, по-английски – binarydigit или сокращенно bit (бит). Одним битом могут быть выражены два понятия: 0 или 1 (да или нет, черное или белое, истина или ложь и т.п.). Недостаток двоичного кодирования – длинные коды. Но в компьютере легче иметь дело с большим числом простых однотипных элементов, чем с небольшим числом сложных.

Кодирование в вычислительной технике существенно отличается от кодирования в телеграфии. Существуют разные способы кодирования и декодирования информации в компьютере. Это зависит от вида информации: текст, число, графическое изображение или звук. Решение этих задач вызвало существенное развитие техники кодирования и декодирования информации, по сравнению с телеграфией. Так, например, передача цифр по телеграфной линии ничем не отличается от передачи текста. Иначе обстоит дело с вводом цифр в компьютер. Цифра вводится в компьютер с помощью клавиши, однако в первом случае она должна быть отражена на экране, как отображается любая буква алфавита, во втором случае она должна использоваться в вычислениях.

При нажатии клавиши клавиатуры осуществляется кодирование текстовой информации. Сигнал посылается в компьютер в виде двоичного числа, которое хранится в кодовой таблице. Кодовая таблица – это внутреннее представление символов в компьютере. В качестве стандарта в мире принята таблица ASCII (AmericanStandartCodeforInformationInterchange – Американский стандартный код для обмена информацией). Для хранения двоичного кода одного символа выделен 1 байт=8 бит. Так как 1 бит принимает значение 0 или 1, то с помощью одного байта можно закодировать  $2^8=256$  различных символов, т.к. именно столько различных кодовых комбинаций можно составить.

Эти комбинации и составляют таблицу ASCII. Например, буква S имеет код 01010011; при нажатии ее на клавиатуре происходит декодирование двоичного кода и по нему строится изображение символа на экране монитора. Стандарт ASCII определяет первые 128 символов: цифры, буквы латинского алфавита, управляющие символы. Вторая половина кодовой таблицы не определена американским стандартом и предназначена для национальных символов, псевдографических и некоторых нематематических символов. В разных странах могут использоваться различные варианты второй половины кодовой таблицы. Цифры кодируются по этому стандарту при вводе-выводе и, если они встречаются в тексте. Если они участвуют в вычислениях, то осуществляется их преобразование в другой двоичный код.

Графический объект в компьютере может быть представлен как растровое или векторное изображение. От этого зависит и способ кодирования. Растровое изображение представляет собой совокупность точек, называемых пикселями (pixel, от англ. pictureelement) различного цвета. Объем растрового изображения равен произведению количества точек на информационный объем одной точки, который зависит от количества возможных цветов. Для черно-белого изображения (без полутонов) пиксел может принимать только два значения: белый и черный (светится – не светится), а для его кодирования достаточно одного бита памяти: 1 – белый, 0 – черный.

Пиксел на цветном дисплее может иметь различную окраску, поэтому одного бита на пиксел недостаточно. Для кодирования 4х-цветного изображения требуются два бита на пиксел, поскольку два бита могут принимать четыре различных состояния. Для изображения пиксела в 8 цветах необходимо – 3 бита; для 16 цветов – 4 бита; для 256 цветов – 8 битов (1 байт). Различные цвета получаются из трех основных –красного (Red), зеленого (Green), синего

(Blue), следует отметить, что основные принципы формирования как черно-белого, так и цветного растрового изображения в компьютере основаны на достижениях телевидения.

На компьютере работать со звуковыми файлами начали в 90-х гг. В основе цифрового кодирования звука лежит процесс дискретизации аналогового электрического сигнала. Это производится с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП), размещенного на звуковой плате. Непрерывная зависимость амплитуды сигнала от времени заменяется дискретной последовательностью уровней громкости. Современные 16-битные звуковые карты кодируют 65536 различных уровней громкости или 16-битную глубину звука (каждому значению амплитуды звука сигнала присваивается 16-битный код). Качество кодирования звука зависит от количества учтенных уровней звука и частоты дискретизации.

Теоретические и технические основы аналого-цифрового и обратного цифро-аналогового преобразования звукового сигнала были заложены в области связи. Однако, решение задачи хранения цифровой звуковой информации и её обработки связаны с развитием компьютеров.

Звуковая плата современного компьютера имеет вход, на который подается аналоговый звуковой сигнал. Этот сигнал подвергается преобразованию в АЦП и далее в цифровом виде обрабатывается с помощью программ, размещенных на компьютере. Обработанный сигнал может быть сохранен в цифровом виде на соответствующих устройствах памяти, а также может быть возвращен на звуковую плату, подвергнут цифроаналоговому преобразованию (ЦАП) и поступить на аналоговый выход. С помощью звуковоспроизводящего преобразователя (динамика) образуется акустический сигнал.

Таким образом, любой пользователь компьютера, может с помощью современных программ, осуществить самостоятельно необходимую обработку звукового сигнала. Следует отметить, что в технике связи преобразования АЦП и ЦАП осуществлялась в профессиональной аппаратуре каналов связи и обработка цифрового сигнала обычному потребителю была недоступна.

Перечисленные сведения позволяют сделать вывод о высокой эффективности кодирования информации с применением двоичной системы счисления. Однако остается открытым вопрос об экономичности применения двоичной системы. Действительно, для отображения конкретного числа в двоичной системе, необходимо применить значительно большее количество символов, чем, например, в десятичной. Применение двоичной системы в телеграфном аппарате С. Морзе было вынужденным, поскольку исполнительное устройство – электромагнитное реле, имело всего два устойчивых состояния. Однако дальнейшее развитие техники связи, приведшее к изобретению радиотелеграфии, выявило необходимость запоминания информации.

Для запоминания информации необходимо устройство с несколькими устойчивыми состояниями. Наиболее простым является устройство с двумя устойчивыми состояниями. Его роль на ранних этапах развития связи могло выполнить электромагнитное реле и магнитный сердечник. Однако важным этапом в развитии запоминающих устройств явилось изобретение катодной лампы. В 1916 г. М.А. Бонч-Бруевич изготовил первую в России катодную лампу. А в 1917 г. он опубликовал работу «Применение катодных реле в радиотелеграфном приёме». Под катодным реле понималось устройство, состоящее из двух ламп, обладающее двумя устойчивыми состояниями равновесия.

Состояние триггера можно использовать для регистрации поступающих сигналов. Если же использовать не один триггер, а последовательно соединить ряд триггеров, то их можно использовать как для подсчёта количества поступивших сигналов, так и для хранения сведений об этом количестве, то есть для хранения чисел. Основным недостатком электронного триггера в 1920-1950 гг. была его высокая стоимость. Так, например, для хранения одного десятиразрядного десятичного числа требовалось около ста триодов, что в течение нескольких десятилетий не позволяло даже очень крупным корпорациям использовать электронные триггеры. Поэтому в период 1920-1950 гг. в Германии, Великобритании, США и СССР

разрабатывались сначала электромеханические, а позже релейные вычислительные машины (РВМ), в которых роль элементов для хранения и обработки данных выполняли электромеханические реле.

В 1945 г. в США была построена первая ЭВМ, получившая название ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer). В основу её конструкции были заложены ламповые триггеры.

Другим важным применением триггеров в компьютерах явились устройства формирования тактовых импульсов. Их основу составляет генератор тактовых импульсов, называемый также генератором тактовой частоты. Это устройство генерирует электрические импульсы заданной частоты (обычно прямоугольной формы) для синхронизации различных процессов в цифровых устройствах – ЭВМ, электронных часах и таймерах, микропроцессорной и другой цифровой технике. Тактовые импульсы часто используются как эталонная частота – считая их количество, можно, например, измерять временные интервалы. Частота тактовых импульсов определяет скорость вычислений.

В современных материнских платах необходимо иметь большое количество разных частот, помимо опорной частоты системной шины. Микросхема генерации представляет собой специальную микросхему, которая при подключении к её входам кварцевого резонатора выдавать определенную частоту, а на остальных выводах частоту, делённую или умноженную на исходную. Если в электронной схеме необходимо разделить частоту на 2, используют Т–триггер в режиме счётчика импульсов. Соответственно, для увеличения делителя увеличивают количество последовательно включенных счётчиков (триггеров).

Следует отметить, что методы и микросхемы генерации сигналов, деления и умножения частоты, применяемые в современных компьютерах, были впервые разработаны и применены в различных устройствах техники связи.

Первые электронные компьютеры использовали запоминающие устройства исключительно для хранения обрабатываемых данных. Их программы реализовывались на аппаратном уровне в виде жёстко заданных выполняемых последовательностей. Любое перепрограммирование требовало огромного объёма ручной работы по подготовке новой документации, перестройки блоков и устройств и т. д.

В 1945 г. Д. Фон Нейманом была разработана новая архитектура компьютеров, примененная в машине EDVAC. Эта ЭВМ была одной из первых машин с хранимой программой, т.е. с программой, запомненной в памяти машины, а не считываемой с перфокарты или другого подобного устройства.

Использование архитектуры фон Неймана предусматривало хранение компьютерных программ и данных в общей памяти. Это коренным образом изменило дальнейшее развитие компьютерной техники и в частности запоминающих устройств (ЗУ). Потребности компьютерной техники в запоминающих устройствах различного типа и перспективы их применения вызвали бурное развитие полупроводниковых технологий и микросхемотехники. Эта технологическая революция позволила создать современные компьютеры, а кроме того существенно повлияла на развитие техники связи. В частности, прогресс в области запоминающих устройств позволил создать цифровое телевидение.

Представляет интерес обзор вариантов построения современных ЗУ и общих принципов их построения с аналоговыми запоминающими устройствами, разработанными для техники связи. В ранних типах ЗУ с большим объемом памяти использовалась магнитная лента. В этих ЗУ информация записывалась на тонкое магнитное покрытие пластиковой ленты, которая наматывалась на бобину. Для доступа к записанной информации применялось лентопротяжное устройство. Оно позволяло считывать и записывать информацию с перематываемой ленты под управлением компьютера. Основным недостатком данного типа ЗУ является значительная затрата времени, необходимая для перематывания ленты. Принцип действия данного устройства широко применялся в технике связи в звуковых и видеомагнитофонах, однако в этих устройствах осуществлялась запись аналоговых сигналов.

На протяжении ряда лет магнитная лента широко использовалась для хранения информации. Однако для персональных компьютеров было разработано устройство, называемое «дискета», которая широко использовалась в течение ряда лет. Наибольшее распространение получили трехдюймовые дискеты (размер – 3,5 дюйма, объем памяти – 1,44 Мб). Информация на диске покрытым магнитным слоем, записывалась на концентрические дорожки. Информация на дискете могла записываться и перезаписываться. Как правило, дискеты использовались для обмена информацией между персональными компьютерами и для хранения архивной информации. Можно считать дискету изобретением, сделанным для компьютера, однако принцип записи на вращающийся диск, аналогичен принципу записи звука на грампластинку, применявшемуся в старые времена в связи. Однако сама запись хотя и осуществлялась на магнитный носитель как в магнитофоне, но в цифровом виде.

Следующим этапом развития устройств памяти явилось изобретение компакт диска. Имеются разные типы дисков под названием: CD, CD-R, CD-RW, DVD. Диск типа CD (CompactDisk) является диском, с которого можно только считать информацию. Его изготавливают с помощью штампа и матрицы. С помощью такого диска на компьютере можно проигрывать аудио записи. Диск типа CD-R (CompactDiskRecordable) позволяет и считывать, и записывать информацию. Диск CD-RW (CompactDiskReWriteable) позволяет многократно записывать и считывать информацию. Диск типа DVD (DigitalVersatileDisk) обладает высокой плотностью записи. Объем информации, записанной на таком диске, составляет до 4,7 Гбайт.

Изобретение и массовый выпуск компакт дисков позволили решить многие проблемы, связанные с записью и воспроизведением информации в персональных компьютерах, а также привели к решению ряда актуальных задач в технике связи.

Следует отметить факт массового использования CD в бытовой звуковой и телевизионной аппаратуре. На протяжении многих лет основным устройством записи и воспроизведения звука была грампластинка. Запись музыкального произведения на грампластинку осуществлялась в заводских условиях. Потребитель имел возможность только воспроизвести запись. Изобретение CD произвело революцию в области звукозаписи. Помимо технических преимуществ (малые габариты, большой объем памяти) применение CD позволило потребителю самостоятельно производить запись звуковой информации. Применение ПК создало возможность не только записывать информацию, но и обрабатывать звуковой сигнал с помощью весьма совершенных программ. Широкое производство лазерных проигрывателей привело к замене всей бытовой аппаратуры воспроизведения звука. Ведь помимо всех преимуществ в отличие от грампластинки CD позволяет неограниченное количество копирования записи, а использование интернета бесплатной записи большого количества музыкальных произведений.

Возможность применения CD для записи телевизионных сигналов произвело революцию и в области видеозаписи и видео воспроизведения. CD на определенном временном интервале широко использовались для записи сигнала в видеокамерах, и до настоящего времени является основным устройством для записи кинофильмов. С помощью ПК каждый пользователь имеет техническую возможность копирования фильмов.

Следующим этапом развития запоминающих устройств явилось изобретение флеш-памяти. Флэш-память была открыта Фудзи Масуока (FujioMasuoka), когда он работал в Toshiba в 1984 г. Имя «флэш» было придумано потому, что процесс стирания содержимого памяти напоминает фотовспышку (англ. flash). Intel увидела большой потенциал в изобретении и в 1988 г. выпустила первый коммерческий флеш-чип.

Флеш-память хранит информацию в массиве транзисторов с плавающим затвором, называемых ячейками. В традиционных устройствах с одноуровневыми ячейками каждая из них может хранить только один бит. Некоторые новые устройства с многоуровневыми ячейками могут хранить больше одного бита, используя разный уровень электрического заряда на плавающем затворе транзистора.

Флеш-память наиболее известна применением в USB флеш-носителях (англ. USB flashdrive). Устройство флеш-памяти, подключается к компьютеру через USB. Благодаря большой скорости, большому объему информации и компактным размерам USB флеш-носители полностью вытеснили с рынка дискеты. Например, компания Dell с 2003 г. перестала выпускать компьютеры с дисководом гибких дисков.

В настоящее время устройства флеш-памяти выпускается более чем 20 производителями. Среди них наиболее известны Samsung, Intel, Toshiba, Sandisk. Основное преимущество флеш-памяти перед CD состоит в том, что она потребляет значительно меньше энергии во время работы, поскольку отсутствует необходимость приведения в движение механики и гораздо компактнее.

Флеш-память – энергозависимое запоминающее устройство. Для перезаписи информации необходимо подать на специальный вход флеш-памяти напряжение программирования ( $12 В$ ), что исключает возможность случайного стирания информации.

Кроме устройств флеш-памяти, предназначенных для установки в разъем USB, в настоящее время выпускается большой ассортимент флэш-карт. Самыми распространенными типами флэш-карт сегодня являются CompactFlash (CF), SmartMedia (SM), SecureDigital (SD), MultiMediaCard (MMC) и MemoryStick (MS), которые отличаются друг от друга интерфейсами, габаритами, скоростью чтения/записи и максимально возможной емкостью. флэш-карты могут устанавливаться непосредственно в разъемы материнской платы. Выпускаются карты емкостью в 128 Гбайт со скоростью записи и считывания составляющую десятки Мбайт/с.

В 2003 г. был разработан стандарт miniSD. Размеры карты miniSD–  $20 \times 21,5 \times 1,4$  мм. В настоящее время выпускаются карты microSD. Эти карты являются одними из самых маленьких флэш-карт - их размеры всего  $11 \times 15 \times 1$  мм. Этот вид памяти нашел широкое применение в современных смартфонах и позволил существенно улучшить их характеристики. С помощью специального адаптера, microSD может быть установлена в фотоаппарат и видеокамеру и обычный SD разъем ПК, что позволяет записывать и считывать нужную информацию. Таким образом, производство флэш-памяти различных типов, разработанных для реализации компьютерных технологий, привело к существенной модернизации техники связи.

Завершив краткий обзор истории развития устройств внешней памяти можно перейти к оценке прогресса устройств внутренней памяти компьютера. Прежде всего, следует отметить достижения в совершенствовании жесткого диска компьютера (HDD или винчестера). Жесткий диск используется для хранения информации после выключения компьютера. По сложности устройства жесткий диск, является настоящим произведением инженерного искусства.

HDD – запоминающее устройство (устройство хранения информации) произвольного доступа, основанное на принципе магнитной записи. В отличие от дискеты, информация в HDD записывается на жесткие алюминиевые или стеклянные) пластины, покрытые слоем ферромагнитного материала, чаще всего двуокисихрома – магнитные диски. Магнитные диски размещены на оси и вращаются с большой скоростью. Существуют стандарты скорости вращения. В ноутбуках максимальная скорость вращения – 7200, персональных компьютерах – 10000, в серверах – до 15000 об/мин.

Принцип работы жестких дисков сходен с принципом работы магнитофонов. Запись информации осуществляется воздействием электромагнитной головки на ферромагнетик, нанесенный на поверхность диска, и в результате изменяется направление вектора намагниченности доменов в зависимости от величины сигнала. Аналогично с помощью электромагнитной головки осуществляется считывание информации.

Хотя принцип магнитной записи был известен до появления жестких дисков, в технике связи, его аппаратное совершенствование было связано с развитием компьютеров. Размеры прогресса можно оценить из следующего примера. В 1956 г. в составе первого серийного компьютера IBM 305 был применён жесткий диск IBM 350. Накопитель занимал ящик

размером с большой холодильник и имел вес 971 кг при объеме записываемой информации 3,5 Мб. В 2011 г. Seagate представила первый в мире 3,5-дюймовый диск, объемом записываемой информации 4 Тбайта.

Перечислить все усовершенствования, которые привели к такому прогрессу невозможно в короткой статье, однако можно представить их объем на основе двух примеров. В современных HDD применяется метод перпендикулярной записи – технология, при которой биты информации сохраняются в вертикальных доменах. Это позволяет использовать более сильные магнитные поля и снизить площадь материала, необходимую для записи 1 бита. Уже в первых образцах в 2009 г. плотность записи составила 400 Гбит/дюйм<sup>2</sup> при теоретическом пределе 1 Тбит/дюйм<sup>2</sup>.

Жесткие диски с перпендикулярной записью стали доступны на рынке с 2006 г. Благодаря перпендикулярной записи HDD продолжают бить рекорды ёмкости, вмещая уже по 8 и даже 10 Терабайт.

Кроме HDD в работе современных компьютеров важную роль играет оперативная память. Именно из нее на процессор поступают программы и исходные данные для обработки, в нее он записывает полученные результаты. Название «оперативная» память связано с высокой скоростью её работы. Благодаря оперативной памяти практически отсутствует задержка при работе процессора при чтении данных из памяти или записи в память. Особенностью оперативной памяти является то, что содержащиеся в ней данные сохраняются только пока компьютер включен, или до нажатия кнопки сброса (reset). При выключении компьютера содержимое оперативной памяти стирается. Поэтому перед выключением или нажатием кнопки сброса все данные, подвергнутые во время работы изменениям, предварительно сохраняются на запоминающем устройстве. При новом включении питания сохраненная информация вновь может быть загружена в память. Для оперативной памяти используют обозначение RAM (RandomAccessMemory, то есть память с произвольным доступом).

Быстродействие компьютера зависит от объема оперативной памяти. От этого зависит выбор программ, с которыми может работать компьютер. При недостаточном количестве оперативной памяти многие программы либо вовсе не будут работать, либо станут работать крайне медленно. На протяжении ряда лет RAM оставалась узким местом компьютера, волна технологического бума докатилась и до оперативной памяти. Развитие производства вызвало падение цен и с каждым годом объем оперативной памяти, устанавливаемой в компьютерах, возрастал. Если для нормальной работы старой операционной систем Windows 95 был необходим объем операционной памяти 16 Мбайт, то для нормальной работы современных компьютеров необходим объем памяти от 4 до 6 Гбайт.

Всю память с произвольным доступом (RAM) можно разделить на два типа: DRAM (динамическая RAM) и SRAM (статическая RAM). Динамическая оперативная память (Dynamic RAM – DRAM) используется в большинстве систем оперативной памяти персональных компьютеров. Основное преимущество этого типа памяти состоит в том, что ее ячейки упакованы очень плотно, и, следовательно, на их основе можно построить память большей емкости.

Ячейки памяти в микросхеме DRAM – это крошечные конденсаторы, которые удерживают заряды. Проблемы, связанные с памятью этого типа, вызваны тем, что она динамическая, т.е. должна постоянно регенерироваться, так как в противном случае электрические заряды в конденсаторах памяти будут «стекают», и данные будут потеряны. В устройствах DRAM для хранения одного бита используется только один транзистор и пара конденсаторов, поэтому они более вместительны, чем микросхемы других типов памяти.

Заканчивая обзор оперативной памяти, следует отметить её значимость для компьютерной техники. Её применение связано с взаимодействием с процессором и поэтому в технике связи она применима лишь в случае использования компьютерных технологий, например, в современных средствах измерений.



Помимо прогресса в разработке устройств памяти следует отметить большой прогресс в развитии устройств отображения результатов работы компьютеров. Создание современного компьютерного дисплея оказалось весьма непростой задачей.

Первые ЭВМ были огромными машинами, поначалу занимавшими целые комнаты. Дисплеев в современном понимании еще не было. Заменяли их крошечные лампочки, которые загорались и гасли, когда компьютер обрабатывал определенные инструкции. Для отображения результатов, полученных с помощью электронного компьютера, логично было использование кинескопов.

Первые кинескопы были векторные. В таких кинескопах использовался один пучок катодных лучей, перемещающийся от одной точки к другой, оставляя на экране светящиеся линии, которые постепенно затухали. Векторные кинескопы, называемые в настоящее время электронно-лучевыми трубками, широко используются в настоящее время в осциллографах. Именно векторные кинескопы стали первыми использоваться в качестве мониторов для ЭВМ.

Для передачи изображений в телевидении использовались растровые кинескопы. В растровых кинескопах траектория перемещения луча по экрану всегда постоянна и не зависит от выводимых изображений. Луч пробегает по строкам экрана сверху вниз и с помощью модуляции яркости луча формирует изображение. Первые электронные телевизоры использовали именно растровые кинескопы, а вот в ЭВМ растровые мониторы стали использоваться значительно позже векторных, так как требовали значительного объема памяти для регенерации изображения. Основная причина заключалась в необходимости преобразования информации на выходе ЭВМ из цифровой формы в аналоговый сигнал, что можно было реализовать лишь при наличии запоминающих устройств со значительным объемом памяти.

Развитие электронно-лучевых трубок шло семимильными шагами, сильно этому способствовало и развитие телевидения. Так уже в 1939 г. был представлен первый электронный телевизор для массового производства. Модель RCS TT-5 была разработана в США в научно-исследовательской лаборатории RCA, возглавляемой русским эмигрантом Владимиром Зворыкиным и представляла собой большой деревянный ящик с экраном с диагональю 5 дюймов. Первый массово-серийный и доступный простым потребителям в России стал телевизор КВН-49-1, разработанный в 1947 г. в Ленинградском НИИ телевидения.

В 1950 г. произошел очередной прорыв в технологии. В США был разработан масочный цветной кинескоп с тремя электронными пушками. Первый цветной телевизор с электронно-лучевой трубкой был выпущен в США в марте 1954 г. компанией Westinghouse. Технология отображения на ЭЛТ – телевизорах совершенствовалась год от года, и, когда настала эра ЭВМ, электронно-лучевые трубки стали использоваться для отображения результатов их работы.

Но настоящий бум развития ЭЛТ – мониторов начался с появления персональных компьютеров. Основная трудность применения ЭЛТ заключалась в переводе цифровой информации ЭВМ в аналоговый сигнал, который мог управлять электронным пучком кинескопа. Для получения такого сигнала в первых конструкциях дисплей снабжался контроллером, который имел прямой доступ к оперативной памяти компьютера по адресам, в которых содержался текст для отображения. Подобная технология отображения замедляла работу ЭВМ, так как для формирования изображения использовался центральный процессор. Также негативно сказывалось на быстродействии частое обращение к ОЗУ для считывания области, содержащей информацию для отображения.

Поэтому вскоре для отображения данных на мониторе были разработаны специальные видеоадаптеры, значительно разгружающие центральный процессор и ОЗУ, так как видеоадаптеры оснащались встроенным ОЗУ и не требовали постоянного обращения к основному ОЗУ для регенерации изображения.

Первый такой видеоадаптер был разработан в 1981 г., назывался он MonochromeDisplayAdapter (MDA) и использовался в IBM PC. Адаптер был монохромный, работал только в текстовом режиме с разрешением 80x25 символов (720x350 точек). Этот видеоадаптер послужил началом прогресса в этой области. Уже в 1987 г. был разработан компанией IBM графический адаптер VGA (VideoGraphicsArray), вскоре он стал общепризнанным стандартом мониторов и видеоадаптеров.

Основное разрешение, поддерживаемое адаптером VGA, было 640x480 пикселей, при этом одновременно отображалось 16 цветов, выбираемых из палитры 262144 оттенка. Новое разрешение позволяло более качественно отображать изображение и имело отношение сторон 4:3, которое надолго стало стандартом, и только в последние годы было вытеснено широкоформатным отображением, как в мониторах, так и в телевизорах.

В отличие от предыдущих графических адаптеров, в VGA использовался аналоговый сигнал для передачи отображаемой информации монитору. Использование аналогового сигнала позволяло уменьшить количество проводов в кабеле, так как передавать требовалось только сигналы трех основных цветов и сигналы синхронизации, и отдельный канал выделялся для передачи служебной информации. Также новый аналоговый интерфейс связи между графическим адаптером и монитором позволял в дальнейшем увеличивать количество одновременно отображаемых цветов без изменения интерфейса связи с монитором и собственно без изменения самого монитора.

Но для работы с графическими адаптерами VGA были нужны новые многочастотные аналоговые мониторы. Эти мониторы должны были работать с различной частотой кадров, что позволяло им поддерживать режимы с различной разрешающей способностью и практически неограниченное число цветов, и полностью обеспечивать весь потенциал графических адаптеров VGA.

Со временем графические интерфейсы операционных систем прочно вошли в практику, а возросшие потребности пользователей привели к выпуску расширенных версии видеоадаптера VGA, впоследствии получивших общее название Super VGA или SVGA.

Прогресс в вычислительной технике способствовал совершенствованию мониторов. Так стандартная телевизионная трубка была рассчитана на воспроизведение изображения с помощью 625 строк. Компьютерный монитор с такой трубкой обеспечивал разрешающую способность практически равную 800x600 пикселей. В настоящее время в большом количестве выпускаются дисплеи с разрешающей способностью 1024x760, 1280x1024, 1600x1200 и более. Была увеличена и частота развертки.

Дальнейший прогресс, однако, привел к замене ЭЛТ-мониторов жидкокристаллическими (ЖК) – мониторами, которые за короткий срок достигли вершин качества отображения, сравнимых с качеством отображения и цветопередачи ЭЛТ-мониторов. Но при этом ЖК-мониторы более компактны и эргономичны.

В настоящее время ЖК-мониторы широко используются и в телевидении. Таким образом, телевидение, сыгравшее на начальном этапе, важную роль в прогрессе компьютеров, получило достойную поддержку. Причем дело не только в том, что телевизор стал более компактным и легким, а еще и в том, что применение ЖК-мониторов с высокой разрешающей способностью позволило реализовать телевидение высокой четкости.

К началу 1990-х гг. в мировом сообществе возникла заинтересованность в применении ТВ изображений с разрешением более 1000 строк. Такое разрешение было целесообразно для телевидения с большим экраном, кино, компьютерной графики, полиграфии, медицины, науки. При разработке таких систем учитывались перспективы вещательного и прикладного телевидения. По рекомендации МСЭ–3 ВТ.1361 параметры пространственной разрешающей способности аппаратуры должны быть кратны количеству пикселей по горизонтали и вертикали формата разложения 1920×1080. Так, японская компания NHK предложила в качестве вершины иерархии формат 7680×4320.

Однако увеличение визуального качества изображения за счет увеличения числа строк в единицу времени приводит к резкому увеличению полосы частот, несовместимости с существующими системами ТВ вещания и существенному усложнению приёмного оборудования.

Представляет интерес другой вариант повышения визуального качества изображения без значительного расширения полосы частот за счет преобразования переданных сигналов на приемной стороне. Для реализации этого варианта необходимо преобразование пространственно-временной структуры сигналов с целью их согласования с характеристиками зрительной системы наблюдателя (Л.3). Следует отметить, что возможность реализации этого варианта стала реальной в связи с развитием микроэлектроники и особенно с развитием цифровой обработки сигналов с применением элементов памяти. Так, разработка малогабаритных устройств памяти, позволяющих запомнить ТВ сигналы на интервалы времени, кратные длительности строки, полукадров и кадров, позволила в настоящее время осуществлять цифровую фильтрацию и другие преобразования непосредственно в ТВ приемнике.

В настоящее время различные фирмы выпускают эфирные приемники и ресиверы, к которым подключаются обычные телевизоры и которые преобразуют принимаемые цифровые сигналы в стандартные аналоговые ТВ сигналы. Помимо преобразования данные приставки позволяют записать нужную ТВ передачу на подключенный к ним через USB порт жесткий диск HDD, в том числе по времени, установленному в таймере. С помощью данного устройства записанная передача может быть воспроизведена на экране ТВ приемника.

Помимо влияния на развитие телевидения компьютерные технологии произвели настоящий переворот в системах мобильной связи. Системы мобильной связи, возникшие независимо от компьютеров, были существенно развиты за счет внедрения в мобильные телефоны компьютерных технологий. В настоящее время большой популярностью пользуются смартфоны. Термин «Смартфон» произошел от английского слова «Smartphone». В прямом переводе означает «умный (Smart) телефон (Phone)», то есть телефон с широким набором функций и возможностей. Этот термин был введен компанией Ericsson в 2000 г. для обозначения своего нового телефона Ericsson R380s.

В то же время в большом количестве выпускались устройства под названием «Коммуникатор» (от английского слова «communicator»). Это устройство представляло собой карманный персональный компьютер (КПК), дополненный функциональностью мобильного телефона.

Сравнивая термины «Смартфон» и «Коммуникатор» можно отметить, что коммуникатор произошел от КПК за счет пополнения его возможностями мобильного телефона, а смартфон от мобильного телефона за счет пополнения его функциями персонального компьютера. В настоящее время уже трудно провести грань между смартфоном и коммуникатором – слишком они похожи. Однако имеются различия в применяемых операционных системах. В коммуникаторах применяются операционные системы Apple iOS, WindowsPhone, OpenwebOS или Android. В смартфонах применяется система WindowsMobile, с использованием для ввода информации исключительно наиболее популярной в настоящее время латинской раскладкой клавиатуры QWERTY, используемой для английского языка. На её основе созданы большинство раскладок для языков, использующих латиницу. Название произошло от 6 расположенных рядом символов с левой стороны верхнего ряда клавиатуры. Раскладка QWERTY была изобретена К. Шоулзом и впервые применена в механической пишущей машинке Ремингтон 1. Открытие в 1888 г. слепого метода печати Ф. Макгуррином для машинки Ремингтон 2 помогло в популяризации данной раскладки. Устроенное в 1888 г. соревнование по скоро печатанию, которое широко освещалось в прессе и закончилось убедительной победой Макгуррина, помогло раскладке QWERTY завоевать ещё большую популярность.

Несмотря на появление новых вариантов раскладки клавиатуры QWERTY сохраняет популярность и применяется в большинстве смартфонов. Наличие в смартфоне полноценной клавиатуры, в которой каждой букве соответствует своя клавиша, превращает его в маленький компьютер. Она позволяет комфортно набирать большие тексты, писать SMS или письма по электронной почте.

Смартфоны продвигаются производителями за счёт таких факторов, как продвинутые мультимедийные функции (более качественная фотокамера, расширенные возможности воспроизведения видеофайлов, улучшенные музыкальные характеристики, Wi-Fi, GPS и т. п.). В первой половине 2007 г. компания Microsoft выпустила WindowsMobile 6. Из названия операционной системы были исключены слова «Smartphone» и «Pocket PC» (версия без поддержки сенсорного экрана называлась Standard, с поддержкой – Classic и Professional). Это окончательно объединило смартфоны и коммуникаторы в один класс устройств.

В середине 2007 г. компания Apple выпустила бесклавиатурный аппарат iPhone. Аппарат не отличался функциональностью, но в нем было важное новшество – способ управления устройством двумя пальцами (Multi-Touch). Применение ёмкостного экрана и новый пользовательский интерфейс создавали ощущение управления изображением на экране движениями пальцев. Агрессивная рекламная кампания сделала это устройство хитом продаж. Изначально операционная система iPhone была закрытой, среда разработки приложений iPhone SDK для сторонних разработчиков появилась только в начале 2008 года. Смартфон от Apple привлёк значительное внимание, многие производители выпустили телефоны и коммуникаторы с интерфейсом, ориентированным на управление пальцами.

В 2008 г. Apple представила обновлённую версию своего смартфона iPhone 3G. В аппарате появилась поддержка сетей 3-го поколения и GPS, исправлены некоторые недостатки предыдущей модели. Официальные поставки устройства осуществляются более чем в 70 стран (в том числе и в Россию). Благодаря успешным продажам iPhone компания Apple начала завоевание рынка смартфонов (около 5 % мировых продаж).

Имеется шесть отличий смартфона от обычного телефона:

- Мощная операционная система. Смартфон базируется на таких ОС, которые позволяют запускать и скачивать любые приложения. Наиболее известные ОС для смартфонов это – iOS (Apple), WindowsPhone (Microsoft), AndroidOS (Google).
- Скоростной интернет.
- Приложения. Имеется программное обеспечение типа адресной книги.
- Электронная почта.
- Виртуальная клавиатура. В смартфоне имеется такая функция, как сенсорная клавиатура или QWERTY – клавиатура, где клавиши расположены точно так же как на компьютере, что создает большие удобства для пользователей.
- Наличие навигатора.

Таким образом, можно прийти к заключению, что компьютерная техника, позаимствовавшая на определенных этапах развития ряд важных теоретических и конструктивных решений из техники связи, помимо важного вклада в развитие цивилизации, произвела революцию в самой технике связи, или как в настоящее время принято говорить в современных инфокоммуникациях [6].

## Литература

1. Аджемов А.С., Кобленц А.И., Гордиенко В.Н. Многоканальная электросвязь и каналообразующая телеграфная аппаратура. – М.: Радио и связь, 1989. – 415 с.
2. Кривошеев М.И. Международная стандартизация цифрового телевизионного вещания. – М.: НИИР, 2006. – 928 с.
3. Безруков В.Н., Королев А.В., Ляпунов В.Н., Новаковская О.С. Выбор параметров систем телевидения высокой визуальной четкости и качества // Техника кино и телевидения, 1985. – № 10. – С. 22-28.

4. Аджемов А.С., Хромой Б.П. Обеспечение единства измерений хроматической дисперсии в оптическом волокне // Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт. 2014. – Т. 8. – № 9. – С. 8-10.
5. Хромой Б.П. Комплекс для измерения параметров приёмо-передающих средств связи// Экономика и качество систем связи. 2017. – № 2 (4). – С. 49-57.
6. Девяткин Е.Е., Володина Е.Е., Суходольский А.М., Суходольская Т.А. Основные направления развития информационно-коммуникационных технологий в Европе // Труды Научно-исследовательского института радио, 2012. – № 2. – С. 11-22.