



Информатика

Что такое компьютер?

Компьютер (англ. *computer* — вычислитель) представляет собой программируемое электронное устройство, способное обрабатывать данные и производить вычисления, а также выполнять другие задачи манипулирования символами.

Существует два основных класса компьютеров:

- **цифровые компьютеры**, обрабатывающие данные в виде двоичных кодов;
- **аналоговые компьютеры**, обрабатывающие непрерывно меняющиеся физические величины (электрическое напряжение, время и т.д.), которые являются аналогами вычисляемых величин.

Поскольку в настоящее время подавляющее большинство компьютеров являются цифровыми, далее будем рассматривать только этот класс компьютеров и слово "компьютер" употреблять в значении "*цифровой компьютер*".


Основу компьютеров образует аппаратура (Hard Ware), построенная, в основном, с использованием электронных и электромеханических элементов и устройств. Принцип действия компьютеров состоит в выполнении программ (Soft Ware) — заранее заданных, четко определённых последовательностей арифметических, логических и других операций.

Любая компьютерная программа представляет собой последовательность отдельных команд.

Команда — это описание операции, которую должен выполнить компьютер. Как правило, у команды есть свой *код* (условное обозначение), *исходные данные* (операнды) и *результат*.

Например, у команды "*сложить два числа*" операндами являются слагаемые, а результатом — их сумма. А у команды "*стоп*" операндов нет, а результатом является прекращение работы программы.

Результат команды вырабатывается по точно определенным для данной команды правилам, заложенным в конструкцию компьютера.




Совокупность команд, выполняемых данным компьютером, называется системой команд этого компьютера.

Компьютеры работают с очень высокой скоростью, составляющей миллионы — сотни миллионов операций в секунду.

Как устроен компьютер?

- Разнообразии современных компьютеров очень велико. Но их структуры основаны на **общих логических принципах**, позволяющих выделить в любом компьютере следующие **главные устройства**:
- **память**(запоминающее устройство, ЗУ), состоящую из перенумерованных ячеек;
- **процессор**, включающий в себя **устройство управления(УУ)** и **арифметико-логическое устройство(АЛУ)**;
- **устройство ввода**;
- **устройство вывода**.
- Эти устройства соединены **каналами связи**, по которым передается информация.
- **Функции памяти:**
 - **приём информации** из других устройств;
 - **запоминание информации**;
 - **выдача информации** по запросу в другие устройства машины.
- **Функции процессора:**
 - **обработка данных по заданной программе** путем выполнения арифметических и логических операций;
 - **программное управление работой устройств** компьютера.




Та часть процессора, которая выполняет команды, называется арифметико-логическим устройством (АЛУ), а другая его часть, выполняющая функции управления устройствами, называется устройством управления (УУ).

Обычно эти два устройства выделяются чисто условно, **конструктивно они не разделены.**

В составе процессора имеется ряд специализированных дополнительных ячеек памяти, называемых **регистрами.**

Регистр выполняет функцию кратковременного хранения числа или команды. Над содержимым некоторых регистров специальные электронные схемы могут выполнять некоторые манипуляции. Например, "вырезать" отдельные части команды для последующего их использования или выполнять определенные арифметические операции над числами.



□ Существует несколько типов регистров, отличающихся видом выполняемых операций. Некоторые важные регистры имеют свои названия, например:

- **сумматор**— регистр АЛУ, участвующий в выполнении каждой операции;
- **счетчик команд**— регистр УУ, содержимое которого соответствует адресу очередной выполняемой команды; служит для автоматической выборки программы из последовательных ячеек памяти;
- **регистр команд**— регистр УУ для хранения кода команды на период времени, необходимый для ее выполнения. Часть его разрядов используется для хранения **кода операции**, остальные — для хранения **кодов адресов операндов**.

На каких принципах построены компьютеры?

- В основу построения подавляющего большинства компьютеров положены следующие общие принципы, сформулированные в 1945 г. американским ученым **Джоном фон Нейманом**.
- **1. Принцип программного управления.** Из него следует, что программа состоит из набора команд, которые выполняются процессором автоматически друг за другом в определенной последовательности.
- Выборка программы из памяти осуществляется с помощью **счетчика команд**. Этот регистр процессора последовательно увеличивает хранимый в нем адрес очередной команды на длину команды.
- А так как команды программы расположены в памяти друг за другом, то тем самым организуется выборка цепочки команд из последовательно расположенных ячеек памяти.
- Если же нужно после выполнения команды перейти не к следующей, а к какой-то другой, используются команды **условного** или **безусловного переходов**, которые **вносят в счетчик команд номер ячейки памяти, содержащей следующую команду**. Выборка команд из памяти прекращается после достижения и выполнения команды "*стоп*".
- Таким образом, **процессор исполняет программу автоматически, без вмешательства человека.**

2. Принцип однородности памяти. Программы и данные хранятся в одной и той же памяти. Поэтому компьютер не различает, что хранится в данной ячейке памяти — число, текст или команда. Над командами можно выполнять такие же действия, как и над данными. Это открывает целый ряд возможностей. Например, **программа в процессе своего выполнения также может подвергаться переработке**, что позволяет задавать в самой программе правила получения некоторых ее частей (так в программе организуется выполнение циклов и подпрограмм). Более того, **команды одной программы могут быть получены как результаты исполнения другой программы**. На этом принципе основаны **методы трансляции — перевода текста программы с языка программирования высокого уровня на язык конкретной машины**.

3. Принцип адресности. Структурно основная память состоит из перенумерованных ячеек; **процессору в произвольный момент времени доступна любая ячейка**. Отсюда следует возможность давать имена областям памяти, так, чтобы к запомненным в них значениям можно было впоследствии обращаться или менять их в процессе выполнения программ с использованием присвоенных имен.

Компьютеры, построенные на этих принципах, относятся к типу **фон-неймановских**. Но существуют компьютеры, принципиально отличающиеся от фон-неймановских. Для них, например, может **не выполняться принцип программного управления**, т.е. они могут работать без "счетчика команд", указывающего текущую выполняемую команду программы. Для обращения к какой-либо переменной, хранящейся в памяти, этим компьютерам **не обязательно давать ей имя**. Такие компьютеры называются **не-фон-неймановскими**.

Что такое команда?

Команда— это описание элементарной операции, которую должен выполнить компьютер.

В общем случае, команда содержит следующую информацию:

- **код** выполняемой операции;
- указания по определению **операндов** (или их адресов);
- указания по размещению получаемого **результата**.

В зависимости от количества операндов, команды бывают:

- одноадресные;
- двухадресные;
- трехадресные;
- переменнаяадресные.

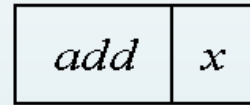
Команды хранятся в ячейках памяти в двоичном коде.

В современных компьютерах **длина команд переменная** (обычно от двух до четырех байтов), **а способы указания адресов переменных весьма разнообразны**. В адресной части команды может быть указан, например:

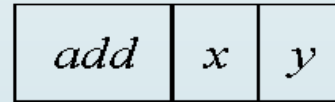
- сам операнд (число или символ);
- адрес операнда (номер байта, начиная с которого расположен операнд);
- адрес адреса операнда (номер байта, начиная с которого расположен адрес операнда), и др.

Рассмотрим несколько **возможных вариантов команды сложения** (англ. *add* — сложение), при этом вместо цифровых кодов и адресов будем пользоваться условными обозначениями:

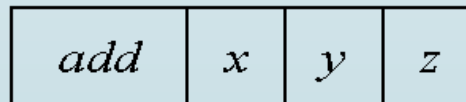
- **одноадресная команда *add x*** (содержимое ячейки *x* сложить с содержимым сумматора, а результат оставить в сумматоре)



-
- **двухадресная команда *add x, y*** (сложить содержимое ячеек *x* и *y*, а результат поместить в ячейку *y*)



-
- **трехадресная команда *add x, y, z*** (содержимое ячейки *x* сложить с содержимым ячейки *y*, сумму поместить в ячейку *z*)



Как выполняется команда?

- Выполнение команды можно проследить по схеме:
- Как правило, этот процесс разбивается на следующие этапы:
 - из ячейки памяти, адрес которой хранится в счетчике команд, выбирается очередная команда; содержимое счетчика команд при этом увеличивается на длину команды;
 - выбранная команда передается в устройство управления на регистр команд;
 - устройство управления расшифровывает адресное поле команды;
 - по сигналам УУ операнды считываются из памяти и записываются в АЛУ на специальные регистры операндов;
 - УУ расшифровывает код операции и выдает в АЛУ сигнал выполнить соответствующую операцию над данными;
 - результат операции либо остается в процессоре, либо отправляется в память, если в команде был указан адрес результата;
 - все предыдущие этапы повторяются до достижения команды "стоп".

Что такое архитектура и структура компьютера?

- При рассмотрении компьютерных устройств принято различать их архитектуру и структуру.

Архитектурой компьютера называется его описание на некотором общем уровне, включающее описание пользовательских возможностей программирования, системы команд, системы адресации, организации памяти и т.д. Архитектура определяет принципы действия, информационные связи и взаимное соединение основных логических узлов компьютера: процессора, оперативного ЗУ, внешних ЗУ и периферийных устройств. Общность архитектуры разных компьютеров обеспечивает их совместимость с точки зрения пользователя.

Структура компьютера — это совокупность его функциональных элементов и связей между ними. Элементами могут быть самые различные устройства — от основных логических узлов компьютера до простейших схем. Структура компьютера графически представляется в виде структурных схем, с помощью которых можно дать описание компьютера на любом уровне детализации.

- Наиболее распространены следующие архитектурные решения.
- · **Классическая архитектура** (архитектура фон Неймана) — одно арифметико-логическое устройство (АЛУ), через которое проходит поток данных, и одно устройство управления (УУ), через которое проходит поток команд — программа (рис. 2.1). Это **однопроцессорный компьютер**. К этому типу архитектуры относится и архитектура персонального компьютера с **общей шиной**, подробно рассмотренная в разделе 2.18 (рис. 2.26). Все функциональные блоки здесь связаны между собой общей шиной, называемой также **системной магистралью**.

Физически магистраль представляет собой много проводную линию с гнездами для подключения электронных схем. Совокупность проводов магистрали разделяется на отдельные группы: шину адреса, шину данных и шину управления.

Периферийные устройства (принтер и др.) подключаются к аппаратуре компьютера через специальные **контроллеры — устройства управления периферийными устройствами.**

Контроллер— устройство, которое связывает периферийное оборудование или каналы связи с центральным процессором, освобождая процессор от непосредственного управления функционированием данного оборудования.

- **Многопроцессорная архитектура**. Наличие в компьютере нескольких процессоров означает, что **параллельно может быть организовано много потоков данных и много потоков команд**. Таким образом, параллельно могут выполняться несколько фрагментов одной задачи. Структура такой машины, имеющей общую оперативную память и несколько процессоров

- **Многомашинная вычислительная система**. Здесь несколько процессоров, входящих в вычислительную систему, не имеют общей оперативной памяти, а имеют каждый свою (локальную). Каждый компьютер в многомашинной системе имеет классическую архитектуру, и такая система применяется достаточно широко. Однако эффект от применения такой вычислительной системы может быть получен только при решении задач, имеющих очень специальную структуру: **она должна разбиваться на столько слабо связанных подзадач, сколько компьютеров в системе**.

Преимущество в быстродействии многопроцессорных и многомашинных вычислительных систем перед однопроцессорными очевидно.

- **Архитектура с параллельными процессорами**. Здесь несколько АЛУ работают под управлением одного УУ. Это означает, что множество данных может обрабатываться по одной программе — то есть по одному потоку команд. Высокое быстродействие такой архитектуры можно получить только на задачах, в которых одинаковые вычислительные операции выполняются одновременно на различных однотипных наборах данных

Что такое центральный процессор?

Центральный процессор (CPU, от англ. Central Processing Unit) — это основной рабочий компонент компьютера, который выполняет арифметические и логические операции, заданные программой, управляет вычислительным процессом и координирует работу всех устройств компьютера.

Центральный процессор в общем случае содержит в себе:

- арифметико-логическое устройство;
- шины данных и шины адресов;
- регистры;
- счетчики команд;
- кэш — очень быструю память малого объема (от 8 до 512 Кбайт);
- математический сопроцессор чисел с плавающей точкой.


Современные процессоры выполняются в виде **микропроцессоров**. Физически микропроцессор представляет собой интегральную схему— тонкую пластину кристаллического кремния прямоугольной формы площадью всего несколько квадратных миллиметров, на которой размещены схемы, реализующие **функции процессора**. Кристалл-пластинка обычно помещается в пластмассовый или керамический плоский корпус и соединяется золотыми проводками с металлическими штырьками, чтобы его можно было присоединить к системной плате компьютера.

Микропроцессор **Intel Pentium 4** — наиболее совершенный и мощный процессор выпуска 2001 г. с тактовой частотой до 2 Гигагерц, представлен на рисунке 2.5 примерно в натуральную величину. Он предназначен для работы приложений, требующих высокой производительности процессора, таких, как передача видео и звонки по Интернет, создание видео-материалов, распознавание речи, обработка трехмерной графики, игры.

Как устроена память?

- Память компьютера построена из двоичных запоминающих элементов — **битов**, объединенных в группы по 8 битов, которые называются **мбайтами**. (Единицы измерения памяти совпадают с единицами измерения информации). Все байты пронумерованы. Номер байта называется его **адресом**.
- Байты могут объединяться в ячейки, которые называются также **словами**. Для каждого компьютера характерна определенная длина слова — два, четыре или восемь байтов. Это не исключает использования ячеек памяти другой длины (например, полуслово, двойное слово). Как правило, в одном машинном слове может быть представлено либо одно целое число, либо одна команда. Однако, допускаются переменные форматы представления информации. Разбиение памяти на слова для четырехбайтовых компьютеров представлено в таблице:

Байт 0	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4	Байт 5	Байт 6	Байт 7
ПОЛУСЛОВО		ПОЛУСЛОВО		ПОЛУСЛОВО		ПОЛУСЛОВО	
СЛОВО				СЛОВО			
ДВОЙНОЕ СЛОВО							

- 
- Широко используются и более крупные производные единицы объема памяти: **Килобайт, Мегабайт, Гигабайт**, а также, в последнее время, **Терабайт** и **Петабайт**.
 - Современные компьютеры имеют много разнообразных запоминающих устройств, которые сильно отличаются между собой по назначению, временным характеристикам, объёму хранимой информации и стоимости хранения одинакового объёма информации. Различают два основных вида памяти — **внутреннюю** и **внешнюю**.

Какие устройства образуют внутреннюю память?

- В состав внутренней памяти входят **оперативная память, кэш-память и специальная память.**

1. Оперативная память

Оперативная память (ОЗУ, англ. RAM, Random Access Memory — память с произвольным доступом) — это быстрое запоминающее устройство не очень большого объёма, непосредственно связанное с процессором и предназначенное для записи, считывания и хранения выполняемых программ и данных, обрабатываемых этими программами.

- Оперативная память используется только **для временного хранения данных и программ**, так как, **когда машина выключается, все, что находилось в ОЗУ, пропадает**. Доступ к элементам оперативной памяти **прямой**— это означает, что **каждый байт памяти имеет свой индивидуальный адрес**.
- Объем ОЗУ обычно составляет **от 32 до 512 Мбайт**. Для несложных административных задач бывает достаточно и 32 Мбайт ОЗУ, но сложные задачи компьютерного дизайна могут потребовать от 512 Мбайт до 2 Гбайт ОЗУ.
- Обычно ОЗУ **исполняется из интегральных микросхем памяти SDRAM** (синхронное динамическое ОЗУ). Каждый информационный бит в SDRAM запоминается в виде электрического заряда крохотного конденсатора, образованного в структуре полупроводникового кристалла. Из-за токов утечки такие конденсаторы быстро разряжаются, и их периодически (примерно каждые 2 миллисекунды) подзаряжают специальные устройства. Этот процесс называется **регенерацией памяти** (Refresh Memory). Микросхемы SDRAM имеют **ёмкость 16 — 256 Мбит** и более. Они устанавливаются в корпуса и собираются в **модули памяти**.
- Большинство современных компьютеров комплектуются **модулями типа DIMM** (Dual-In-line Memory Module — модуль памяти с двухрядным расположением микросхем). В компьютерных системах на самых современных процессорах используются высокоскоростные модули **Rambus DRAM (RIMM) и DDR DRAM**.
- Модули памяти характеризуются такими параметрами, как **объем** —(16, 32, 64, 128, 256 или 512 Мбайт), **число микросхем, паспортная частота**(100 или 133 МГц), **время доступа к данным** (6 или 7 наносекунд) и **число контактов** (72, 168 или 184). В 2001 г. начинается выпуск модулей памяти на **1 Гбайт** и опытных образцов модулей на **2 Гбайта**.

2. Кэш-память

***Кэш* (англ. cache), или сверхоперативная память — очень быстрое ЗУ небольшого объёма, которое используется при обмене данными между микропроцессором и оперативной памятью для компенсации разницы в скорости обработки информации процессором и несколько менее быстродействующей оперативной памятью.**

Кэш-памятью управляет специальное устройство — **контроллер**, который, анализируя выполняемую программу, пытается **предвидеть, какие данные и команды вероятнее всего понадобятся в ближайшее время процессору, и подкачивает их в кэш-память**. При этом возможны как **"попадания"**, так и **"промахи"**. В случае попадания, то есть, если в кэш подкачаны нужные данные, извлечение их из памяти происходит без задержки. Если же требуемая информация в кэше отсутствует, то процессор считывает её непосредственно из оперативной памяти. Соотношение числа попаданий и промахов определяет эффективность кэширования.

Кэш-память реализуется на **микросхемах статической памяти SRAM (Static RAM)**, более быстродействующих, дорогих и мало ёмких, чем DRAM (SDRAM). Современные микропроцессоры имеют **встроенную кэш-память**, так называемый **кэш первого уровня** размером 8, 16 или 32 Кбайт. Кроме того, на системной плате компьютера может быть установлен **кэш второго уровня** ёмкостью 256, 512 Кбайт и выше.

3. Специальная память


- К устройствам специальной памяти относятся **постоянная память (ROM)**, **перепрограммируемая постоянная память (Flash Memory)**, **память CMOS RAM**, питаемая от батарейки, **видеопамять** и некоторые другие виды памяти.

Постоянная память (ПЗУ, англ. ROM, Read Only Memory — память только для чтения) — энергонезависимая память, используется для хранения данных, которые никогда не потребуют изменения. Содержание памяти специальным образом "зашивается" в устройстве при его изготовлении для постоянного хранения. Из ПЗУ можно только читать.

Перепрограммируемая постоянная память (Flash Memory) — энергонезависимая память, допускающая многократную перезапись своего содержимого с дискеты.

Прежде всего в постоянную память записывают программу управления работой самого процессора. В ПЗУ находятся программы управления дисплеем, клавиатурой, принтером, внешней памятью, программы запуска и остановки компьютера, тестирования устройств.

Важнейшая микросхема постоянной или Flash-памяти — модуль BIOS. Роль BIOS двоякая: с одной стороны это неотъемлемый элемент аппаратуры, а с другой стороны — важный модуль любой операционной системы.



BIOS (Basic Input/Output System — базовая система ввода-вывода) — совокупность программ, предназначенных для автоматического тестирования устройств после включения питания компьютера и загрузки операционной системы в оперативную память.

CMOS RAM — это память с невысоким быстродействием и минимальным энергопотреблением от батарейки. Используется для хранения информации о конфигурации и составе оборудования компьютера, а также о режимах его работы.

Интегральные схемы BIOS и CMOS

Содержимое CMOS изменяется специальной программой **Setup**, находящейся в BIOS (англ. Set-up — устанавливать, читается "сетап").

Для хранения графической информации используется **видеопамять**.

Видеопамять (VRAM) — разновидность оперативного ЗУ, в котором хранятся закодированные изображения. Это ЗУ организовано так, что его содержимое доступно сразу двум устройствам — процессору и дисплею. Поэтому изображение на экране меняется одновременно с обновлением видеоданных в памяти.

Какие устройства образуют внешнюю память?

- **Внешняя память (ВЗУ) предназначена для длительного хранения программ и данных, и целостность её содержимого не зависит от того, включен или выключен компьютер. В отличие от оперативной памяти, внешняя память не имеет прямой связи с процессором. Информация от ВЗУ к процессору и наоборот циркулирует примерно по следующей цепочке:**
- **В состав внешней памяти компьютера входят:**
 - **накопители на жёстких магнитных дисках;**
 - **накопители на гибких магнитных дисках;**
 - **накопители на компакт-дисках;**
 - **накопители на магнито-оптических компакт-дисках;**
 - **накопители на магнитной ленте(стримеры) и др.**

1. Накопители на гибких магнитных дисках

Гибкий диск (англ. *floppy disk*), или лискета, — носитель небольшого объема информации, представляющий собой гибкий пластиковый диск в защитной оболочке. Используется для переноса данных с одного компьютера на другой и для распространения программного обеспечения.

Устройство дискеты

Дискета состоит из круглой полимерной подложки, покрытой с обеих сторон магнитным окислом и помещенной в пластиковую упаковку, на внутреннюю поверхность которой нанесено очищающее покрытие. В упаковке сделаны с двух сторон радиальные прорезы, через которые головки считывания/записи накопителя получают доступ к диску.

Способ записи двоичной информации на магнитной среде называется **магнитным кодированием**. Он заключается в том, что магнитные домены в среде выстраиваются вдоль дорожек в направлении приложенного магнитного поля своими северными и южными полюсами. Обычно устанавливается однозначное соответствие между двоичной информацией и ориентацией магнитных доменов.

Информация записывается по концентрическим **дорожкам** (*трекам*), которые делятся на **секторы**. Количество дорожек и секторов зависит от типа и формата дискеты. Сектор хранит минимальную порцию информации, которая может быть записана на диск или считана. Ёмкость сектора постоянна и составляет 512 байтов.

2. Накопители на жестких магнитных дисках

- Если гибкие диски — это средство переноса данных между компьютерами, то **жесткий диск — информационный склад компьютера.**

Накопитель на жестких магнитных дисках (англ. HDD — Hard Disk Drive) или винчестерский накопитель — это наиболее массовое запоминающее устройство большой ёмкости, в котором носителями информации являются круглые алюминиевые пластины — платтеры, обе поверхности которых покрыты слоем магнитного материала. Используется для постоянного хранения информации — программ и данных.

- Как и у дискеты, рабочие поверхности платтеров разделены на кольцевые концентрические дорожки, а дорожки — на секторы. Головки считывания-записи вместе с их несущей конструкцией и дисками заключены в герметически закрытый корпус, называемый **модулем данных**. При установке модуля данных на дисковод он автоматически соединяется с системой, подкачивающей очищенный охлажденный воздух. **Поверхность** платтера имеет **магнитное покрытие** толщиной всего лишь в 1,1 мкм, а также **слой смазки** для предохранения головки от повреждения при опускании и подъёме на ходу. При вращении платтера над ним образуется **воздушный слой**, который обеспечивает воздушную подушку для зависания головки на высоте 0,5 мкм над поверхностью диска.
- Винчестерские накопители имеют очень большую ёмкость: от 10 до 100 Гбайт. У современных моделей скорость вращения шпинделя (вращающего вала) обычно составляет 7200 об/мин, среднее время поиска данных 9 мс, средняя скорость передачи данных до 60 Мбайт/с. В отличие от дискеты, жесткий диск **вращается непрерывно**. Все современные накопители снабжаются **встроенным кэшем** (обычно 2 Мбайта), который существенно повышает их производительность. Винчестерский накопитель связан с процессором через **контроллер жесткого диска**.

3. Накопители на компакт-дисках

- Здесь носителем информации является CD-ROM (Compact Disk Read-Only Memory - компакт диск, из которого можно только читать).
- CD-ROM представляет собой прозрачный полимерный диск диаметром 12 см и толщиной 1,2 мм, на одну сторону которого напылен светоотражающий слой алюминия, защищенный от повреждений слоем прозрачного лака. Толщина напыления составляет несколько десятитысячных долей миллиметра.
- Информация на диске представляется в виде последовательности **впадин** (углублений в диске) и **выступов** (их уровень соответствует поверхности диска), расположенных на спиральной дорожке, выходящей из области вблизи оси диска. На каждом дюйме (2,54 см) по радиусу диска размещается 16 тысяч витков спиральной дорожки. Для сравнения — на поверхности жесткого диска на дюйме по радиусу помещается лишь несколько сотен дорожек. Емкость CD достигает **780 Мбайт**. Информация наносится на диск при его изготовлении и не может быть изменена.
- CD-ROM обладают высокой удельной информационной емкостью, что позволяет создавать на их основе справочные системы и учебные комплексы с большой иллюстративной базой. Один CD по информационной емкости равен почти 500 дискетам. Считывание информации с CD-ROM происходит с достаточно высокой скоростью, хотя и заметно меньшей, чем скорость работы накопителей на жестком диске. CD-ROM просты и удобны в работе, имеют низкую удельную стоимость хранения данных, практически не изнашиваются, не могут быть поражены вирусами, с них невозможно случайно стереть информацию.
- В отличие от магнитных дисков, компакт-диски имеют не множество кольцевых дорожек, а **одну — спиральную**, как у грампластинок. В связи с этим, угловая скорость вращения диска не постоянна. Она линейно уменьшается в процессе продвижения читающей лазерной головки к краю диска.

4. Записывающие оптические и магнитооптические накопители

- · **Записывающий накопитель CD-R** (Compact Disk Recordable) способен, наряду с прочтением обычных компакт-дисков, записывать информацию на специальные оптические диски емкостью 650 Мбайт. В дисках CD-R отражающий слой выполнен из золотой пленки. Между этим слоем и поликарбонатной основой расположен регистрирующий слой из органического материала, темнеющего при нагревании. В процессе записи лазерный луч нагревает выбранные точки слоя, которые темнеют и перестают пропускать свет к отражающему слою, образуя участки, аналогичные впадинам. Накопители CD-R, благодаря сильному удешевлению, приобретают все большее распространение.