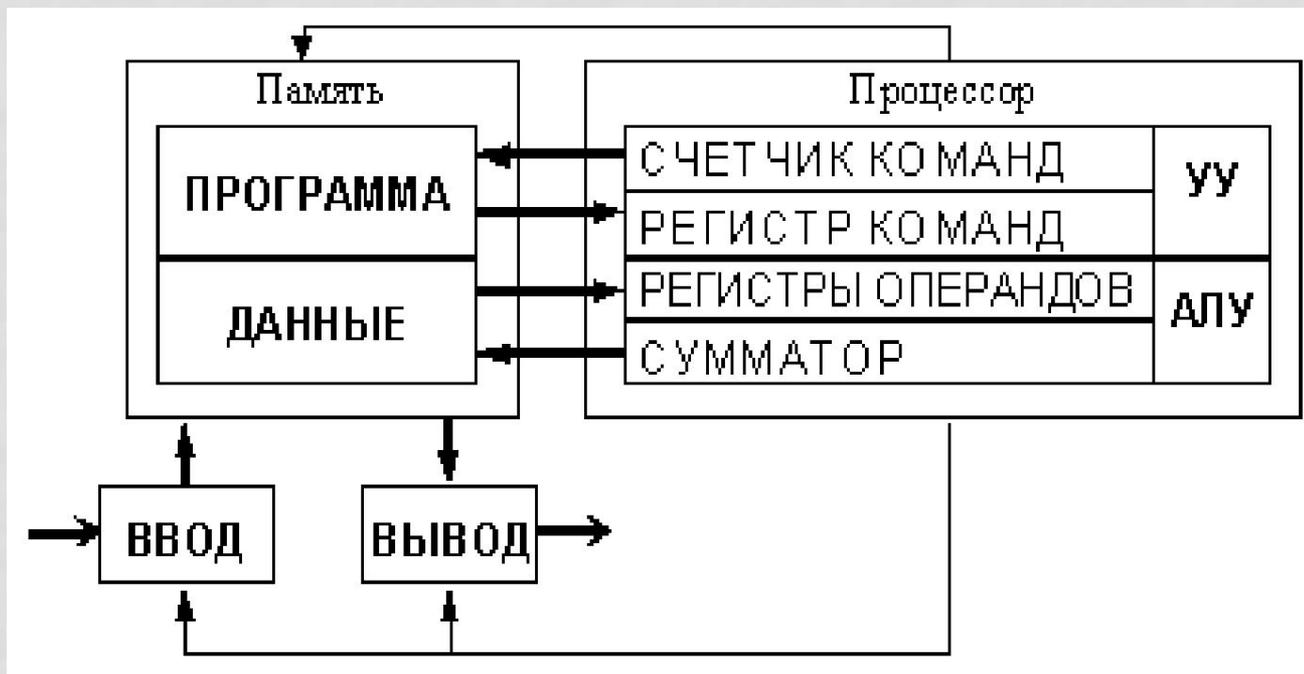


Разнообразие современных компьютеров очень велико. Но их структуры основаны на **общих логических принципах**, позволяющих выделить в любом компьютере следующие **главные устройства**:

- **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. Основные устройства компьютера и связи между ними представлены на схеме

Жирными стрелками показаны пути и направления движения информации, а простыми стрелками — пути и направления передачи управляющих сигналов.



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.

Основным элементом регистра является электронная схема, называемая триггером, которая способна хранить одну двоичную цифру (разряд двоичного кода).

Регистр представляет собой совокупность триггеров, связанных друг с другом определённым образом общей системой управления.

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

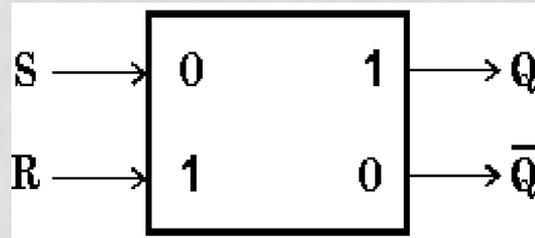
- **сумматор** — регистр АЛУ, участвующий в выполнении каждой операции;
- **счетчик команд** — регистр УУ, содержимое которого соответствует адресу очередной выполняемой команды; служит для автоматической выборки программы из последовательных ячеек памяти;
- **регистр команд** — регистр УУ для хранения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

Что такое триггер?

Триггер — это электронная схема, широко применяемая в регистрах компьютера для надёжного запоминания одного разряда двоичного кода. Триггер имеет два устойчивых состояния, одно из которых соответствует двоичной единице, а другое — двоичному нулю.

Термин **триггер** происходит от английского слова **trigger** — защёлка, спусковой крючок. Для обозначения этой схемы в английском языке чаще употребляется термин **flip-flop**, что в переводе означает "хлопанье". Это звукоподражательное название электронной схемы указывает на её способность почти мгновенно переходить ("перебрасываться") из одного электрического состояния в другое и наоборот.

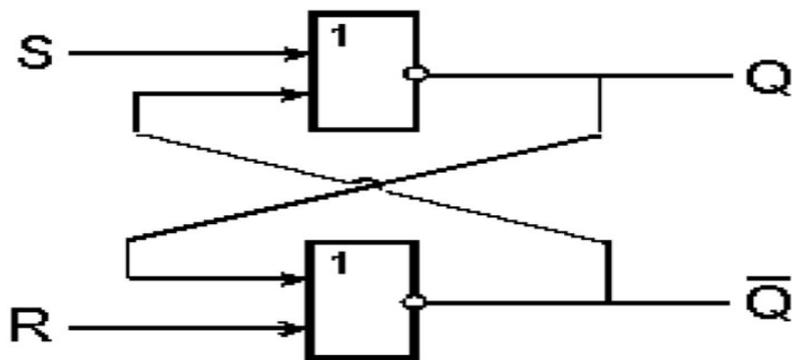
Самый распространённый тип триггера — так называемый RS-триггер (S и R, соответственно, от английских *set* — установка, и *reset* — сброс). Условное обозначение триггера



На каждый из двух входов S и R могут подаваться входные сигналы в виде кратковременных импульсов ().

Наличие импульса на входе будем считать единицей, а его отсутствие — нулем.

На рис. показана реализация триггера с помощью вентилях ИЛИ—НЕ и соответствующая таблица истинности.



S	R	Q	\bar{Q}
0	0	запрещено	
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	хранение бита	

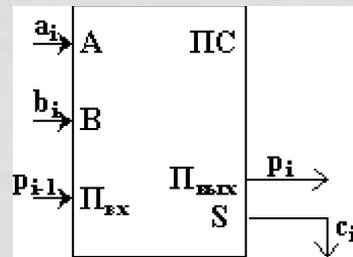
1. Если на входы триггера подать $S="1"$, $R="0"$, то (независимо от состояния) на выходе Q верхнего вентиля появится "0". После этого на входах нижнего вентиля окажется $R="0"$, $Q="0"$ и выход \overline{Q} станет равным "1".
2. Точно так же при подаче "0" на вход S и "1" на вход R на выходе \overline{Q} появится "0", а на Q — "1".
3. Если на входы R и S подана логическая "1", то состояние Q и \overline{Q} не меняется.
4. Подача на оба входа R и S логического "0" может привести к неоднозначному результату, поэтому эта комбинация входных сигналов запрещена.

Поскольку один триггер может запомнить только один разряд двоичного кода, то для запоминания байта нужно 8 триггеров, для запоминания килобайта, соответственно, $8 \times 2^{10} = 8192$ триггеров. Современные микросхемы памяти содержат миллионы триггеров.

Что такое сумматор?

Сумматор служит, прежде всего, центральным узлом арифметико-логического устройства компьютера, однако он находит применение также и в других устройствах машины.

Многоразрядный двоичный сумматор, предназначенный для сложения многоразрядных двоичных чисел, представляет собой комбинацию одноразрядных сумматоров, с рассмотрения которых мы и начнём. Условное обозначение одноразрядного сумматора на рис.



При сложении чисел A и B в одном i -ом разряде приходится иметь дело с тремя цифрами:

1. цифра a_i первого слагаемого;
2. цифра b_i второго слагаемого;
3. перенос p_{i-1} из младшего разряда.

В результате сложения получаются две цифры:

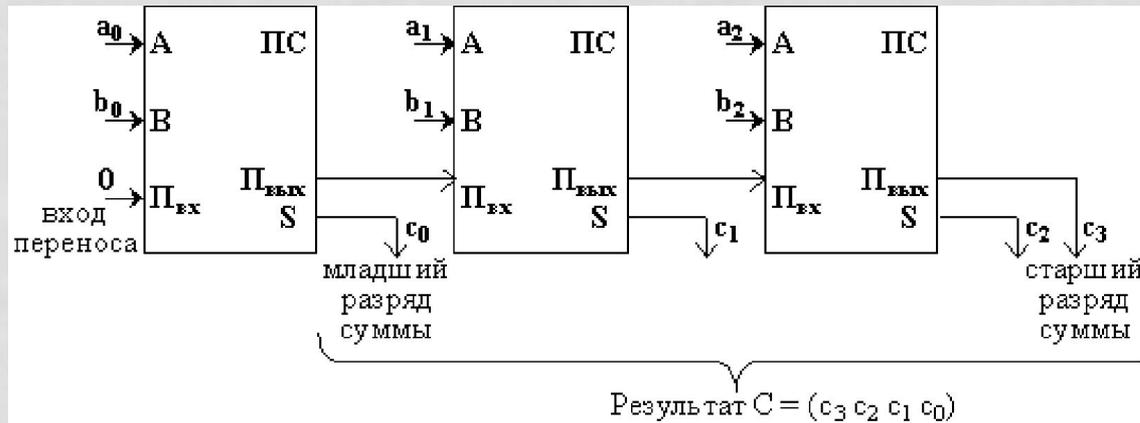
1. цифра c_i для суммы;
2. перенос p_i из данного разряда в старший.

Таким образом, **одноразрядный двоичный сумматор есть устройство с тремя входами и двумя выходами**, работа которого может быть описана следующей таблицей истинности:

Входы			Выходы	
Первое слагаемое	Второе слагаемое	Перенос	Сумма	Перенос
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Если требуется складывать двоичные слова длиной два и более бит, то можно использовать последовательное соединение таких сумматоров, причём для **двух соседних сумматоров выход переноса одного сумматора является входом для другого.**

Например, схема вычисления суммы $C = (c_3 c_2 c_1 c_0)$ двух двоичных трехразрядных чисел $A = (a_2 a_1 a_0)$ и $B = (b_2 b_1 b_0)$ может иметь вид:



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:

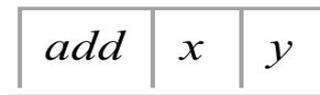
- сам операнд (число или символ);
- адрес операнда (номер байта, начиная с которого расположен операнд);
- адрес адреса операнда (номер байта, начиная с которого расположен адрес операнда), и др.

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

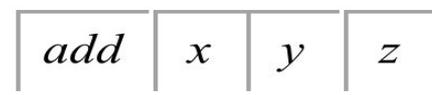
- **одноадресная команда *add x*** (содержимое ячейки *x* сложить с содержимым сумматора, а результат оставить в сумматоре)



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

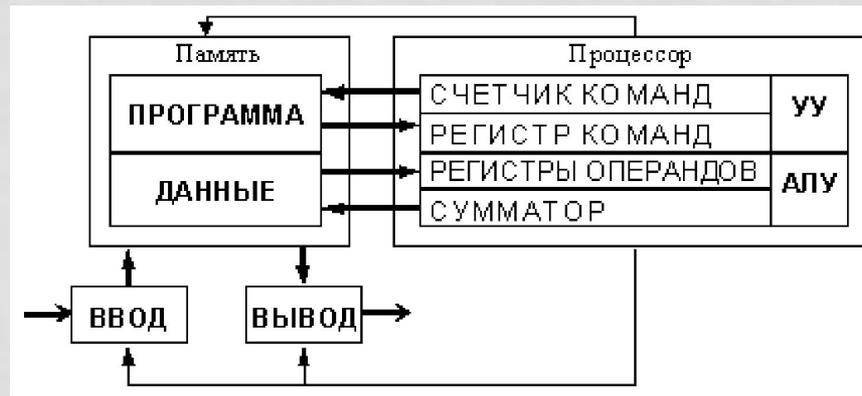


-
- **трехадресная команда *add x, y, z*** (содержимое ячейки *x* сложить с содержимым ячейки *y*, сумму поместить в ячейку *z*)



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?

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.

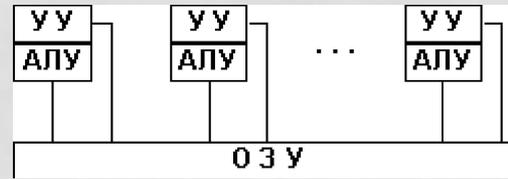
- **Классическая архитектура** (архитектура фон Неймана) — одно арифметико-логическое устройство (АЛУ), через которое проходит поток данных, и одно устройство управления (УУ), через которое проходит поток команд — программа (рис. 2.1). Это **однопроцессорный компьютер**. К этому типу архитектуры относится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

Физически магистраль представляет собой многопроводную 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.

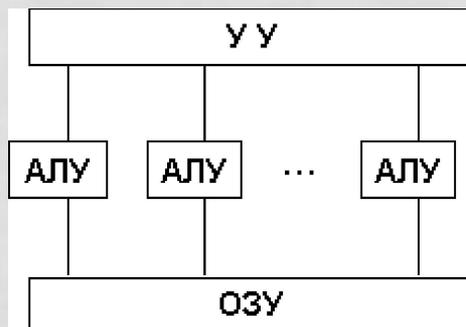
Многопроцессорная архитектура. Наличие в компьютере нескольких процессоров означает, что **параллельно может быть организовано много потоков данных и много потоков команд.** Таким образом, параллельно могут выполняться несколько фрагментов одной задачи. Структура такой машины, имеющей общую оперативную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



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. Структура таких компьютеров представлена на рис.



В современных машинах часто присутствуют элементы различных типов архитектурных решений. Существуют и такие архитектурные решения, которые радикально отличаются от рассмотренных выше.

Что такое центральный процессор?

Центральный процессор — это основной рабочий компонент компьютера, который выполняет заданные программой операции и координирует работу всех устройств компьютера.

Центральный процессор выполняет арифметико-логические операции, управляет шиной данных и шиной адреса, а также содержит регистры;

буфер команд;

буфер — очень быструю память; математический сопроцессор.

Современные процессоры — это микропроцессоры.

Микропроцессор представляет собой кристаллического кремния.

Кремниевый кристалл имеет квадратную форму площадью всего несколько квадратных миллиметров.

На кристалле реализованы все функции процессора. Кристалл заключен в керамический плоский корпус.

Корпус имеет ножки-штырьками, чтобы его можно было присоединить к системной плате компьютера.



— это основной рабочий компонент компьютера, который выполняет заданные программой операции и координирует работу всех устройств компьютера.



Кбайт);

Микропроцессоры. Физически микропроцессор представляет собой тонкую пластинку площадью всего несколько квадратных миллиметров. На ней реализованы все функции процессора. Кристалл заключен в керамический плоский корпус. Корпус имеет ножки-штырьками, чтобы его можно было присоединить к системной плате компьютера.

Кбайт);

Как устроена память?

Память компьютера построена из двоичных запоминающих элементов — **битов**, объединенных в группы по 8 битов, которые называются **байтами**. (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**.

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.**



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 малоёмких, чем DRAM (SDRAM). Современные микропроцессоры имеют **встроенную кэш-память**, так называемый **кэш первого уровня** размером 8, 16 или 32 Кбайт и выше. Кроме того, на системной плате компьютера может быть установлен **кэш второго, третьего уровней** ёмкостью 256, 512 Кбайт и выше.

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.

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.

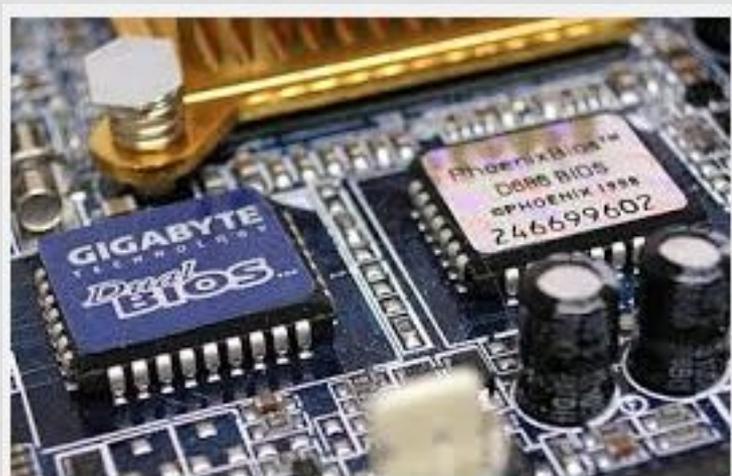
Важнейшая микросхема постоянной или Flash-памяти — модуль BIOS. Роль BIOS двоякая: с одной стороны это неотъемлемый элемент аппаратуры, а с другой стороны — важный модуль любой операционной системы.

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.

Разновидность постоянного ЗУ — CMOS RAM.

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.

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



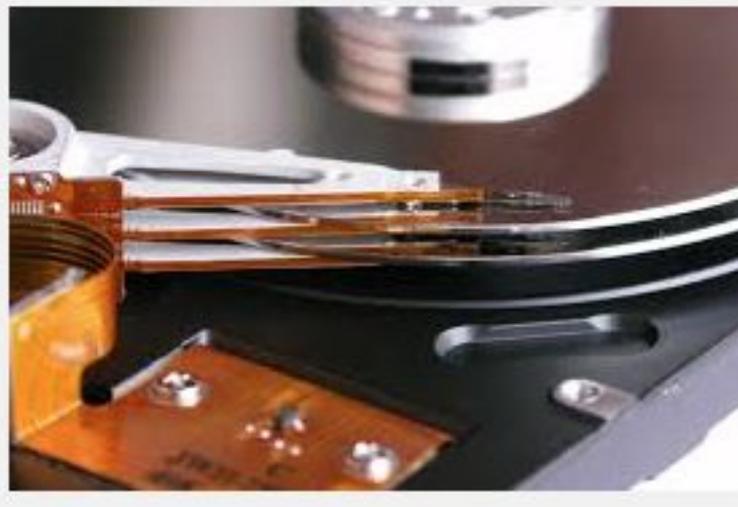
Какие устройства образуют внешнюю память?

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.



SSD Controller

SATA
and
Power



Config and
General I/O

More FLASH
on back ↻

