

Работа компьютера имитирует (моделирует) информационную деятельность человека. Это оказалось возможным благодаря наличию в составе компьютера памяти. В компьютере используется память нескольких типов, отличающихся по своему функциональному назначению и, как следствие, способами хранения информации, а также конструктивно. Память компьютера подразделяется на основную и внешнюю.

Постоянная память, или постоянное запоминающее устройство — ПЗУ (Read Only Memory — ROM), — память только для чтения. Она реализована, как уже говорилось, в виде электронных схем и служит для хранения программ начальной загрузки компьютера и тестирования его узлов. Мы называем этот тип памяти постоянным, потому что записанная в ней информация не изменяется после выключения компьютера. Она энергонезависима, так как хранимые в ней команды начинают выполняться при первом же импульсе тока, поступившего на контакты электронной микросхемы. Сохранение информации в ПЗУ после выключения компьютера не означает, что содержимое этой памяти невозможно изменить. Существует так называемая перепрограммируемая постоянная память, для которой возможно изменение хранимой информации.

Оперативная память, или оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), предназначена для хранения информации, изменяющейся в ходе выполнения процессором операций по ее обработке. Информацию в такую память можно записать для хранения, изменять или использовать при необходимости. Вся информация, вводимая в компьютер и возникающая в ходе его работы, хранится в этой памяти, но только тогда, когда компьютер включен. Такая энергозависимость оперативной памяти объясняется ее физическим исполнением, о котором будет сказано ниже. Остановимся подробнее на структурной, физической и логической организации и свойствах оперативной памяти.

Машинное слово может быть различной длины в зависимости от типа компьютера (от 8 до 64 бит) и определяет наибольшее число, которое может удерживаться в ячейке памяти. При байтовой архитектуре **минимальной единицей измерения информации является байт**, а машинное слово может равняться **2, 4 или 8 байтам (т.е. 16, 32, 64 бита)**.

Следовательно, можно говорить об объеме памяти компьютера и измерять его в килобайтах, мегабайтах, гигабайтах в соответствии с количеством байтовых ячеек как дискретных структурных единиц памяти. В памяти компьютера все байты пронумерованы, причем нумерация начинается с нуля. Порядковый номер байта называется его **адресом**. В компьютере адреса обозначаются **двоичным или шестнадцатеричным кодом**. Адрес машинного слова в памяти компьютера равен адресу младшего байта, входящего в это слово. В оперативной памяти в виде последовательности машинных слов хранятся как данные, так и

программы. В любой момент времени доступ может осуществляться к произвольно выбранной ячейке, поэтому этот вид памяти называют также памятью с произвольной выборкой — RAM (Random Access Memory).

Пример 1. Объем оперативной памяти компьютера равен 1 Мбайту, а адрес последнего машинного слова 1048574. Чему равен размер машинного слова?

Решение. 1 Мбайт = 1024 * 1048576 байт. Так как нумерация байтов начинается с нуля, значит адрес последнего байта будет 1048575. Таким образом, последнее машинное слово включает в себя 2 байта с номерами 1048574 и 1048575.

Пример 2. Оперативная память компьютера содержит 163840 машинных слов, что составляет 0,625 Мбайт. Сколько бит содержит каждое машинное слово?

Решение. 1 Мбайт = 1048576 байт. 0,625 Мбайт = 655360 байт. Таким образом, одно машинное слово содержит $655360/163840 = 4$ байта или 32 бита.

Физически для построения запоминающего устройства типа RAM используют микросхемы динамической и статической памяти, для которых сохранение бита информации означает сохранение электрического заряда (именно этим объясняется энергозависимость всей оперативной памяти, то есть потеря при выключении компьютера всей информации, хранимой в ней).

В случае динамической RAM (DRAM) каждый бит такой памяти представляется в виде наличия (или отсутствия) заряда на конденсаторе, образованном в структуре полупроводникового кристалла. Эти ячейки очень компактны, дешевы, но со временем конденсатор испытывает утечку заряда, поэтому периодически выполняется автоматическое "восстановление" информации в каждой ячейке динамической RAM. Это снижает скорость работы DRAM и является основным ее недостатком.

В случае статической RAM каждый бит представлен одним из двух возможных состояний некоторой электрической цепи, содержащей транзисторы и имеющей вывод на адресную линию. В качестве элементарной ячейки памяти здесь используют так называемый статический триггер.

Если от типа процессора зависит объем адресуемой им оперативной памяти, то быстродействие используемой оперативной памяти, в свою очередь, во многом определяет скорость работы процессора, влияя на производительность всей системы.

Статическая память обладает большим быстродействием, то есть имеет малое время доступа к ячейке; информация в ячейке хранится надежно, не требуется ее восстановление. К тому же работа большинства элементов, на которых построен микропроцессор, во многом похожа на работу ячеек статической памяти — триггеров, в связи с чем скорости работы этих

устройств достаточно близки (в то время как быстродействие элементов микропроцессора существенно выше, чем элементов динамической памяти). Но этот вид памяти (статической RAM) дорог и к тому же энергоемок (происходит нагревание элементов), что уменьшает его надежность.

Поэтому собственно оперативная память компьютера физически выполняется на элементах динамической RAM, а для согласования работы сравнительно медленных устройств (в нашем случае динамической RAM) со сравнительно быстрым микропроцессором используют функционально для этого предназначенную кэш-память, построенную из ячеек статической RAM. Таким образом, в компьютерах присутствуют одновременно оба вида RAM. Следует отметить, что время доступа для микросхем ОЗУ с 1984 г. снизилось со 150 до 50нс.

Логическую структуру оперативной памяти рассмотрим на примере IBM PC. Оперативная память разделена на области различного объема. Так, первые 640 Кбайт считаются стандартной памятью для пользовательских программ и данных. Оставшиеся до 1 Мбайта ячейки зарезервированы для системного использования и носят название памяти в верхних или высших адресах. 1 Мбайт ОЗУ совпадает с адресным пространством в 1 Мбайт процессора с 20-разрядной шиной адреса ($2^{20} = 1$ Мбайт), которая была у МП i8088. Взаимно-однозначное соответствие между объемом адресного пространства процессора (памятью, потенциально доступной пользователю) и реально существующей памятью в виде набора микросхем ОЗУ и ПЗУ реализуется далеко не всегда. Возможны два случая:

- адресное пространство меньше объема реально (физически) существующих микросхем памяти;
- адресное пространство больше объема реально существующих микросхем памяти.

В первом случае выход из положения состоит в поочередном (так называемом постраничном) подключении дополнительных блоков памяти к адресному пространству. Во втором случае (в компьютерах с 24- или 32-разрядной шиной адреса — 16 Мбайт или 4 Гбайта адресуемой памяти) подключают дополнительные модули оперативной памяти.

Структурно оперативную память можно представить себе как совокупность ячеек памяти, разделенных на разряды для хранения в каждом из них бита информации. Следовательно, **в любую ячейку памяти записывается некоторый набор нулей и единиц, или машинное слово — фиксированная, упорядоченная последовательность битов, рассматриваемая аппаратной частью компьютера как единое целое.**