

§7. Устройство памяти

Системные платы исполняются на основе наборов микросхем, которые называются чипсетам (ChipSets). Часто на системных платах устанавливают и контроллеры дисковых накопителей, видеоадаптер, контроллеры портов и др. В гнезда расширения системной платы устанавливаются платы таких периферийных устройств, как модем, сетевая плата, видеоплата и т.п.

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.

Современные компьютеры имеют много разнообразных запоминающих устройств, которые сильно отличаются между собой по назначению, временным характеристикам, объему хранимой информации и стоимости хранения одинакового объема информации. Различают два основных вида памяти – **внутреннюю** и **внешнюю**.

7.1. Внутренняя 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 объема, 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 емкость 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 400 МГц), время доступа к данным (6 или 7 наносекунд) и число контактов (72, 168 или 184).

2. Кэш-память

Кэш (англ. cache), или сверхоперативная память – очень быстрое запоминающее устройство небольшого объема, 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 ее 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 малоемких, 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 емкостью 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.

Разновидность постоянного запоминающего устройства – 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**, 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.

7.2. Внешняя память

Внешняя память (ВЗУ) предназначена для длительного хранения программ и данных, и целостность ее 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:

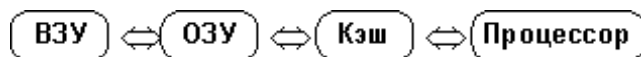


Рис. 4.

В состав внешней памяти компьютера входят:

- накопители на жестких 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 дискета, – 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.

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. Емкость сектора постоянна и составляет 512 байтов.

В настоящее время наибольшее распространение получили дискеты со следующими характеристиками: диаметр 3,5 дюйма (89 мм), емкость 1,44 Мбайт, число дорожек 80, количество секторов на дорожках 18.

Дискета устанавливается в накопитель на гибких магнитных дисках (англ. *floppy-disk drive*), автоматически в нем фиксируется, после чего механизм накопителя раскручивается до частоты вращения 360 оборотов в минуту. В накопителе вращается сама дискета, магнитные головки остаются неподвижными. Дискета вращается только при обращении к ней. Накопитель связан с процессором через контроллер гибких дисков.

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 емкости, 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 подъеме 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 емкость: от 10 до 120 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.

Для работы с CD-ROM нужно подключить к компьютеру накопитель CD-ROM, преобразующий последовательность углублений и выступов на поверхности CD-ROM в последовательность двоичных сигналов. Для этого используется считывающая головка с микролазером и светодиодом. Глубина впадин на поверхности диска равна четверти длины волны лазерного света. Если в двух последовательных тактах считывания информации луч света лазерной головки переходит с выступа на дно впадины или обратно, разность длин путей света в этих тактах меняется на полуволну, что вызывает усиление или ослабление совместно попадающих на светодиод прямого и отраженного от диска света.

Если в последовательных тактах считывания длина пути света не меняется, то и состояние светодиода не меняется. В результате ток через светодиод образует последовательность двоичных электрических сигналов, соответствующих сочетанию впадин и выступов на дорожке.

Различная длина оптического пути луча света в двух последовательных тактах считывания информации соответствует двоичным единицам. Одинаковая длина соответствует двоичным нулям.

Сегодня почти все персональные компьютеры имеют накопитель CD-ROM. Но многие мультимедийные интерактивные программы слишком велики, чтобы поместиться на одном CD. На смену технологии CD-ROM стремительно идет технология цифровых видеодисков DVD. Эти диски имеют тот же размер, что и обычные CD, но вмещают до 17 Гбайт данных, т.е. по объему заменяют 20 стандартных дисков CD-ROM. На таких дисках выпускаются мультимедийные игры и интерактивные видеофильмы отличного качества, позволяющие зрителю просматривать эпизоды под разными углами камеры, выбирать различные варианты окончания картины, знакомиться с биографиями снявшихся актеров, наслаждаться великолепным качеством звука.

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.

Накопитель на магнито-оптических компакт-дисках CD-МО (Compact Disk – Magneto Optical). Диски CD-МО можно многократно использовать для записи. Емкость от 128 Мбайт до 2,6 Гбайт.

Накопитель WARM (Write And Read Many times), позволяет производить многократную запись и считывание.

5. Накопители на магнитной ленте (стримеры) и накопители на сменных дисках

Стример (англ. tape streamer) – устройство для резервного копирования больших объемов информации. В качестве носителя здесь применяются кассеты с магнитной лентой емкостью 1 – 2 Гбайта и больше.

Стримеры позволяют записать на небольшую кассету с магнитной лентой огромное количество информации. Встроенные в стример средства аппаратного сжатия позволяют автоматически уплотнять информацию перед ее записью и восстанавливать после считывания, что увеличивает объем сохраняемой информации.

Недостатком стримеров является их сравнительно низкая скорость записи, поиска и считывания информации.

В последнее время все шире используются накопители на сменных дисках, которые позволяют не только увеличивать объем хранимой информации, но и переносить информацию между компьютерами. Объем сменных дисков – от сотен Мбайт до нескольких Гигабайт.