

Логическое распределение оперативной памяти в персональных компьютерах (Intel/PC)

Разумеется, речь здесь идёт только о фундаментальных принципах, без рассмотрения ненужных и, зачастую, устаревших подробностей.

Логическое распределение оперативной памяти (рис.1) определяется не только применяемой операционной системой, но и особенностями аппаратной реализации IBM-совместимых компьютеров. Знание строения RAM необходимо для программной оптимизации системы. Оптимизация системы не всегда пропорциональна денежным вложениям в новейшие быстродействующие

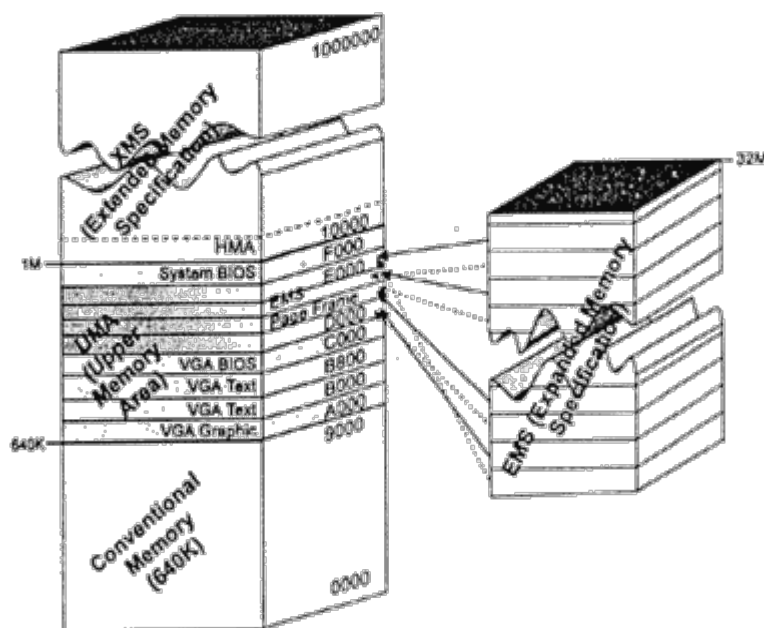


Рис.1.

программные продукты. Используя простые уловки и хитрости, можно повысить производительность PC внутрисистемными методами.

Можно выделить пять важнейших логических областей оперативной памяти:

- Стандартная оперативная память (Conventional Memory);
- EMS (Expanded Memory Specification) – «описание расширений памяти»;
- UMA (Upper Memory Area) – «верхняя область памяти»;
- HMA (High Memory Area) – «надстройка памяти / высокая, высшая, лучшая, совершенная память»;
- XMS (eXtended Memory Specification) – «спецификация продления памяти».

1. Стандартная оперативная память.

Достоверно можно утверждать, что с точки зрения аппаратной спецификации стандартная память является наиважнейшей. Как правило, в ней располагается большая часть прикладных программ и данных.

В литературе Intel/PC для адресации памяти применяется шестнадцатеричная, характеризующаяся наличием символа "h" после значения. Иногда этот символ в литературе по Intel/PC опускается (подразумевается по умолчанию), что создаёт массу неоднозначных толкований.

Стандартная память начинается от адреса 0000h:0000h и продолжается до адреса A000h:0000h.

В пределах этой памяти выше уровня 640 Кб фирмой IBM были зарезервированы 384 Кб для выполнения внутренних функций, которые будут рассмотрены далее. Распределение памяти для Intel/PC, начиная с CPU 80386, показано на рисунке:

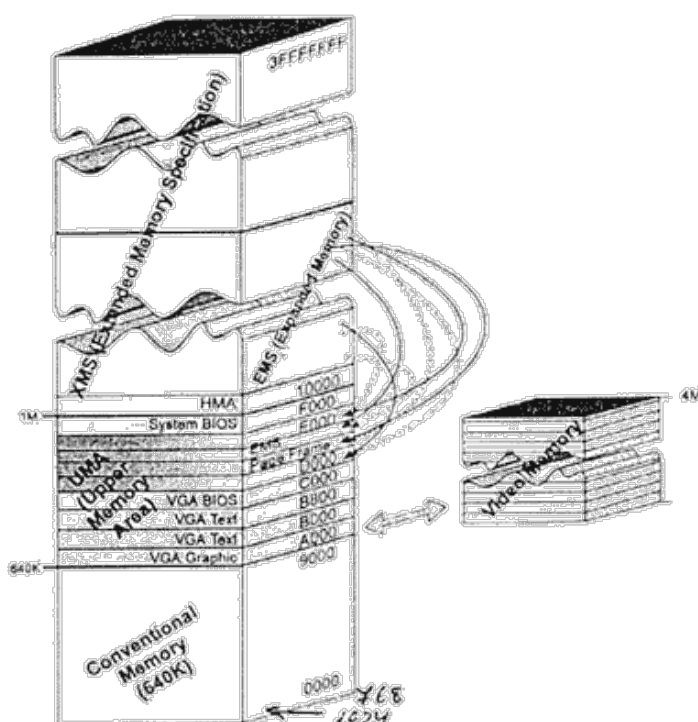


Рис. 2.

1.1. Таблица векторов прерываний.

Само название говорит, что речь идет о таблице (состоящей из 256 элементов по 4 байта), в которой находятся вектора прерываний — адреса сервисных программ, входящих в состав операционной системы и BIOS. При этом речь идет о таких базовых функциях, как отображение символа на экране монитора, организация доступа к дисководу или жесткому диску и т. п. Но поскольку существуют различные операционные системы и версии BIOS, эти программы обработки прерываний могут располагаться в различных местах стандартной оперативной памяти. В таблице векторов прерываний указано их реальное местоположение. Таблица начинается с адреса 0000h:0000h и занимает 1024 байта (1 Кб).

1.2. Область данных BIOS.

Вслед за таблицей прерываний расположена область данных BIOS объемом 768 байт. Здесь размещены: счетчик таймера, буфер клавиатуры и другая внутренняя информация.

1.3. Область для операционной системы.

После области для данных BIOS в стандартной оперативной памяти располагается область для загрузки операционной системы. Конечно, система загружается в RAM не полностью, а только частично (например, ядро DOS, Windows). Часть ядра операционной системы – процессор команд, более известный под именем COMMAND.COM. Ядро операционной системы не имеет постоянного адреса памяти. Его местоположение и размер занимаемой ядром памяти зависят от версии операционной системы. Впрочем, имеется возможность перераспределить стандартную память, поместив ядро системы в другие области памяти.

1.4. Основная область памяти.

Далее до адреса A000h:0000h все принадлежит только программам и данным. Этот адрес известен как граница 640 Кб.

2. UMA

После первых 640 Кб оперативная память становится "аппаратной". Здесь находится информация, которая служит для сопряжения прикладных программ с различными картами расширений, установленными в PC, а поскольку иногда карты расширения, например, видеокарту, называют *адаптерами (Adapter)*, эту область памяти коротко называют сегментом адаптера или, т.к. речь идет об области памяти с более высокими адресами, UMA (*Upper Memory Area*). «Верхняя память» (*Upper Memory*) располагается по адресам в диапазоне A0000h — FFFFh (от 640 Кб до 1 Мб), ее размер составляет 384 Кб.

Рассматриваемая область памяти неоднородна. В UMA размещается видеопамять и ROM BIOS, а также могут находиться модули постоянной и оперативной памяти, конструктивно расположенные на картах расширения, подключенных к PC. Поэтому среди этих блоков некоторые зарезервированы, другие – свободны. Свободные блоки называются UMB (*Upper Memory Block*).

Область памяти графической карты находится в пределах адресов от A000h:0000h до C000h:0000h и занимает 128 Кб. Конструктивно она располагается на видеокарте, а логически помещена в адресное пространство памяти PC.

С видеопамятью работают сразу два компонента PC: процессор и монитор. Процессор помещает в нее данные, а монитор обращается к видеопамяти для вывода этих данных на экран. Процессор обращается к видеопамяти только при необходимости изменить выводимые данные, а монитор считывает данные из нее непрерывно для отображения их на экране.

Современные видеокарты поставляются с видеопамтью объемом до 256 Мб. В этой памяти хранится изображение. Соответствующая программа обращается к нему через "окно" размером 64 Кб, адрес которого приходится на начало блока A000h:0000h или блока B000h:0000h. При этом программа управляет значением в

специальном индексном регистре, которое показывает, какие 64 Кб видеопамати отображаются в окне. Этот способ несколько напоминает ситуацию с памятью EMS, о которой расскажем далее.

Выше адреса C000h:0000h вплоть до C800h:0000h находится VGA BIOS (размером 32 Кб), где записаны основные функции для представления изображений. Некоторые прикладные программы охотно обращаются к VGA BIOS, потому что доступ к программам BIOS в области памяти сегмента адаптера намного быстрее, чем к соответствующим программам, находящимся в ROM BIOS видеокарты.

Выше адреса C800h:0000h все по-настоящему запутано. Здесь находятся несколько свободных блоков, которые могут быть использованы различным образом. Большинство изготовителей плат пользуются этим с целью ускорения доступа и располагают здесь информацию, например, SCSI-Host-адаптера или сетевой карты. При отсутствии таких устройств можно использовать эту память для размещения в ней операционной системы (это можно сделать с помощью драйвера EMM386.EXE, входящего в поставку DOS или Windows). Кроме того, 64 Кб резервируются для страниц дополнительной памяти (EMS), если она будет использоваться. Как это сделать, описано далее.

В последних 64 Кб сегмента адаптера выше адреса F000h:0000h располагается ROM BIOS. Здесь, например, находится информация, внесенная в CMOS Setup при конфигурировании PC. Предположительно, в CMOS Setup имеется опция System BIOS shadow RAM, которую целесообразно активизировать.

3. EMS.

Как уже отмечалось, в верхней памяти имеются изрядные «дыры», которые представляют собой свободную память (свободное адресное пространство), самостоятельно ОС не идентифицируемую. Пустуют, как правило, область расширения системного ROM BIOS или часть области под дополнительные модули ROM. Эффективно использовать эту область памяти позволяет метод организации EMS (Expanded Memory Specification), появившийся прежде всего потому, что программы, использующие большой объем памяти, не могли разместиться в основной оперативной памяти (всего то 640 Кб!).

Чтобы преодолеть этот барьер фирмы Lotus, Intel и Microsoft (отсюда название по аббревиатуре LIM) создали стандарт, который основывается на так называемом «переключении банков» (Bank Switching's) или «переключении блоков» (страниц) памяти. В области UMB между видеобуфером и системной ROM BIOS выделяется «незанятое окно» (Page frame) размером 64 Кб, разделённое на 4 логических страницы по 16 Кб каждая. С помощью специального драйвера, например, EMM386.EXE, строятся «отображения произвольных по объёму физических страниц (до четырёх) в логические из дополнительной (Expanded) памяти, расположенной на специальной карте расширения оперативной памяти. Поэтому эту память часто именуют *отображаемой* памятью. С момента принятия концепции LIM при необходимости обращения к данным, расположенным в дополнительной памяти, с помощью драйвера выбирается соответствующее заранее построенное «отображение» физических страниц в логические.

Когда CPU обращается к области памяти, входящей в окно (адрес памяти она ниже 1 Мб), аппаратно происходит обращение к соответствующим страницам

дополнительной памяти на плате расширения. Посредством механизма адресации, реализуемого драйвером EMS, стало возможным обращаться к 8 Мб (стандарт LIM 3.2), затем к 32 Мб (стандарт LIM 4.0) и т.д. дополнительной памяти, которая конструктивно располагалась на отдельной плате (карте расширения). После появления Intel 80386 такая отдельная карта расширения стала не обязательна, а потом и не нужна. В дальнейшем EMS стало возможным эмулировать с помощью соответствующих драйверов. Чтобы использовать EMS-память необходимо выполнение двух условий:

- 1) прикладные программы должны уметь обращаться к драйверу EMS-памяти;
- 2) необходим специальный «менеджер» (Expanded Memory Manager, EMM), который организует страницы памяти и управляет ими.

Ранее для старых материнских плат драйвер управления памятью поставлялся на отдельной дискете. В настоящее время этот драйвер входит в стандартные поставки DOS и Windows, всякий раз он соответствует последнему стандарту LIM и традиционно именуется EMM386.EXE. Этот драйвер позволяет программно эмулировать дополнительную (Expanded) память в расширенной (Extended) памяти. В CONFIG.SYS этот драйвер определяется, как правило, так:

```
Device = C:\DOS\EMM386.EXE xxxx
```

или

```
Device = C:\Windows\EMM386.EXE xxxx
```

Параметр обозначенный xxxx определяет в килобайтах величину эмулируемой Expanded-памяти.

Командная строка

```
C:\DOS\EMM386.EXE 1024
```

файла CONFIG.SYS резервирует 1 Мб дополнительной памяти, что можно проверить, например, с помощью утилиты SysInfo, входящей в пакет Norton Utilities. Справку о распределении памяти можно с помощью команды MEM.

Эмулировать дополнительную память необходимо только в том случае, если выполняются соответствующие программы. Такие программы как, например, AutoCAD или Windows, нуждаются скорее в памяти XMS, о которой речь далее. В таком случае драйвер EMM386.EXE служит для идентификации и управления блоками верхней памяти (UMB) и его надо применять всякий раз, записав в CONFIG.SYS командную строку:

```
Device = C:\DOS\EMM386.EXE NoEms.
```

Здесь параметр NoEms означает, что в области памяти выше 1 Мб под дополнительную память не надо выделять ни одного байта (важное достоинство Windows).

4. НМА.

Первый блок величиной 64 Кб непосредственно выше границы 1 Мб оперативной памяти обозначают НМА (High Memory Area). Своему существованию эта область целиком обязана несколько "ущербной" эмуляции процессора 8088 (и 8086) процессором 80286. Дело состоит в следующем. Вся стандартная память, помимо того, что может быть представлена в виде 16 непересекающихся блоков размером 64Кб каждая (с «порядковыми номерами» 0—F), также может быть представлена и в виде перекрываемых областей по 64 Кб каждая, называемых сегментами, которые, вообще говоря, могут начинаться через каждые 16 байт.

Максимальный полный адрес в виде

сегмент: смещение,

по которому может обратиться процессор 8088/8086, — это FFFFh:000Fh (20 адресных линий). Если увеличить это значение хотя бы на единицу, то произойдет циклический перенос (Wrap around) и значение адреса станет 0000h:0000h. Для CPU 80286 и последующих поколений процессоров в общем случае этого не произойдет, так как адресная шина этих процессоров имеет больше 20 разрядов. Но, разумеется, адрес памяти при этом превысит границу 1 Мб. Чтобы исправить эту ошибку, фирма IBM предусмотрела на материнских платах PC специальные аппаратные средства, заставляющие процессоры после 80286 выполнять переход на низшие адреса, как это было при работе процессора 8088/8086. Однако такой переход можно и отменить чисто программным путем.

Таким образом, персональные компьютеры с CPU не ниже 80286 в реальном режиме могут дополнительно адресовать память в пределах FFFFh:0010h — FFFFh:FFFFh, то есть практически целый сегмент размером 64 Кб за вычетом 16 байт. Особенно важным для понимания является тот факт, что область НМА доступна, по сути, в реальном режиме работы процессора. Необходимую программную поддержку выполняет специальный драйвер HIMEM.SYS, соответствующий спецификации XMS, о которой речь пойдет далее.

(Если Вы не совсем разобрались во всем вышеизложенном и Вас мало интересует, какое управление адресами обеспечивает доступ к НМА, запомните только, что в файле CONFIG.SYS должна содержаться следующая строка:

```
Device = C:\DOS\HIMEM.SYS)
```

5. XMS.

Это последний тип памяти, но с помощью аппаратных средств в персональных компьютерах Intel/PC едва ли можно было сделать что-то большее.

XMS (eXtended Memory Specification) обозначает всю память выше границы 1 Мб, включая также НМА. Правда, следует отметить, что спецификация XMS дает возможность одновременного доступа к НМА только одной программе DOS, например, для загрузки в НМА ее резидентной части.

Информацию о XMS-памяти можно получить с помощью утилиты SysInfo, входящей в пакет Norton Utilities.

Чтобы иметь доступ к этой памяти, необходим специальный драйвер, с помощью которого данные пересылаются из стандартной памяти в расширенную и обратно. Выполнение программ, размещенных в расширенной памяти, не предусмотрено. Драйвер, реализующий XMS, переводит CPU в защищенный режим, т. е. режим, в котором можно адресовать всю память.

Это драйвер HIMEM.SYS; поставляется вместе с DOS и Windows.

Определение в файле CONFIG.SYS:

```
Device = C:\DOS\HIMEM.SYS
```