

Запоминающие устройства.

Оперативные запоминающие
устройства.

Постоянные запоминающие
устройства.

Внешние ЗУ.

Запоминающие устройства (ЗУ) предназначены для записи, хранения и выдачи информации в ЭВМ. Они позволяют сохранять (фиксировать) данные, промежуточные вычисления, константы, коды команд. Фиксация предполагает запись информации в ЗУ, после чего она там хранится, а при необходимости по запросам извлекается или считывается, т.е. осуществляется чтение ЗУ. Сохраняемая в ЗУ информация кодируется в 2 СС одинарными, двойными, счетверенными словами или байтами. Каждый байт содержит 8 бит. Бит – наименьшая емкость двоичной памяти, способной хранить только «0» или «1». В слове можно разместить 2 байта, двойное слово содержит 4 байта, счетверенное – 8 байт. Все ЗУ разбивается на отдельные ячейки. Каждая ячейка имеет возможность (доступ) осуществлять запись, хранение и считывание информации величиной, равной ее разрядности, за одно обращение.

По способам поиска информации различают адресные и ассоциативные ЗУ. В адресных ЗУ каждая ячейка имеет свой номер – адрес, по которому осуществляется обращение к ней. В ассоциативных ЗУ поиск ячейки ведется по некоторым закодированным признакам – запросам, т.е. «по содержанию». Адресные ЗУ для поиска одной искомой ячейки используют дешифраторы. Ассоциативные осуществляют поиск по всему массиву ЗУ схемами сравнения.

По способу доступа к отдельным ячейкам ЗУ различают:

- с последовательным доступом, при котором информация как записывается, так и считывается последовательно (ЗУ на магнитных лентах, перфолентах, линиях задержки, CD-ROM);
- с циклическим доступом, при котором место чтения или записи периодически повторяется (НГМД, НЖМД, магнитные барабаны);
- с произвольным (прямым) доступом, при котором чтение и запись могут осуществляться в любой момент времени в любую ячейку (ПЗУ, ППЗУ, ОЗУ и кэш).

По способу хранения и возможности записи информации различают:

- ПЗУ – постоянные ЗУ с неизменяющейся в процессе всей эксплуатации информацией;
- ППЗУ – полупостоянные ЗУ с возможностью многократного перепрограммирования содержания ячеек;
- ОЗУ – оперативные ЗУ с обменом в режиме записи / считывания по запросу системной шины;
- ОЗУ – сверхоперативные ЗУ – регистровая память на триггерах с высоким быстродействием.

По типу используемых элементов памяти ЗУ классифицируются на полупроводниковые, магнитные и оптические.

По внутренней организации ЗУ бывают:

- 2D – в 2 измерениях, когда массив памяти имеет N ячеек и адресных шин. Каждая ячейка возбуждается одной своей адресной шиной, а каждый разряд подключен к своей информационной шине;
- 3D – «куб памяти» – память в трех измерениях, в которой имеется по оси X и Y адресные шины и два дешифратора DCX и DCY , каждый разряд представляет собой однобитный массив памяти, подключенный к своей информационной шине;
- 2.5 D – по структуре эта память является промежуточной между 2D и 3D, имеет один DCX , а число DCY равно числу разрядов. Каждый разряд размещается в своем массиве, подключенном к одной информационной шине.

Основными параметрами ЗУ является емкость, быстродействие и стоимость. Емкость ЗУ

выражается в битах, байтах, килобайтах (Кб), мегабайтах (Мб), гигабайтах (Гб) и терабайтах (Тб). Быстродействие ЗУ определяется временем считывания данных в цикле чтения $t_{цч}$ и временем передачи в цикле записи $t_{цз}$. В общем виде $t_{цч}$, $t_{цз}$ можно вычислить по формулам:

$$t_{цз} = t_{п} + t_{с} + t_{з};$$

$$t_{цч} = t_{п} + t_{ч} + t_{р},$$

где $t_{п}$ – время, затрачиваемое в ЗУ на поиск ячейки;
 $t_{с}$ – время стирания предыдущей информации, если она может исказить записываемую;

$t_{з}$ – время записи данных в ячейку;

$t_{ч}$ – время извлечения информации на ШД;

$t_{р}$ – время регенерации данных.

Оперативные запоминающие устройства

Для построения ОЗУ большой емкости используются элементы статической или динамической памяти, которые строятся на простейших элементах транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ), инжекционной логики (I^2L), эмиттерносвязной логики (ЭСЛ) и других технологий.

В основе динамических ОЗУ (DRAM) используется заряд межэлектродных конденсаторов C_{ij} емкостью менее 0.1 пФ и током заряда менее 10^{-10} А.

Статическое ОЗУ (ячейка –на основе триггера

- Быстрый доступ
- Большая площадь на кристалле
- Большое энергопотребление

Динамическое ОЗУ (ячейка –на основе конденсатора)

- Маленькая площадь
- Организация в виде матрицы –две фазы передачи адреса
- Требуется регенерация

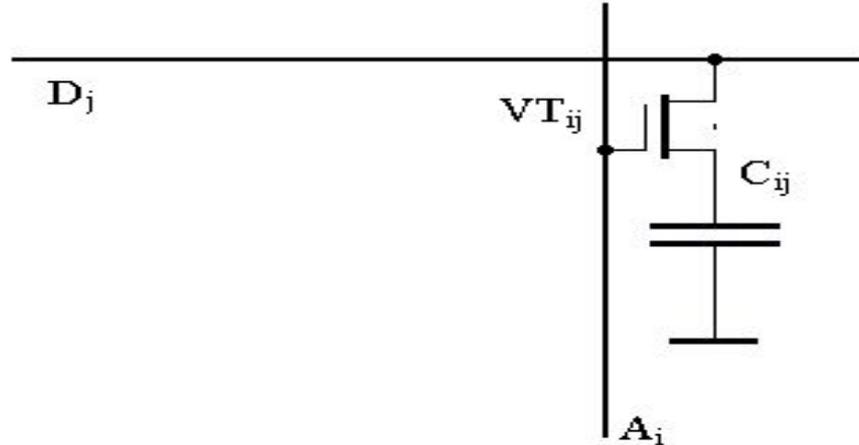


Рис.3.3. Элемент динамического ОЗУ.

Для устранения искажений информации в результате утечки заряда с конденсатора элементы памяти периодически, через 2 мс или более, в зависимости от типа ИС, необходимо перезаряжать в цикле регенерации. Преимуществом динамических ОЗУ является высокая степень интеграции элементов памяти и малая потребляемая мощность. Недостатком их является большое время доступа 50-70 нс по сравнению со статической памятью, где оно равно менее 15 нс.

В зависимости от технологии изготовления, структуры и способов увеличения быстродействия DRAM ИС ОЗУ в компьютерах в качестве системной памяти используются PM, FRM, EDO, BEDO, SDRAM :PM DRAM – динамическое ОЗУ со страничной выборкой (также регенерацией) содержимого ячеек в информационный статический регистр ИС при последовательной подаче адреса строки A_R и сигнала RAS; адреса A_C и сигнала CAS. PM позволяет после первого обмена осуществлять дополнительные передачи данных только с изменением младших адресов A_C и повторением сигнала стробирования CAS.

FRM DRAM – быстрая РМ, позволяет осуществлять, в отличие от РМ DRAM, последующие передачи без повторения сигнала стробирования CAS: на ША выставляются лишь адреса столбцов.

EDO DRAM – динамическое ОЗУ со страничной выборкой и встроенным конвейером вывода – усовершенствованная технология PM DRAM. Данные в конвейере (буферном регистре вывода) запоминаются и поэтому процесс вывода не критичен к длительности и времени подачи сигнала CAS, выборка может быть сокращена на 1-2 такта за счет сокращения тактов ожидания и перекрываться во времени.

BEDO DRAM – пакетная EDO с длинной пакета при передаче в четыре двойных / четверенных слова (Pentium). При доступе к ОЗУ формируется только стартовый адрес $\langle A_R \rangle / \langle A_C \rangle$ в первом обращении. Дальнейшие $\langle AC \rangle$ - адреса генерирует встроенный в ИС счетчик. Преимуществом BEDO является возможность сцепления пакетов в конвейере в одной и той же странице и инкремента ФА следующего пакета. Внутренний конвейер BEDO при чтении отсрочивает вывод данных на один CAS-цикл в целом удлиняя первую передачу на два такта.

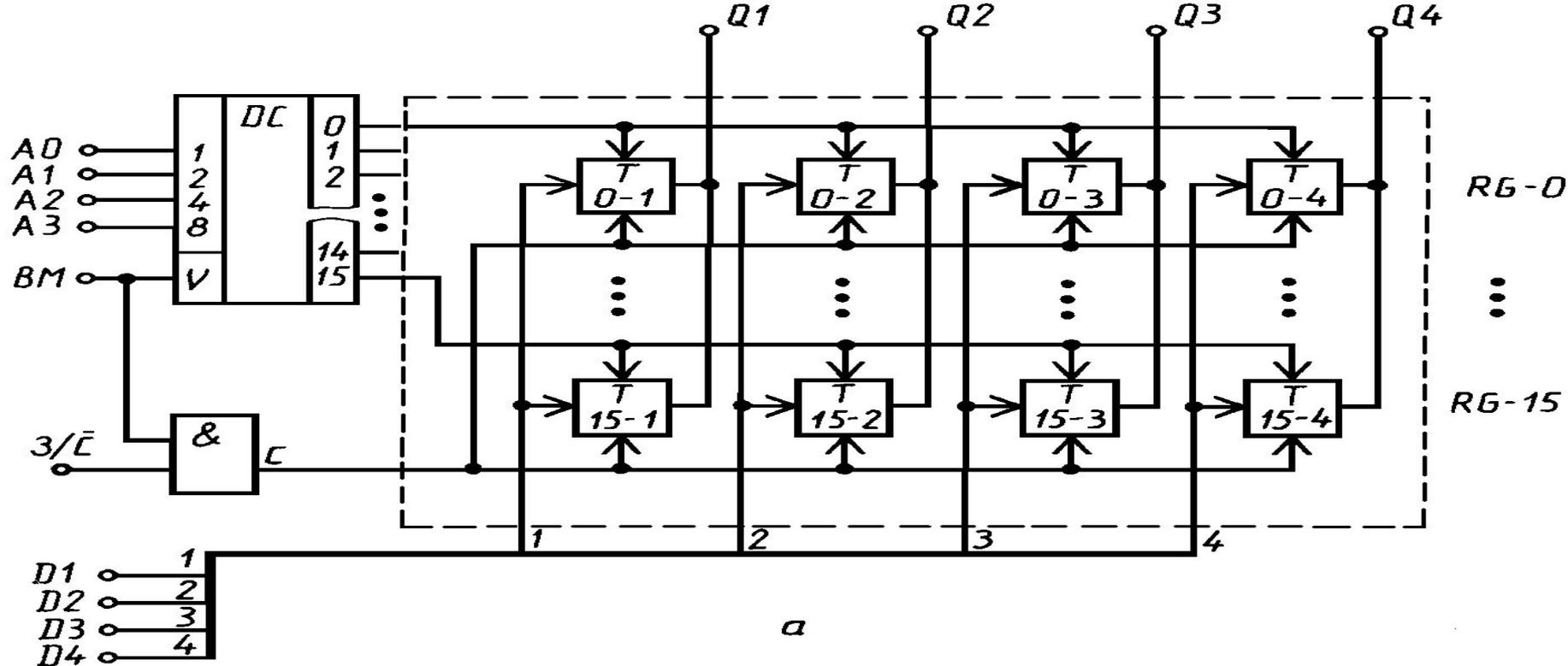
SDRAM – синхронная динамическая память, которая работает по принципу, что и BEDO, но рассчитана на передачу от одного двойного слова до полной страницы. В основе SDRAM лежит трехступенчатая конвейерная архитектура с доступом к 2 блокам ИС с чередованием адресов. В конвейере используется быстродействующий буфер I/O, что позволяет увеличить частоту синхронизации до 200 МГц и обеспечить скорость обмена данными до 640 Мб/с по 64-разрядной ШД.

Системная память собирается из набора ИС на миниплатах, которые затем вставляются в разъемы ОЗУ и объединяются в банки. Обычно под банком понимаются миниплаты (СБИС) емкостью 2, 4, 8, 16 Мб с набором ИС и разрядностью, соответствующей ШД МП, имеющей свой один RAS-сигнал и несколько CAS-сигналов.

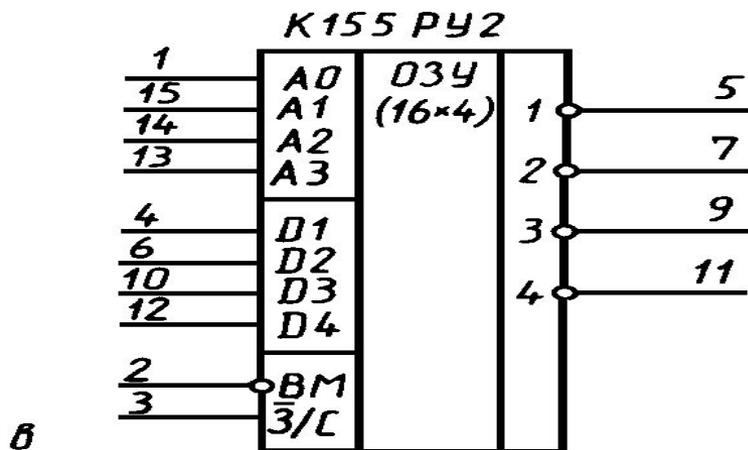
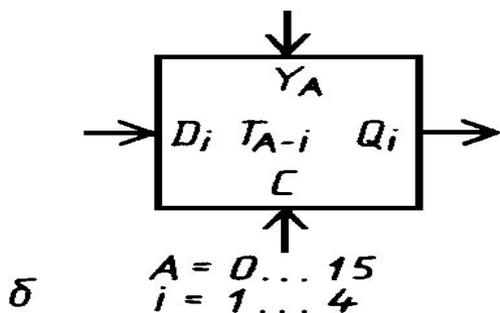
Различают S – SIMM и S – DIMM
миниплаты с 1 общим сигналом RAS и
D – SIMM и D – DIMM миниплаты с 2
независимыми сигналами RAS. Все S -
и D - миниплаты имеют одинаковое
число CAS сигналов. Если разряд-
ность одной (нескольких) миниплаты
соответствует разрядности ШД сис-
темной шины МП, то S – миниплаты
будут образовывать один банк данных,
а D – два банка.

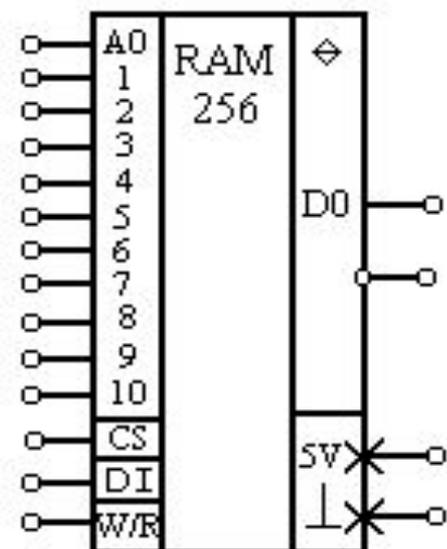
Статические оперативные запоминающие устройства.

Для построения ОЗУ большой емкости используются элементы статической памяти, которые строятся на простейших элементах транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ), инжекционной логики (И²Л), эмиттерносвязной логики (ЭСЛ) и других технологий .

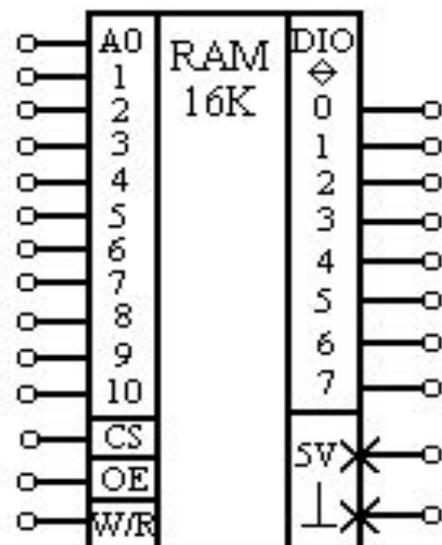


BM	3/Ē	Y	Ē	Режим
1	0	1	0	Считывание
1	1	1	1	Запись D
0	X	0	0	Хранение

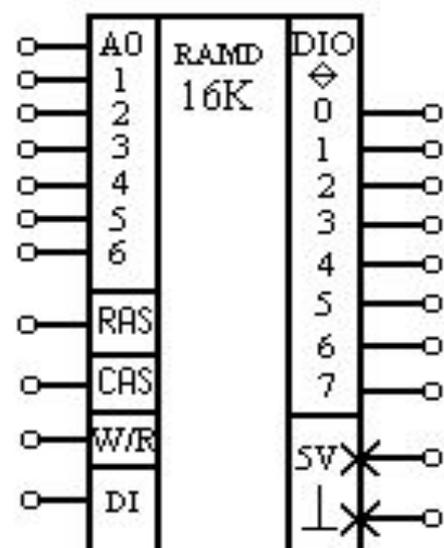




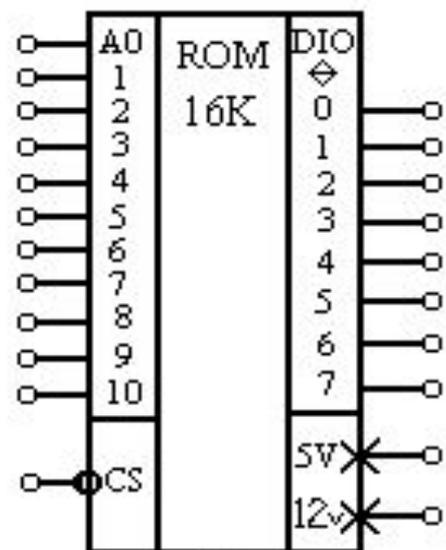
а



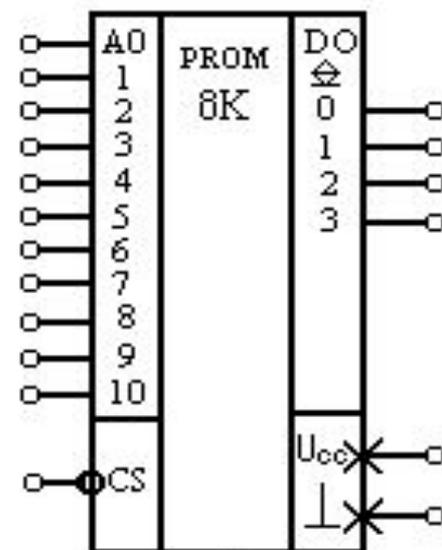
б



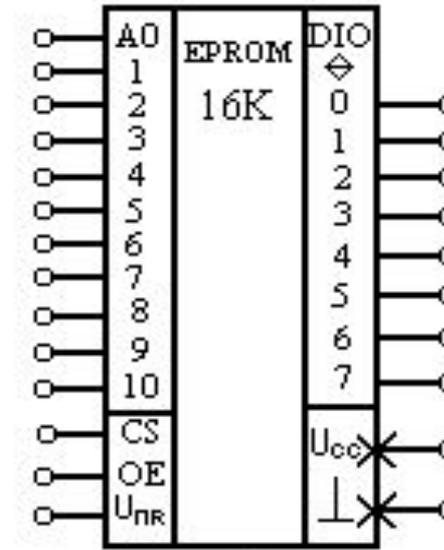
в



г



д



е

Синхронное динамическое ОЗУ на 100 и 133

При переходе с тактовой частоты шины 66 МГц на 100 МГц к ОЗУ SDRAM стали предъявлять более жесткие требования. В соответствии со стандартом Intel разработала спецификацию микросхем памяти, получившую название PC100. Микросхемы памяти PC100 SDRAM выпускаются в тонком малогабаритном корпусе TSOP, где количество выводов ИС определяется глубиной адресного пространства микросхемы.

На основе этих микросхем изготовлены модули DIMM емкостью до 1Гб и модули

Постоянные запоминающие устройства.
Flash-память.
Внешние запоминающие устройства.

Постоянная память используется для энергонезависимого хранения системной информации – BIOS, таблиц знакогенераторов и т. п. Эта память при обычной работе компьютера только считывается, а запись в нее (часто называемая программированием) осуществляется специальными устройствами – программаторами. Отсюда и ее название – *ROM* (Read Only Memory – память только для чтения), или *ПЗУ* (постоянное запоминающее устройство). Требуемый объем памяти этого типа невелик: например, объем BIOS PC/XT составлял 8 Кбайт, в современных компьютерах типовое значение от 128 Кбайт до 2 Мбайт. Быстродействие постоянной памяти обычно ниже, чем оперативной, но этот недостаток может быть исправлен применением теневой памяти (см. 4.2). В последние годы постоянную память вытесняют *флэш-память*, запись в которую возможна в самом компьютере в специальном режиме работы, и другие типы энергонезависимой памяти (EEPROM, FRAM).

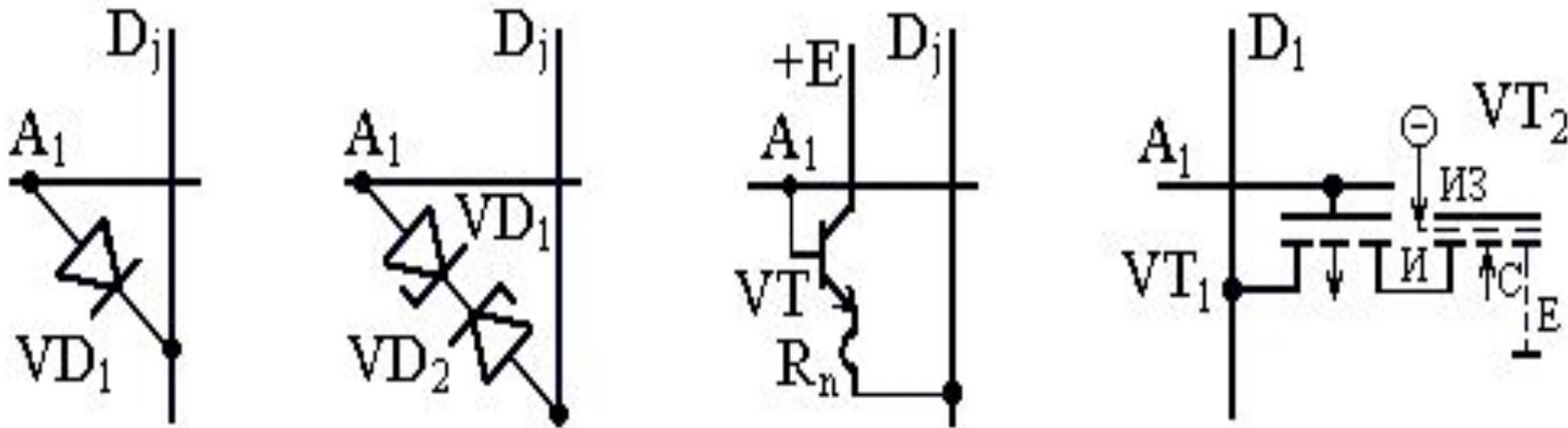
Масочные постоянные запоминающие устройства (ПЗУ, или ROM) имеют самое высокое быстродействие (время доступа 30–70 нс). Эти микросхемы в РС широкого применения не получили ввиду сложности модификации содержимого (только путем изготовления новых микросхем), они иногда применялись в качестве знакогенераторов в некоторых моделях графических адаптеров CGA, MDA, HGC.

Однократно программируемые постоянные запоминающие устройства (ППЗУ или PROM) имеют аналогичные параметры и благодаря возможности программирования изготовителем оборудования (а не микросхем) находят более широкое применение для хранения кодов BIOS и в графических адаптерах. Программирование этих микросхем осуществляется только с помощью специальных программаторов, в целевых устройствах они устанавливаются в «кроватьки» или запаиваются. Как и масочные, эти микросхемы практически не чувствительны к электромагнитным полям (в том числе к рентгеновскому облучению), и несанкционированное изменение их содержимого в устройстве исключено (конечно, не считая отказа).

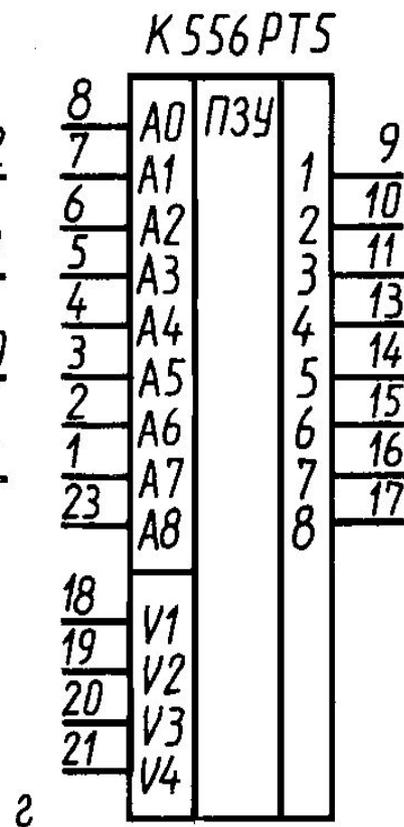
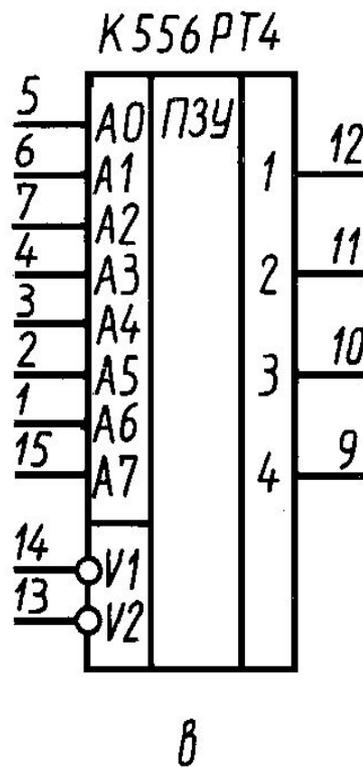
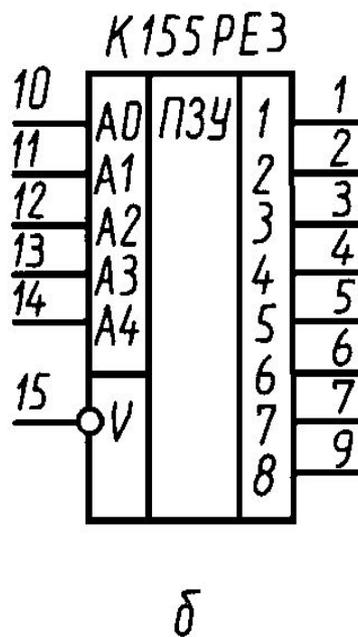
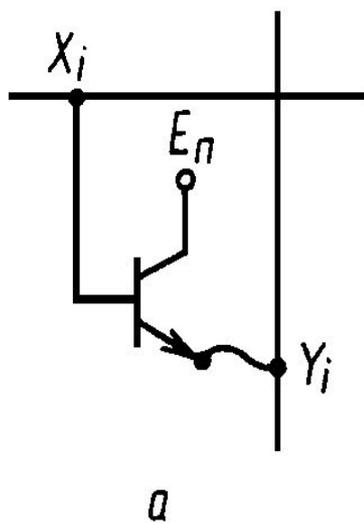
Репрограммируемые постоянные запоминающие устройства (РПЗУ, или EPROM) до недавних пор были самыми распространенными носителями BIOS как на системных платах, так и в адаптерах, а также использовались в качестве знакогенераторов. Наиболее популярные микросхемы имеют 8-битную организацию и обозначение вида 27xx-tt или 27Cxx-tt для микросхем CMOS. Здесь xx определяет емкость в килобитах: 2708 — 1К × 8 — родоначальник семейства

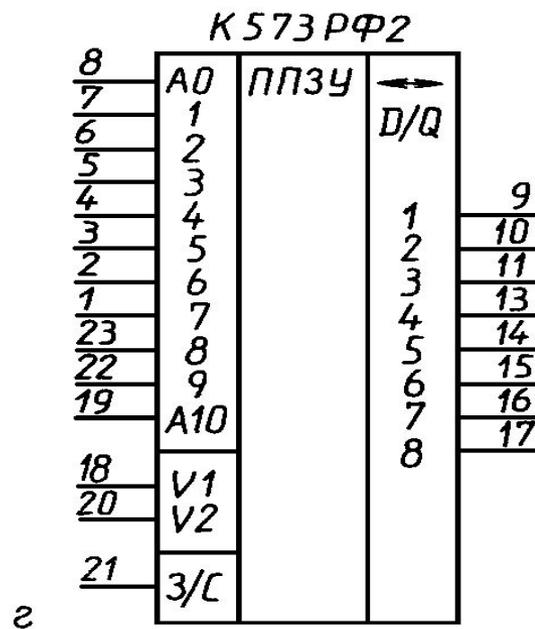
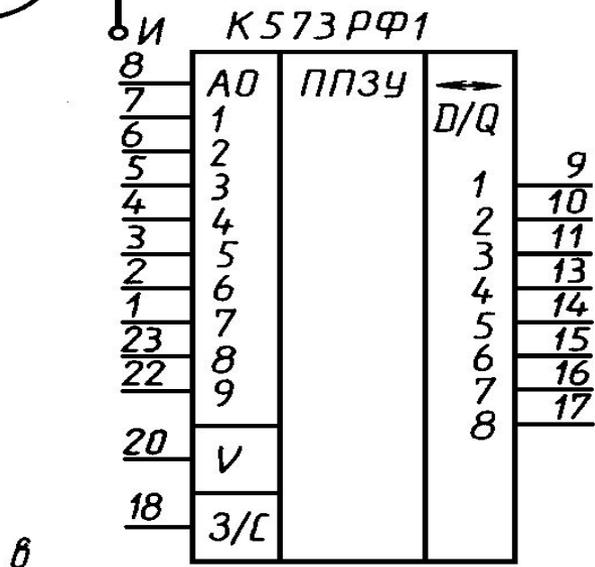
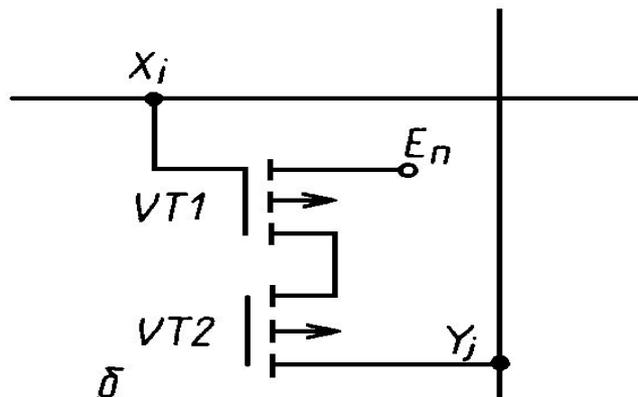
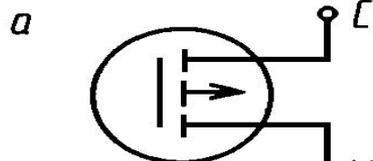
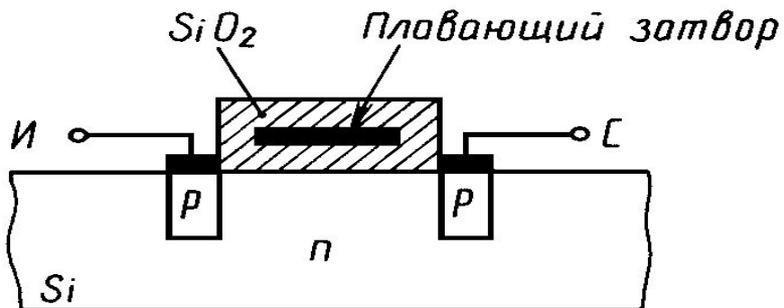
2716/32/64/128/256/512 имеют емкость 2/4/8/16/32/64 Кбайт соответственно, 27010 и 27020 — 128 и 256 Кбайт. Время доступа t_t лежит в диапазоне 50–250 нс. 16-битные микросхемы (например, 27001 или 27002 емкостью 64К или 128К 16-битных слов) в РС применяются редко.

Микросхемы EPROM тоже программируются на программаторах, но относительно простой интерфейс записи позволяет их программировать и в устройстве (но не в штатном его режиме работы, а при подключении внешнего программатора). *Стирание* микросхем осуществляется ультрафиолетовым облучением в течение нескольких минут. Специально для стирания микросхемы имеют стеклянные окошки. После программирования эти окошки заклеивают, предотвращая стирание под действием солнечного или люминесцентного облучения. Время стирания зависит от расстояния до источника облучения, его мощности и объема микросхемы (более емкие микросхемы стираются быстрее). Вместо штатных стирающих устройств можно пользоваться и обычной медицинской ультрафиолетовой лампой с расстояния порядка 10 см. Для микросхем 2764 ориентировочное время стирания составляет 5 минут. Стирание переводит все биты в единичное состояние. «Недотертые» микросхемы при программировании могут давать ошибки, передержка при стирании снижает количество возможных циклов перепрограммирования (в пределе — до нуля).



- Элементы памяти ПЗУ и ППЗУ: а – диодное ПЗУ, б – ПЗУ на стабилитронах, в – ПЗУ с плавкими перемычками, г – ПЗУ на транзисторах с изолированным затвором
- Режим программирования путем пережигания плавких перемычек используется в ИС серии К 556 РТ, где, например, К 556 РТ5 имеет емкость 4096 бит с организацией $N \times R = 512 \times 8$ и временем выборки 70 нс.





МНОП транзистор

Стирание информации (возврат структуры в исходное состояние) может осуществляться:

ультрафиолетовым излучением с энергией квантов более 5.1 эВ (ширина запрещенной зоны нитрида кремния) через кварцевое окно;

подачей на структуру импульса напряжения, противоположного по знаку записываемому.

В соответствии с ГОСТом такие ИМС имеют в своем названии литеры РФ и РР соответственно.

Время хранения информации в МНОП транзисторе обусловлено термической эмиссией с глубоких ловушек и составляет порядка 10 лет в нормальных условиях. Основными факторами, влияющими на запись и хранение заряда, являются электрическое поле, температура и радиация. Количество электрических циклов "запись-стирание" обычно - не менее 10^5 .

Flash-память (1988 г. фирма Intel)

Иногда утверждают, что название Flash применительно к типу памяти переводится как "вспышка". На самом деле это не совсем так. Одна из версий его появления говорит о том, что впервые в 1989-90 году компания Toshiba употребила слово Flash в контексте "быстрый, мгновенный" при описании своих новых микросхем.

Вообще, изобретателем считается Intel, представившая в 1988 году флэш-память с архитектурой NOR. Годом позже Toshiba разработала архитектуру NAND, которая и сегодня используется наряду с той же NOR в микросхемах флэш. Собственно, сейчас можно сказать, что это два различных вида памяти, имеющие в чем-то схожую технологию производства.

Особенности **Flash**-памяти

Среди **главных достоинств** можно назвать следующие:

энергонезависимость, т.е. способность хранить информацию при выключенном питании (энергия расходуется только в момент записи данных);

информация может храниться очень длительное время (десятки лет);

сравнительно небольшие размеры;

высокая надежность хранения данных, в том числе устойчивость к механическим нагрузкам;

не содержит движущихся деталей (как в жестких дисках).

Особенности **Flash**-памяти

Основные недостатки флэш-памяти:

невысокая скорость передачи данных (в сравнении с динамической оперативной памятью);

незначительный объем (по сравнению с жесткими дисками);

ограничение по количеству циклов перезаписи (хотя эта цифра в современных разработках очень высока – более миллиона циклов).

Флэш-память строится на одностранзисторных элементах памяти с "плавающим" затвором, что обеспечивает высокую плотность хранения информации. Существуют различные технологии построения базовых элементов флэш-памяти, разработанные ее основными производителями. Эти технологии отличаются количеством слоев, методами стирания и записи данных, а также структурной организацией, что отражается в их названии. Наиболее широко известны NOR и NAND типы флэш-памяти, запоминающие транзисторы в которых подключены к разрядным шинам, соответственно, параллельно и последовательно.

Архитектура **Flash**-памяти

В настоящее время можно выделить две основные структуры построения флэш-памяти: **память на основе ячеек NOR** (логическая функция ИЛИ-НЕ) и **NAND** (логическая функция И-НЕ). Структура **NOR** состоит из параллельно включенных элементарных ячеек хранения информации. Такая организация ячеек обеспечивает **произвольный доступ к данным и побайтную запись информации.**

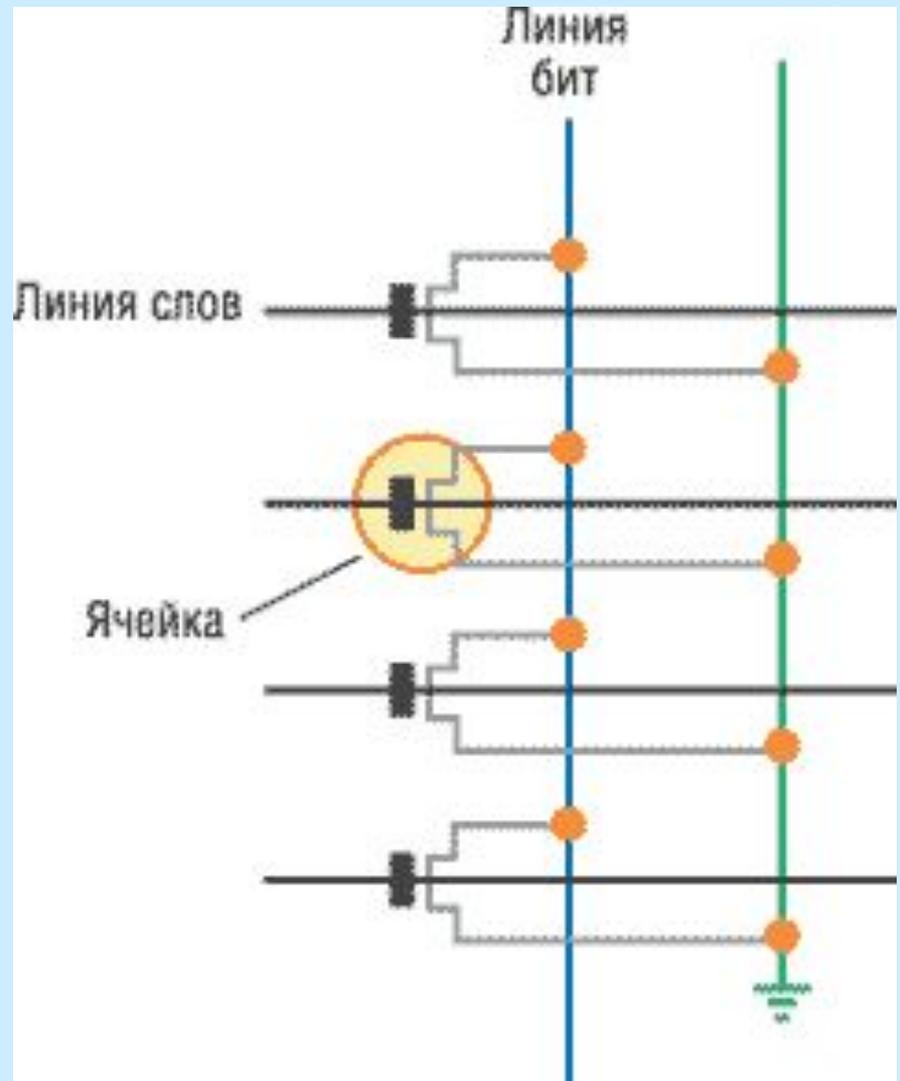


Схема ячейки **NOR**

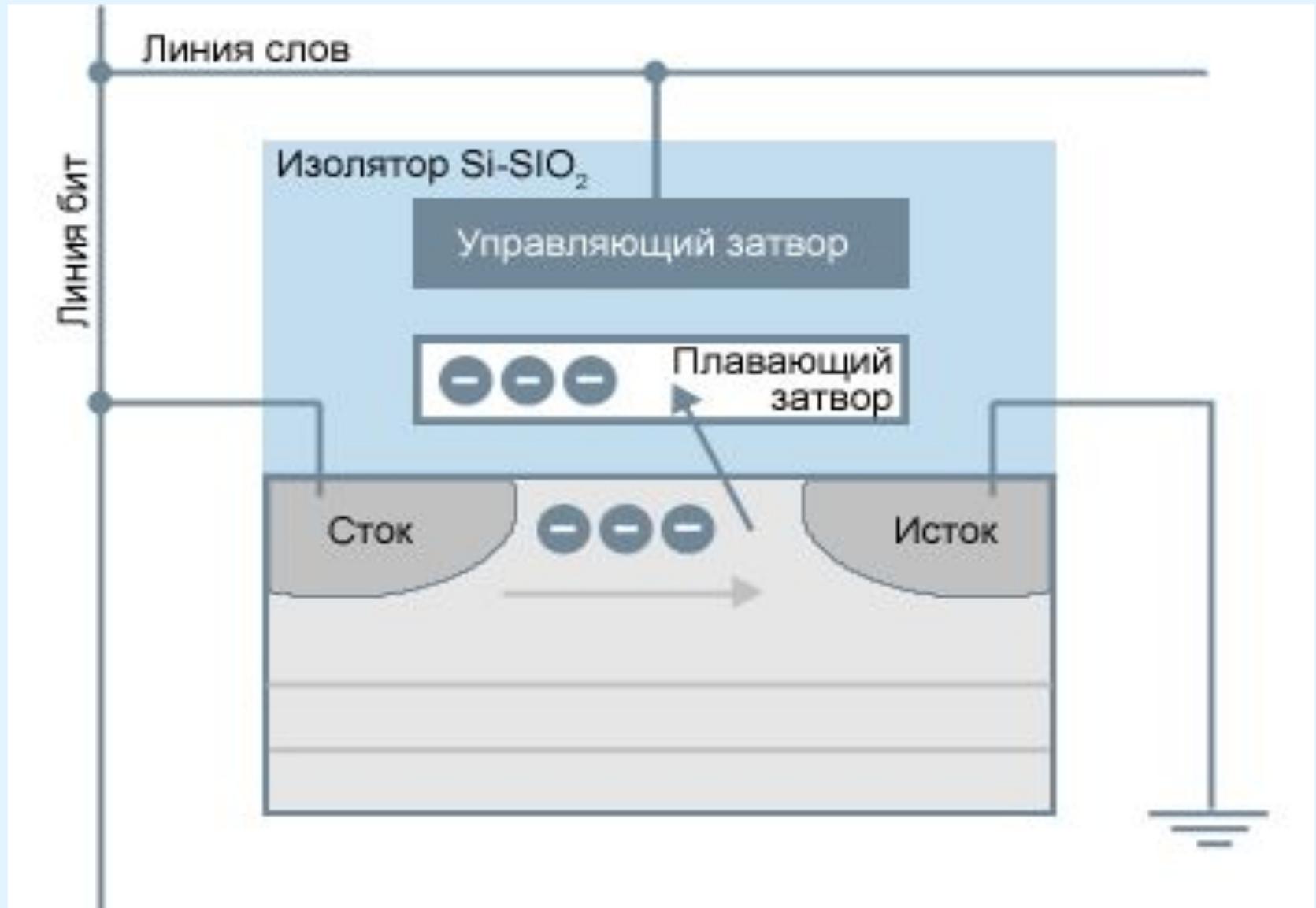
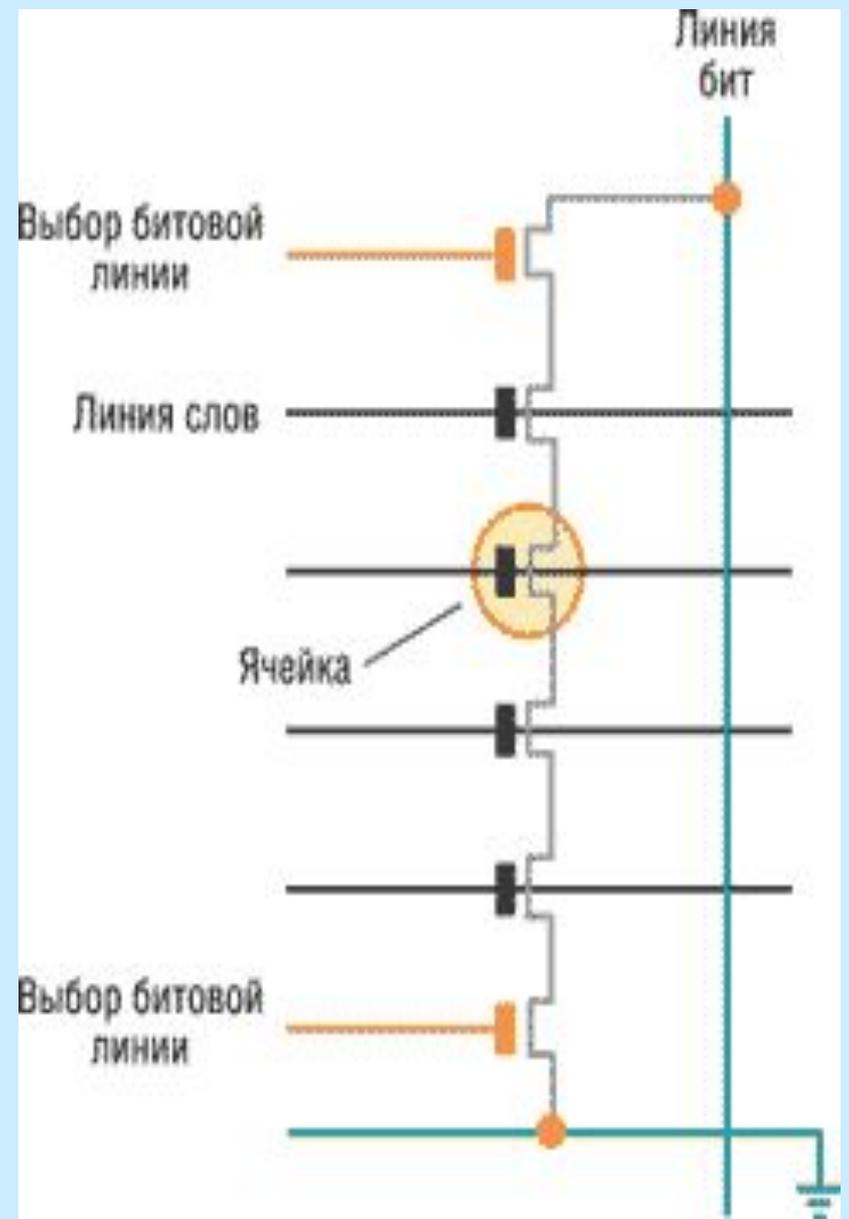


Схема ячейки NOR характерна для большинства флэш-чипов и представляет из себя транзистор с двумя изолированными затворами: управляющим (control) и плавающим (floating). Важной особенностью последнего является способность удерживать электроны, то есть заряд. Также в ячейке имеются так называемые «сток» и «исток». При программировании между ними, вследствие воздействия положительного поля на управляющем затворе, создается канал — поток электронов. Некоторые из электронов, благодаря наличию большей энергии, преодолевают слой изолятора и попадают на плавающий затвор. На нем они могут храниться в течение нескольких лет. **Определенный диапазон количества электронов (заряда) на плавающем затворе соответствует логической единице, а все, что больше его, — нулю.** При чтении эти состояния распознаются путем измерения порогового напряжения транзистора. Для стирания информации на управляющий затвор подается высокое отрицательное напряжение, и электроны с плавающего затвора переходят (туннелируют) на исток. В технологиях различных производителей этот принцип работы может отличаться по способу подачи тока и чтению данных из ячейки.

Схема ячейки NAND

В основе структуры NAND лежит принцип последовательного соединения элементарных ячеек, образующих группы (по 16 ячеек в одной группе), которые объединяются в страницы, а страницы - в блоки. При таком построении массива памяти обращение к отдельным ячейкам невозможно. Программирование выполняется одновременно только в пределах одной страницы, а при стирании обращение происходит к блокам или к группам блоков.



Различия в организации структуры между памятью NOR и NAND находят свое отражение в их характеристиках. При работе со сравнительно большими массивами данных процессы записи/стирания в памяти **NAND** выполняются **значительно быстрее**, чем в памяти NOR. Поскольку 16 прилегающих друг к другу ячеек памяти **NAND** соединены последовательно, без контактных промежутков, **достигается высокая плотность** размещения ячеек на кристалле, что позволяет получить **большую емкость при одинаковых технологических нормах**. Последовательная организация ячеек обеспечивает высокую степень масштабируемости, что делает **NAND-флэш лидером в гонке наращивания объемов памяти**.

В основе программирования флэш-памяти NAND лежит процесс туннелирования электронов. Ввиду того, что туннелирование осуществляется через всю площадь канала ячейки, интенсивность захвата заряда на единицу площади у памяти NAND ниже, чем в других технологиях флэш-памяти, в результате чего она имеет большее число циклов программирования/стирания. А поскольку туннелирование используется как для программирования, так и для стирания, энергопотребление микросхемы памяти оказывается низким.

Программирование и чтение выполняются посекторно или постранично, блоками по 512 байт, для эмуляции общераспространенного размера сектора дисковых накопителей.

В структуре флэш-памяти для хранения 1 бита информации задействуется только один элемент (транзистор), в то время как в энергозависимых типах памяти для этого требуется несколько транзисторов и конденсатор. Это позволяет существенно уменьшить размеры выпускаемых микросхем, упростить технологический процесс, а следовательно, снизить себестоимость. Но и 1 бит - далеко не предел.

Еще в 1992 г. команда инженеров корпорации Intel начала разработку устройства флэш-памяти, одна ячейка которого хранила бы более одного бита информации. Уже **в сентябре 1997 г. была анонсирована микросхема памяти Intel StrataFlash емкостью 64 Мбит, одна ячейка которой могла хранить 2 бита данных.**

Технология **StrataFlash (Intel)**

В технологии StrataFlash были использованы элементы двух разных типов флэш-памяти: **NAND** и **NOR**. Доступ к флэш-памяти NOR осуществляется без проверки ошибок, поскольку в этом нет необходимости. Флэш-память NAND не имеет такой надежности, как NOR-память, но она дешевле в производстве, а, кроме того, чтение и запись данных в память NAND происходит намного быстрее, чем в NOR. Это быстродействие дополнительно увеличивается за счет использования в комплекте с этой памятью модулей ОЗУ. **В StrataFlash инженеры Intel объединили два типа флэш-памяти, оптимизировав ее и для хранения данных, и для записи программ.** *Первый модуль памяти StrataFlash состоял из нескольких кристаллов, часть из которых была модулями ОЗУ, а другая представляла собой непосредственно флэш-память.*

Кроме того, сегодня существуют образцы с 4-битными ячейками. В такой памяти используется технология многоуровневых ячеек. Они имеют обычную структуру, а отличие заключается в том, что их заряд делится на несколько уровней, каждому из которых в соответствие ставится определенная комбинация битов. Теоретически прочитать/записать можно и более 4 бит, однако на практике возникают проблемы с устранением шумов и с постепенной утечкой электронов при продолжительном хранении.

Отметим также, что Intel первой в индустрии наладила выпуск многоуровневых микросхем флэш-памяти класса NOR емкостью 1 Гбит для мобильных устройств, используя передовую 65-нм производственную технологию.

Архитектура многоуровневой ячейки



Flash-память

1. **BULK-ERASE** – стираемая целиком, выполненная в виде единого массива.
 2. **BOOT-BLOCK** – микросхема с разделением массива памяти на блоки разного размера и с различным уровнем защиты от случайного стирания и записи (или стирания) по блокам разного массива.
 3. **FLASH-FILE** – микросхема с наибольшим размером массива, разделенным на блоки одинакового размера с независимым стиранием.
- Flash-карты – альтернатива НЖМД (время доступа в 125 – 250 раз быстрее).

Применение **Flash**-памяти

Современные технологии производства флэш-памяти

позволяют использовать ее для различных целей. Непосредственно **в компьютере эту память применяют для хранения BIOS** (базовой системы ввода-вывода), что позволяет, при необходимости, производить обновление последней, прямо на рабочей машине.

Распространение получили, так называемые, USB-Flash накопители, эмулирующие работу внешних винчестеров. Эти устройства подключается, обычно, к шине USB и состоит из собственно флэш-памяти, эмулятора контроллера дисководов и контроллера шины USB. При включении его в систему (допускается "горячее" подключение и отключение) устройство с точки зрения пользователя ведет себя как обычный (съёмный) жесткий диск. Конечно, производительность его меньше, чем у жесткого диска.

Флэш-память нашла широкое применение **в различных модификациях карт памяти**, которые обычно используются в цифровых видео- и фотокамерах, плеерах, телефонах.

Необходимо отметить, что надежность и быстродействие флэш-памяти постоянно увеличиваются. Теперь количество циклов записи/перезаписи выражается семизначной цифрой, что позволяет практически забыть о том, что когда-то на карту памяти можно было записывать информацию лишь ограниченное число раз. Современные USB-Flash накопители уже рассчитаны на шину USB 2.0 (и она им действительно необходима). На рынке появляется все больше пылевлагозащищенных устройств. При этом все большее и большее количество производителей встраивают кардридеры в настольные корпуса персональных компьютеров. Это безусловно свидетельствует о том, что данный тип памяти уже стал одним из популярнейших.

Накопители на гибких магнитных дисках

- Гибкие диски используются как долговременная сменная память компьютера. Конструктивно диски представляют собой тонкие пластинки диаметром 5.25 и 3.5 дюйма, изготовленные из лавсана, покрытые оксидом железа или сплавом кобальта (высокая плотность). Некоторые пластинки по краю внутреннего отверстия имеют кольцо жесткости, повышающее устойчивость диска к деформации при зажиме их внутри дисковода.

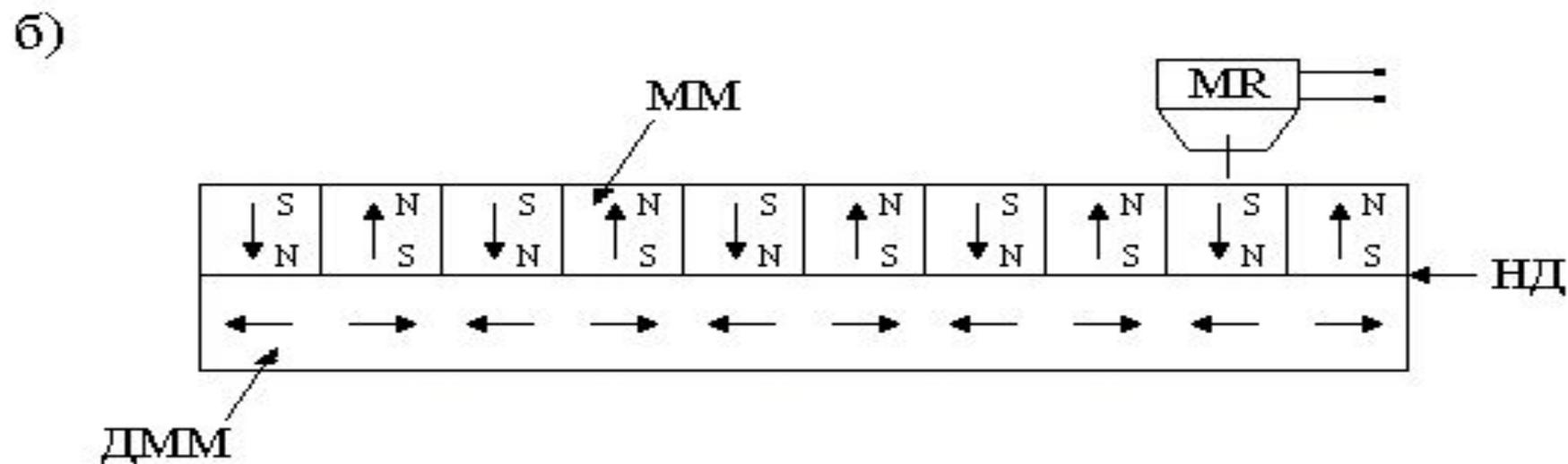
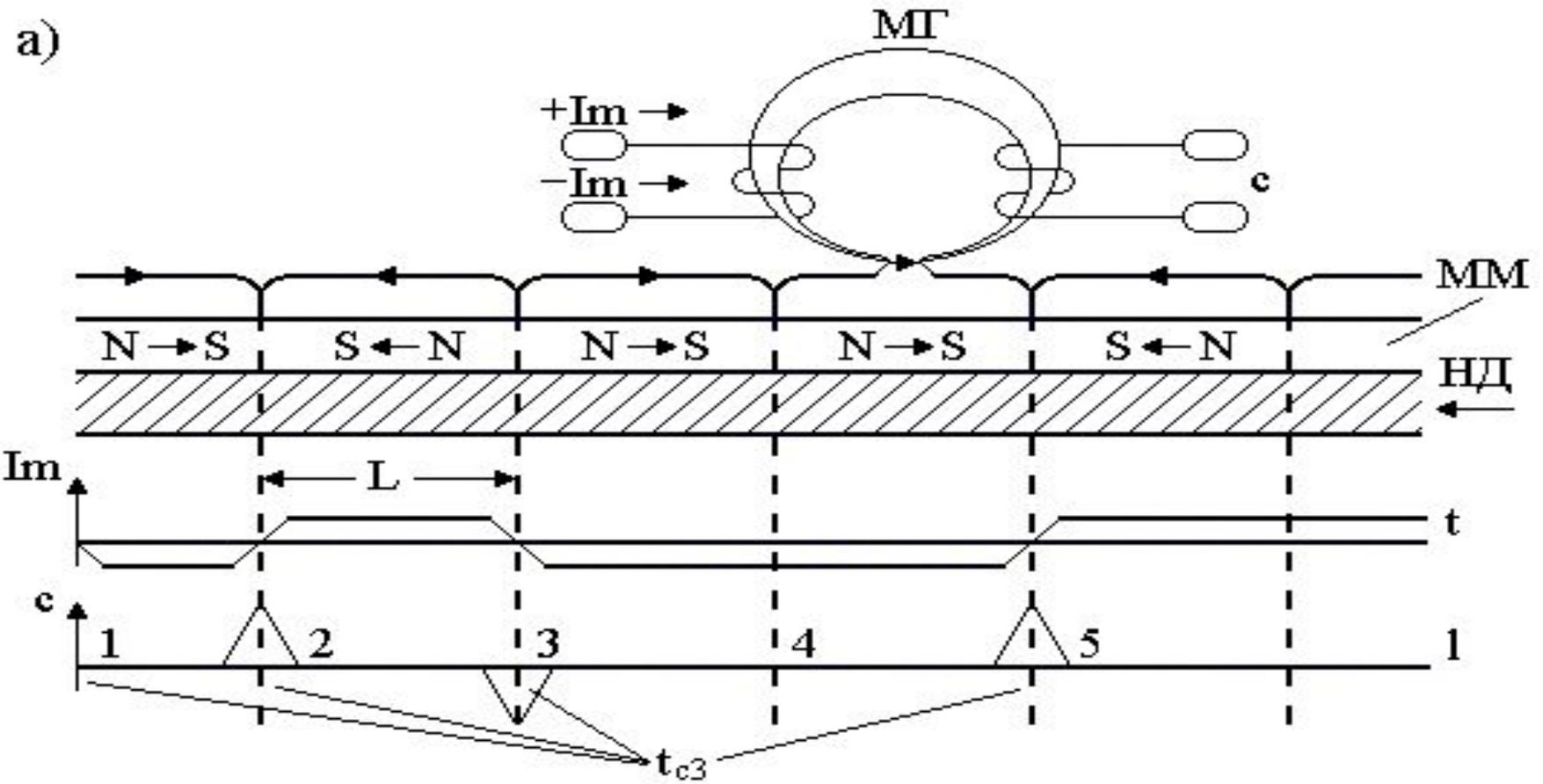
Для защиты от пыли и касаний предметов пластинки помещают в пластмассовый чехол. В чехле диска на 5.25 имеются отверстия для зажима механизма вращения диска (1) с кольцом жесткости (5), для контакта с магнитными головками (2), для фиксации начала дорожки (маркер) (3), для запрещения/разрешения записи (4). пластину от повреждений.

В диске на 3.5 чехол твердый, отверстие доступа к диску закрывает металлическая задвижка, предохраняющая диск. Головки могут перемещаться внутрь или к краю пластины дискретно при помощи шагового двигателя, фиксируясь на определенных номерах дорожек.

При смене направления тока с $+I_m$ на $(-I_m)$ в катушке записи изменяется ориентация доменов в магнитном материале.

Очевидно, что максимальная продольная плотность записи (BPI) определяется минимальным размером участка L , который может обрабатывать накопитель без искажений. Так 3.5" НГМД имеют BPI = 17500 (1.44 Мб), а 5.25 - BPI = 9800 (1.2 Мб). Дальнейшему увеличению плотности способствовала технология PRML, при которой аналоговый сигнал с головки считывания преобразуется в цифровую последовательность. Последовательность затем разбивается на наборы данных, которые анализируются и корректируются с наименьшей вероятностью ошибки.

Способ увеличения плотности ВРІ за счет уменьшения размеров единичных ячеек с горизонтальной намагниченностью имеет ограничения, при которых резко увеличивается вероятность их спонтанного размагничивания. Новый способ увеличения плотности ВРІ, предложенный Fujitsu, заключается в использовании дополнительного магнитного материала (ДММ) и вертикального намагничивания, он позволяет увеличить плотность записи в 8 раз.



ПРИ ЛЮБОМ СПОСОБЕ ЗАПИСИ
НУМЕРАЦИЯ ДОРОЖЕК НАЧИНАЕТСЯ
С КРАЯ И СВЕРХУ ПЛАСТИНЫ ОТ
НУЛЕВОЙ ДО ТРИДЦАТЬ ДЕВЯТОЙ ИЛИ
СЕМЬДЕСЯТ ДЕВЯТОЙ. ШИРИНА
ДОРОЖКИ ЗАВИСИТ ОТ РАДИАЛЬНОЙ
ПЛОТНОСТИ ЗАПИСИ ТРІ И
СОСТАВЛЯЕТ 0.33 ММ ПРИ 360 КБ
(ТРІ=48 ДОРОЖЕК НА ДЮЙМ И 40
ДОРОЖЕК НА ОДНУ СТОРОНУ) ИЛИ
0.16 ММ ДЛЯ ДИСКОВ 1.2 МБ ПРИ ТРІ =
96 И ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ ЗАПИСИ.

Каждая дорожка разбивается на секторы. Секторы нумеруются по порядку 1, 2, 3... начиная с нулевой дорожки от маркера, в сторону противоположную вращению пластины (рис. 4.1). Программа FORMAT.COM размечает диск на необходимую плотность, число секторов и дорожек. Эта же программа контролирует исправность секторов и заносит характеристики форматирования диска в FAT в начальные секторы.

Таблица 4.1

Параметры НГМД

Диаметр диска, дюйм	5.25	3.5		
	Секторов: на дорожке/всего	15/2400	36/5760	18/2880
	Дорожек на поверхности	80	80	80
	Емкость, Мб	1.2	2.88	1.44
	Число головок	2	2	2
	Среднее время доступа, мс		80-100	
	Число байт в секторе		512	

Накопители на гибких дисках постоянно совершенствуются. Из-за большей надежности и компактности дискеты на 3.5 вытеснили дискеты 5.25. Был разработан новый стандарт для дискет размером 3.5 емкостью 2.88 Мб.

Эти гибкие дискеты с повышенной точностью позиционирования головок емкостью 2.88 Мб называют ED-дискетами (Extra High Density). BIOS должен поддерживать обмен с этим НГМД. Запоминающая пластина в ED диске изготавливается из магнитного слоя феррита бария с ДММ. Это позволяет использовать метод вертикальной записи, при котором магнитные домены оказываются ориентированными в вертикальной, а не в горизонтальной плоскости, чем достигается более высокая продольная плотность записи ВРІ.

Сменные накопители на магнитных дисках

ПОТРЕБНОСТЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ИНФОРМАЦИИ С ОДНОГО ПК НА ДРУГОЙ И АРХИВАЦИИ ДАННЫХ ПРИВЕЛА К СОЗДАНИЮ МОБИЛЬНЫХ ВНЕШНИХ УСТРОЙСТВ ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ БОЛЬШОГО ОБЪЁМА. БЛАГОДАРЯ РАЗВИТИЮ ТЕХНОЛОГИЙ И УВЕЛИЧЕНИЮ ОБЪЕМОВ ИНФОРМАЦИИ НА СМЕНУ ФЛОППИ-ДИСКУ ПРИШЛИ МАГНИТНЫЕ ДИСКИ НА СМЕННЫХ НАКОПИТЕЛЯХ. НА ДАННЫЙ МОМЕНТ СУЩЕСТВУЮТ НЕСКОЛЬКО СТАНДАРТОВ СМЕННЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ НА МАГНИТНЫХ ДИСКАХ.

ПЕРВЫМ СМЕННЫМ НАКОПИТЕЛЕМ КЛАССА ЕМКОСТИ ДО 1 ГБ СТАЛ 3.5" ДИСК ZIP ЕМКОСТЬЮ 94 МБ (ЗАТЕМ 250 МБ) АМЕРИКАНСКОЙ КОМПАНИИ ОМЕГА, ВЫПУЩЕННЫЙ В 1995 Г. ОН ВРАЩАЕТСЯ СО СКОРОСТЬЮ 3 000 ОБ/МИН И

ПРИНЦИП ЗАПИСИ НА МАГНИТНЫХ ДИСКАХ СМЕННЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ ФЛОППИ-ДИСКА:

- УВЕЛИЧЕННОЙ ПЛОТНОСТЬЮ ЗАПИСИ НА ДИСК;
- ПРИМЕНЕНИЕМ МАГНИТОРЕЗЕСТИВНОГО ЭФФЕКТА;
- ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕМ ГОЛОВОК СЧИТЫВАНИЯ.

У СМЕННОГО НАКОПИТЕЛЯ ПЕРЕНОСНЫМ ЯВЛЯЕТСЯ НЕ ТОЛЬКО НОСИТЕЛЬ ИНФОРМАЦИИ, НО И ВЕСЬ ДИСКОВОД, КОТОРЫЙ ПОДКЛЮЧАЕТСЯ К СЛОТУ В КОРПУСЕ ПК. ОДНОЙ ИЗ РАЗНОВИДНОСТЕЙ СМЕННЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЯВЛЯЕТСЯ LS-120 (LS – LASER SERVO) ФИРМЫ IMATION, ИСПОЛЬЗУЮЩИЙ ГИБКИЕ МАГНИТНЫЕ ДИСКИ С ЕМКОСТЬЮ ДИСКЕТ 120 МБ. В ДИСКОВОДЕ РЕАЛИЗОВАНА ТАК НАЗЫВАЕМАЯ ФЛОПТИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, КОТОРАЯ ОСУЩЕСТВЛЯЕТ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ГОЛОВКИ ЧТЕНИЯ/ЗАПИСИ НА СЛУЖЕБНУЮ ДОРОЖКУ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРА, А

Основные стандарты сменных накопителей на магнитных дисках емкостью свыше 1 Гб изготавливаются фирмами Iomega (накопитель Jazz 2 Гб) и Castlewood (накопитель Orb 2.2 Гб). В конструкции Jazz в качестве носителя используется жесткая дисковая пластина, а в Zip – гибкий диск. Емкость картриджа Zip составляет 100 Мб, Zip 250 Мб – 250 Мб, картриджей Jazz – 540 и 1070 Мб, а картриджа Jazz 2 Gb – 2 Гб.

Накопитель на сменных дисках Orb имеет сменный жесткий диск размером 3.5, заключенный в картридж (магниторезистивные головки MR из особого магнитного материала). Он комплектуется сменными дисками емкостью 2.2 Гб.

Скорость вращения диска равна 5 400 об/мин. Максимальная скорость передачи данных может достигать 12.2 Мб/с (2 Мб/с у накопителя с интерфейсом LPT).

Характеристики переносных магнитных накопителей приведены в табл. 4.2. Из таблицы видно, что время доступа к данным в них составляет менее 84 мс, они обладают значительной емкостью и позволяют архивировать данные или переносить их из одних ЭВМ в другие.

ХАРАКТЕРИСТИКИ НАКОПИТЕЛЕЙ

МОДЕЛЬ, ФИРМА	ЕМ-КОСТЬ, МБ	ПИКОВАЯ СКОРОСТЬ ЧТЕНИЯ, МБ/С	ВРЕМЯ ДОСТУПА, МС	СОВМЕС- ТИМОСТЬ С FDD	ИНТЕРФЕЙС
FLOPPY, SONY	1.44	0.062	84	+	FDD
ZIP, IOMEGA	100	2	29	-	USB/IDE/SCSI/LTP
ZIP, IOMEGA	250	>3	<29	-	IDE/SCSI/ LTP
LS-120, IMATION	120	>0,6	65-70	+	IDE/SCSI/ LTP
HIFD, SONY, FUJITSU	200	3,6	<25	+	FDD+IDE
JAZZ, IOMEGA	2048	20	15.5-17.5	-	SCSI/LTP
ORB, CASTLEWOOD	2248	12	15	+	USB/IDE/ SCSI
MCD3130SS FUJITSU	1324	6	28	-	SCSI
T6-5200 MAXOPTIX	5320	6	25	-	SCSI

Накопители на магнитооптических дисках

МАГНИТООПТИЧЕСКИЕ (МО) НАКОПИТЕЛИ ЯВЛЯЮТСЯ ОДНИМИ ИЗ САМЫХ СТАРЕЙШИХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ УСТРОЙСТВ СО СМЕННЫМ НОСИТЕЛЕМ ИНФОРМАЦИИ. СОВРЕМЕННЫЕ МО СОЧЕТАЮТ В СЕБЕ БОЛЬШУЮ ЕМКОСТЬ, ВЫСОКУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ, ВОЗМОЖНОСТЬ ПЕРЕНОСИТЬ ДАННЫЕ, А ТАКЖЕ ДЕЛАТЬ КОПИИ ПРОГРАММ И ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ. ПРОИЗВОДИТЕЛЕМ И ФАКТИЧЕСКИ МОНОПОЛИСТОМ НА РЫНКЕ МО НАКОПИТЕЛЕЙ ЯВЛЯЕТСЯ ФИРМА FUJITSU. СУЩЕСТВУЮТ 2 ВИДА МО НАКОПИТЕЛЕЙ: 5.25 И 3.5 ДЮЙМА. МО ДИСКИ 5.25 С ДВУХСТОРОННЕЙ ЗАПИСЬЮ ИЗГОТАВЛИВАЮТСЯ ЕМКОСТЬЮ 650 МБ, 1.3 ГБ, 2.6 ГБ И 4.6 ГБ. МО ДИСКИ ОДНОСТОРОННИЕ 3.5 ИЗГОТАВЛИВАЮТСЯ ЕМКОСТЬЮ 128 МБ, 230 МБ, 540 МБ, 640 МБ И 1.3 ГБ. ЭТИ МО ПОЗВОЛЯЮТ ДЕЛАТЬ РЕЗЕРВНЫЕ КОПИИ НЕ ТОЛЬКО С ПК, НО И С НЕБОЛЬШИХ СЕРВЕРОВ. НАИБОЛЬШЕЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОЛУЧИЛИ

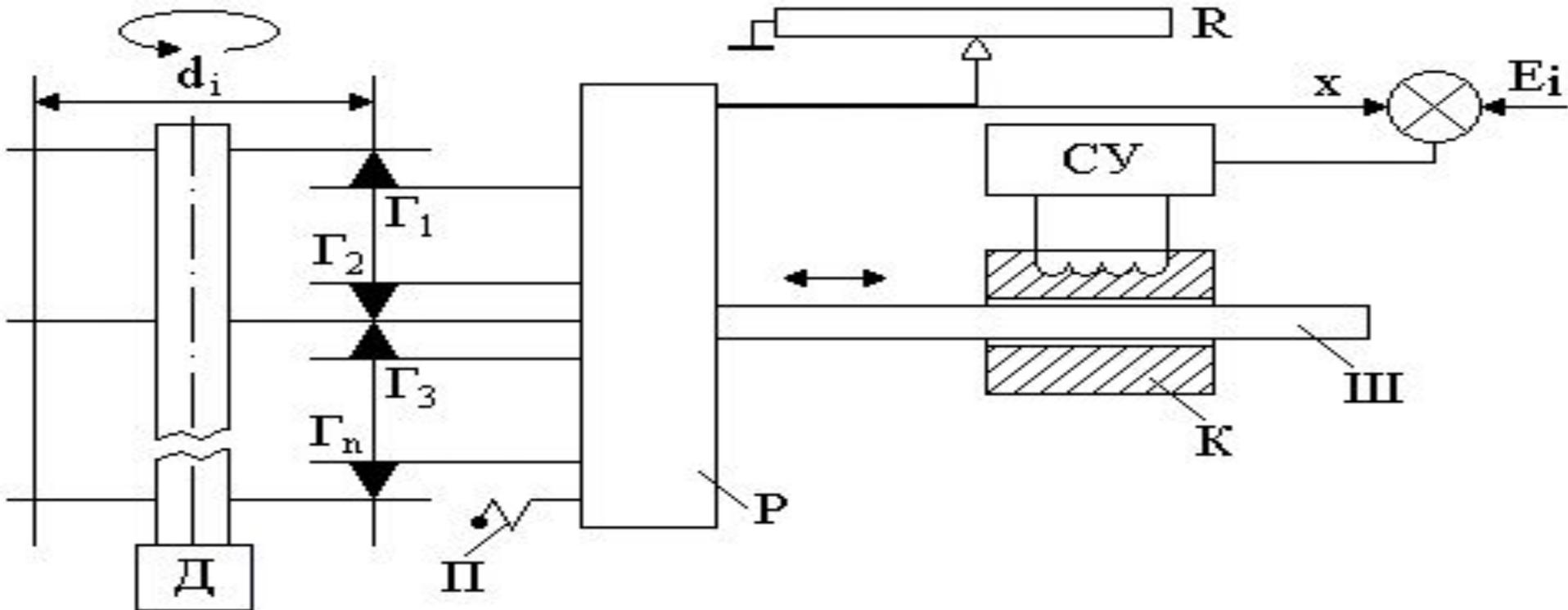
Накопители на жестких магнитных дисках

Накопители на жестких магнитных дисках типа "винчестер" предназначены для долговременного хранения информации в составе компьютера. Название «винчестер» НЖМД получил в 1973 г., когда фирма IBM изготовила герметичный пакет из двух заменяемых дисков по 30 Мб каждый. Цифры 30 / 30 ассоциировались у пользователей с калибром популярной в США двустволки «Винчестер 30 / 30». В 1983 г. ЭВМ РС XT стали комплектоваться несъемными винчестерами емкостью 10 Мб со средним временем доступа 100 мс.

Магнитный накопитель из алюминиевого сплава или стеклянных пластин диаметром 3.5 или 2.5 толщиной 0.125 дюйма. На пластины методом напыления наносится несколько тонких слоев магнитных и немагнитных материалов, способных намагничиваться на малых участках поверхности. Пластины крепятся на оси небольшого шпиндельного бесшумного двигателя (Д), который вращается с постоянной скоростью (рис. 4.3).

Из-за ограничения на размер и вес НЖМД, используемого в составе персонального компьютера, число пластин ограничено и в настоящее время не превышает 12.

Наиболее часто число пластин равно от двух до четырёх (головок от 4 до 8), а наружные диски иногда имеют только по одной внутренней рабочей поверхности. Обычно диски имеют нижнюю и верхнюю рабочие поверхности. К каждой рабочей поверхности подводятся одна головка чтения/записи (G_1, \dots, G_n). Головки изготавливаются по тонкопленочной технологии и представляют собой специальные полупроводниковые кристаллы с U-образным зазором, обращенным к пластине. U-образная форма используется для создания подъемной силы, возникающей за счет движения воздуха при вращении дисков. Головка парит над поверхностью с зазором, исчисляемым микронами.



В настоящее время в накопителях более 1 Гб используются магниторезистивные головки (MR), которые имеют в составе тонкопленочную головку (TF) для записи и магниторезистивную для считывания. TF представляют собой микрокатушки из нескольких витков на печатной миниатюрной плате. Внутри катушки располагается сердечник из сплава никеля и железа с высокой индукцией. Зазор в сердечнике путем напыления заполняется немагнитным алюминием и защищается от повреждений при контактах с диском.

Чтобы исключить порчу пластин от попадания частиц в область зазора между головкой и рабочей поверхностью, диски размещают в герметичном корпусе, заполненном инертным газом.

Легкость головки и малый зазор между диском и головкой (около 15 нм) позволяют намагничивать дорожку вглубь поверхности диска, обеспечивая надежность записи/считывания и хранения информации. Вторая часть головки MR представляет собой головку считывания, в основе которой используется датчик-резистор, меняющий свое сопротивление в зависимости от величины магнитного поля. Через резистор протекает постоянный измерительный ток, который изменяется от напряженности магнитного поля в моменты $t_{сз}$ при движении вдоль дорожки. Для уменьшения помех от соседних дорожек, резистор приподнимают над дорожкой. Установка головок на заданную i -ю дорожку (цилиндр диаметром d_i для всех пластин) выполняется катушкой-соленоидом (K), перемещающей приводную ручку (P) как показано на рис 4.3

Для перемещения головок на необходимую дорожку в автоматическую следящую систему (СУ) подается сигнал E_i , который сравнивается с сигналом x , поступающим со специальной головки (G_c) или контакта переменного сопротивления $R_.$, поступающим со специальной головки (G_c) или контакта переменного сопротивления R . При наличии разницы в сравниваемых сигналах СУ перемещает шток (Ш) соленоида в сторону требуемого диаметра d_i . При отключении питания винчестер автоматически паркуется пружиной (П) перемещая головки во внутреннюю область диска, как правило, на последнюю дорожку. Число дорожек определяется типом накопителя и для жестких дисков их число составляет несколько тысяч. Малый зазор между головкой и поверхностью диска позволяет достичь высокой радиальной и линейной плотности записи (100 Гбит/кв.дюйм) и увеличить емкость НЖМД до нескольких десятков и даже сотен Гб.

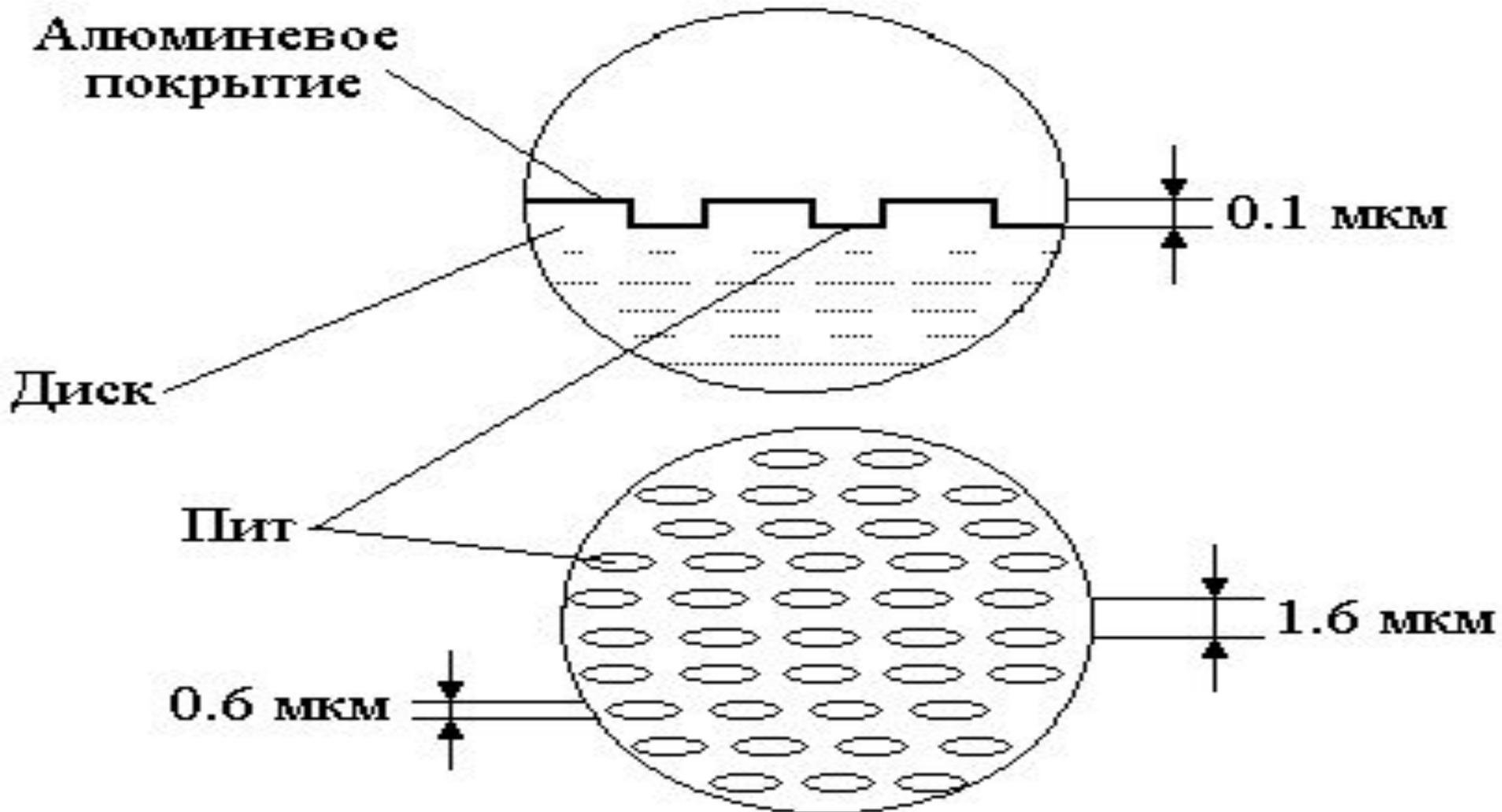
ОПТИЧЕСКИЕ НАКОПИТЕЛИ

В 1972 г. компания PHILIPS продемонстрировала систему VIDEO LONG PLAY. В ней был использован для записи данных принцип "засечек". Он стал началом развития CD-, а в дальнейшем и DVD-технологий. Первый стандарт оптических накопителей CD-ROM, включающий систему записи на компакт-диск произвольных цифровых данных, разработан в 1984 г. фирмами PHILIPS и SONY. Массово компакт-диск постоянной памяти CD-ROM выпускается с 1988 г. как накопитель информации емкостью 650 МБ. Эта информация соответствует примерно

НА ДАННЫЙ МОМЕНТ СУЩЕСТВУЕТ НЕСКОЛЬКО СТАНДАРТОВ CD-ROM – ЭТО AAD, DDD, ADD. БУКВЫ ЭТОЙ АББРЕВИАТУРЫ ОТРАЖАЮТ ФОРМЫ ЗВУКОВОГО СИГНАЛА, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ СОЗДАНИИ ДИСКА: ПЕРВАЯ – ПРИ ИСХОДНОЙ ЗАПИСИ, ВТОРАЯ – ПРИ ОБРАБОТКЕ И СВЕДЕНИИ, ТРЕТЬЯ – КОНЕЧНЫЙ МАСТЕР-СИГНАЛ, С КОТОРОГО ФОРМИРУЕТСЯ ДИСК. "А" ОБОЗНАЧАЕТ АНАЛОГОВУЮ (ANALOG) ФОРМУ, "D" – ЦИФРОВУЮ (DIGITAL). МАСТЕР-СИГНАЛ ДЛЯ CD ВСЕГДА СУЩЕСТВУЕТ ТОЛЬКО В ЦИФРОВОЙ ФОРМЕ, ПОЭТОМУ ТРЕТЬЯ БУКВА АББРЕВИАТУРЫ ВСЕГДА "D". ПРИ ЗАПИСИ И ОБРАБОТКЕ СИГНАЛА В АНАЛОГОВОЙ ФОРМЕ СОХРАНЯЮТСЯ ВЫСШИЕ ГАРМОНИКИ, НО ВОЗРАСТАЕТ УРОВЕНЬ ШУМА. ПРИ ОБРАБОТКЕ В ЦИФРОВОЙ ФОРМЕ ВЫСШИЕ ГАРМОНИКИ ПРИНУДИТЕЛЬНО ОБРЕЗАЮТСЯ НА ПОЛОВИНЕ ЧАСТОТЫ ДИСКРЕТИЗАЦИИ.

КОМПАКТ - ДИСКИ CD-ROM ИЗГОТАВЛИВАЮТСЯ ТОЛЩИНОЙ 1.2 ММ С ВНЕШНИМ ДИАМЕТРОМ 12 СМ, С ВНУТРЕННИМ СТРЕВОТЦЕМ 15 ММ И С ПОЛИМЕРНОГО

ЭТА ПЛЕНКА ЯВЛЯЕТСЯ НОСИТЕЛЕМ ИНФОРМАЦИИ, КОТОРАЯ ПОСЛЕ ЗАПИСИ ЗАЩИЩАЕТСЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ СЛОЕМ ЛАКА. ВЕРХНИЙ СЛОЙ ЯВЛЯЕТСЯ НЕРАБОЧИМ, И НА

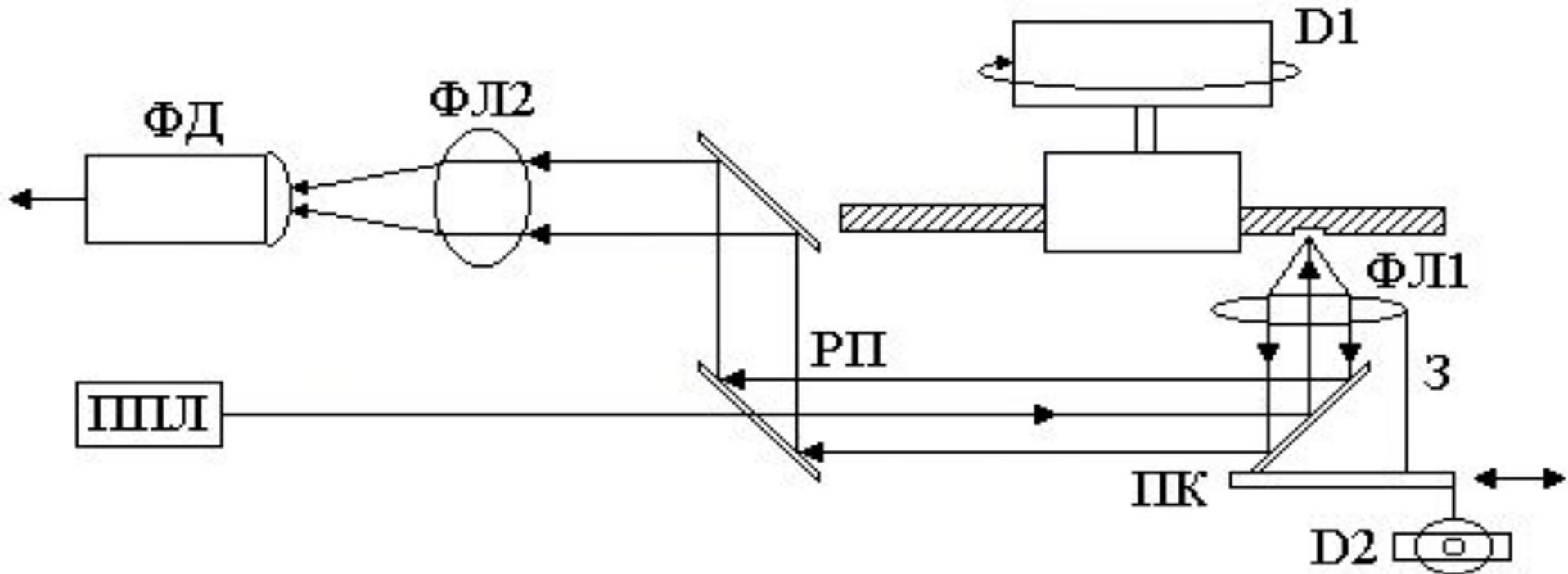


ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДИСКОВ ПРОИСХОДИТ В НЕСКОЛЬКО СТАДИЙ, ВКЛЮЧАЮЩИХ:

- ЗАПИСЬ ВЫЖИГАНИЕМ ЛАЗЕРНЫМ ЛУЧОМ ШТРИХОВ ("ЗАСЕЧКА", ПИТ) В ТЕЧЕНИЕ БОЛЕЕ 1.5 ЧАСОВ НА МАСТЕР-ДИСК;
- ПОЛУЧЕНИЕ С МАСТЕР-ДИСКА КОПИЙ МАТРИЦ ИЗ ТВЕРДОГО МЕТАЛЛА;
- ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОПИИ РАБОЧИХ ДИСКОВ ПУТЕМ ОТТИСКА (ШТАМПОВКИ) МАТРИЦАМИ.

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОТТИСКА НА ПОВЕРХНОСТИ ДИСКА ОСТАЕТСЯ СПИРАЛЬНАЯ ДОРОЖКА ШИРИНОЙ 0.6 МКМ С РАССТОЯНИЕМ МЕЖДУ ВИТКАМИ 1.6 МКМ С УГЛУБЛЕНИЯМИ В ВИДЕ ШТРИХА 0.12 МКМ С $TR1 = 16\ 000$. ДОРОЖКА НАЧИНАЕТСЯ ВБЛИЗИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТВЕРСТИЯ И ОКАНЧИВАЕТСЯ В 5 ММ ОТ ВНЕШНЕГО КРАЯ. ДЛИНА СПИРАЛИ ДОСТИГАЕТ 5 КМ. ПРИНЦИП РАБОТЫ НАКОПИТЕЛЯ CD-ROM МОЖНО УПРОЩЕННО ПОЯСНИТЬ С ПОМОЩЬЮ РИС. 4.8. ДИСК ВРАЩАЕТСЯ ДВИГАТЕЛЕМ (D1), СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОТОРОГО ОБЕСПЕЧИВАЕТ ПОСТОЯННУЮ СКОРОСТЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДОРОЖКИ ОТНОСИТЕЛЬНО СЧИТЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА НА

В КАЖДОМ БЛОКЕ ЗАПИСАНО 2 352 БАЙТА. ИЗ НИХ 2 048 ПОЛЕЗНЫХ И 288 КОНТРОЛЬНЫХ, КОТОРЫЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДАННЫХ ("ПРОВАЛОВ" ИЗ-ЗА ЦАРАПИН, СОРА) ДЛИНОЙ ДО 1 000 БИТ, 16 ДЛЯ СИНХРОНИЗАЦИИ. КОНТРОЛЬНЫЕ БИТЫ ПОЗВОЛЯЮТ ИЗБЕЖАТЬ ОШИБОК С ВЕРОЯТНОСТЬЮ 10^{-25} . ДВИГАТЕЛЬ ПОЛОЖЕНИЯ (D2) ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОДВИЖНОЙ КАРЕТКИ (ПК) С ЗЕРКАЛОМ И ФОКУСИРУЮЩЕЙ ЛИНЗОЙ К НУЖНОМУ ВИТКУ СПИРАЛЬНОЙ ДОРОЖКИ ПО КОМАНДАМ ВСТРОЕННОГО МИКРОПРОЦЕССОРА.



ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ЛАЗЕР (ППЛ) ИЗЛУЧАЕТ ИНФРАКРАСНЫЙ ЛУЧ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ В 4 РАЗА ПРЕВЫШАЮЩЕЙ ГЛУБИНУ ШТРИХА. ЭТОТ ЛУЧ ПРОХОДИТ ЧЕРЕЗ РАЗДЕЛИТЕЛЬНУЮ ПРИЗМУ (РП), ОТРАЖАЯСЬ ОТ ЗЕРКАЛА (3). ЗАТЕМ ЧЕРЕЗ ФОКУСИРУЮЩУЮ ЛИНЗУ (ФЛ1) ОН ТОЧНО НАПРАВЛЯЕТСЯ НА ДОРОЖКУ И ОТРАЖАЕТСЯ ОТ НЕЕ С РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ШТРИХА ИЛИ ПЛАТО. ПОСКОЛЬКУ ДИАМЕТР СВЕТОВОГО ПЯТНА, ФОРМИРУЕМОГО НА ДОРОЖКЕ ЛАЗЕРНЫМ ЛУЧОМ, БОЛЬШЕ, ЧЕМ РАЗМЕР ШТРИХА, ПРИ ОДНОВРЕМЕННОМ ОТРАЖЕНИИ ЛУЧА ОТ ДНА ШТРИХА И ОСНОВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕЖДУ ОТРАЖЕННЫМИ ВОЛНАМИ ВОЗНИКАЕТ ГАСЯЩАЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ИНТЕНСИВНОСТЬ

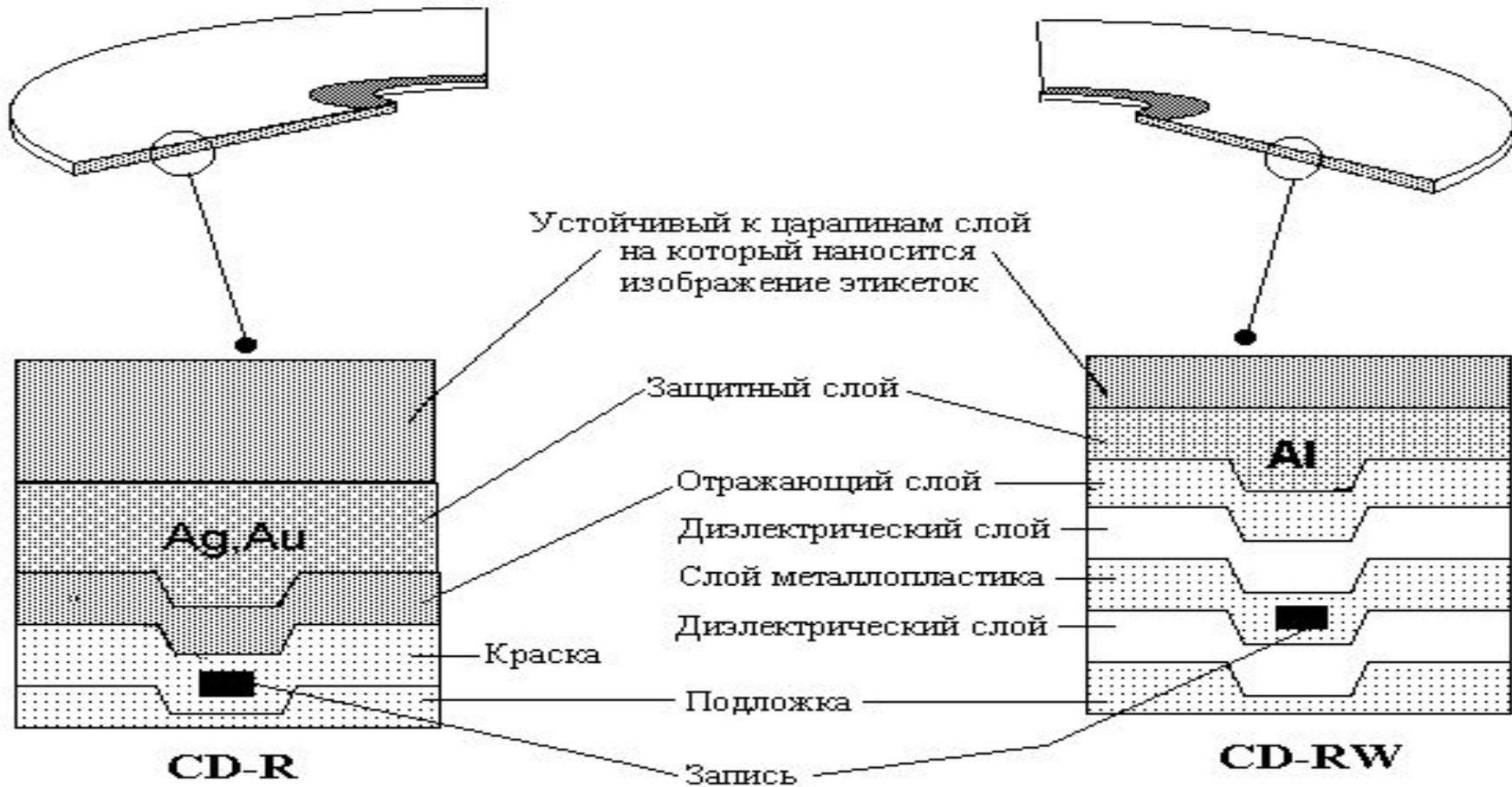
. ПРИ ОТСУТСТВИИ ШТРИХА СВЕТОВОЕ ПЯТНО ОТРАЖАЕТСЯ ОДИНАКОВО, ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ НЕ ПРОИСХОДИТ, ИНТЕНСИВНОСТЬ ОТРАЖЕННОГО ЛУЧА СОХРАНЯЕТСЯ. ОТРАЖЕННЫЙ ОТ ДОРОЖКИ ЛУЧ ВОСПРИНИМАЕТСЯ ФОКУСИРУЮЩЕЙ ЛИНЗОЙ (ФЛ1) И ЧЕРЕЗ РП И ФОКУСИРУЮЩУЮ ЛИНЗУ (ФЛ2) ВОСПРИНИМАЕТСЯ ФОТОДАТЧИКОМ (ФД), КОТОРЫЙ ПРЕОБРАЗУЕТ ОПТИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СИГНАЛ, СНИМАЕМЫЙ С ФД ПРИ ПРОСМОТРЕ ШТРИХА В CD, ПРИНИМАЕТСЯ ЗА ЛОГИЧЕСКУЮ ЕДИНИЦУ. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ ПЕРЕДАЮТСЯ ЗАТЕМ В ЗВУКОВУЮ ПЛАТУ ИЛИ В ОЗУ. ПРИ ПЕРЕДАЧЕ В ЗВУКОВУЮ ПЛАТУ (КАРТУ) ЦИФРОВЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПРЕОБРАЗУЮТСЯ В

. ПЕРЕЗАПИСЫВАЕМЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ НАКОПИТЕЛИ

КРОМЕ CD-ROM ВСЕ БОЛЕЕ ШИРОКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НАХОДЯТ СТАНДАРТЫ CD-R (RECORDABLE - ЗАПИСЫВАЕМЫЙ) И CD-RW (REWRITABLE - ПЕРЕЗАПИСЫВАЕМЫЙ). ДЛЯ ОДНОКРАТНОЙ ЗАПИСИ CD-R ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ТАК НАЗЫВАЕМЫЕ "БОЛВАНКИ", ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЕ СОБОЙ ОБЫЧНЫЙ КОМПАКТ-ДИСК, В КОТОРОМ ОТРАЖАЮЩИЙ СЛОЙ ВЫПОЛНЕН ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ИЗ ЗОЛОТОЙ ИЛИ СЕРЕБРЯНОЙ ПЛЕНКИ. МЕЖДУ НИМ И ПОЛИКАРБОНАТНОЙ ОСНОВОЙ РАСПОЛОЖЕН РЕГИСТРИРУЮЩИЙ СЛОЙ ИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА (КРАСИТЕЛЯ), ТЕМНЕЮЩЕГО ПРИ НАГРЕВАНИИ. В ПРОЦЕССЕ ЗАПИСИ ПЛАЗЕРНЫЙ

ПЕРЕЗАПИСЫВАЕМЫЕ ДИСКИ CD-RW ИМЕЮТ СЕМИСЛОЙНУЮ СТРУКТУРУ, ОТЛИЧАЮЩУЮСЯ ОТ ДИСКОВ CD-R, КОТОРЫЕ СОДЕРЖАТ ПЯТЬ СЛОЕВ, КАК ПОКАЗАНО НА РИС. 4.9. В CD-RW ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ СЛОЙ ИЗ МЕТАЛЛОПЛАСТИКА, ИЗМЕНЯЮЩИЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЛУЧА СВОЕ ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ С АМОРФНОГО НА КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ И ОБРАТНО. В РЕЗУЛЬТАТЕ ЧЕГО МЕНЯЕТСЯ ПРОЗРАЧНОСТЬ СЛОЯ. ФИКСАЦИЯ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ПРОИСХОДИТ БЛАГОДАРЯ ТОМУ, ЧТО МАТЕРИАЛ РЕГИСТРИРУЮЩЕГО СЛОЯ ПРИ НАГРЕВЕ СВЫШЕ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРЕХОДИТ В АМОРФНОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСТАЕТСЯ В НЕМ ПОСЛЕ ОСТЫВАНИЯ, А ПРИ НАГРЕВЕ ДО ТЕМПЕРАТУРЫ ЗНАЧИТЕЛЬНО НИЖЕ КРИТИЧЕСКОЙ ВОССТАНАВЛИВАЕТ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ. ТАКИЕ ДИСКИ ВЫДЕРЖИВАЮТ ОТ ТЫСЯЧ ДО ДЕСЯТКОВ ТЫСЯЧ ЦИКЛОВ ПЕРЕЗАПИСИ. ОДНАКО ИХ ОТРАЖАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СУЩЕСТВЕННО НИЖЕ ОДНОКРАТНЫХ CD, ЧТО ЗАТРУДНЯЕТ ИХ СЧИТЫВАНИЕ В ОБЫЧНЫХ ПРИВОДАХ. ДЛЯ ЧТЕНИЯ CD-RW НЕОБХОДИМ ПРИВОД С АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛИРОВКОЙ УСИЛЕНИЯ ФОТОПРИЕМНИКА (AUTO GAIN CONTROL), ХОТЯ НЕКОТОРЫЕ ОБЫЧНЫЕ ПРИВОДЫ CD-ROM И БЫТОВЫЕ ПРОИГРЫВАТЕЛИ СПОСОБНЫ ЧИТАТЬ ИХ НАРАВНЕ С ОБЫЧНЫМИ

ПЕРЕЗАПИСЫВАЕМЫЙ ДИСК МОЖЕТ ИМЕТЬ ТАКУЮ ЖЕ СТРУКТУРУ И ФАЙЛОВУЮ СИСТЕМУ, ЧТО И CD-R, ЛИБО НА НЕМ МОЖЕТ БЫТЬ ОРГАНИЗОВАНА СПЕЦИАЛЬНАЯ ФАЙЛОВАЯ СИСТЕМА UDF, ПОЗВОЛЯЮЩАЯ ДИНАМИЧЕСКИ СОЗДАВАТЬ И УНИЧТОЖАТЬ ОТДЕЛЬНЫЕ ФАЙЛЫ НА ДИСКЕ



ЦИФРОВОЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДИСК

СТАНДАРТ ДЛЯ DVD БЫЛ РАЗРАБОТАН В 1995 Г. СОВМЕСТНО НЕСКОЛЬКИМИ КОМПАНИЯМИ (HITACHI, JVC, PHILIPS И ДР.). НА DVD-ДИСКИ МОЖНО ЗАПИСЫВАТЬ НЕ ТОЛЬКО ВИДЕО, НО И АУДИО И ЛЮБЫЕ ДРУГИЕ ДАННЫЕ, ПОЭТОМУ ОН ЧАЩЕ ПРИМЕНЯЕТСЯ КАК ЦИФРОВОЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДИСК (VERSATILE). ГЛАВНОЕ ОТЛИЧИЕ DVD-ДИСКОВ ОТ CD-ДИСКОВ – РАЗНИЦА В ОБЪЁМАХ ИНФОРМАЦИИ. ЁМКОСТЬ DVD УВЕЛИЧЕНА НЕСКОЛЬКИМИ СПОСОБАМИ:

- ВО-ПЕРВЫХ, ДЛЯ ЧТЕНИЯ DVD-ДИСКОВ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ЛАЗЕР С МЕНЬШЕЙ ДЛИНОЙ ВОЛНЫ, ЧЕМ ДЛЯ ЧТЕНИЯ CD-ДИСКОВ, ЧТО ПОЗВОЛИЛО СУЩЕСТВЕННО УВЕЛИЧИТЬ ПЛОТНОСТЬ ЗАПИСИ;

С ПОВЫШЕНИЕМ ПЛОТНОСТИ ЗАПИСИ И УМЕНЬШЕНИЕМ ДЛИНЫ ВОЛНЫ СЧИТЫВАЮЩЕГО ЛАЗЕРА ИЗМЕНИЛОСЬ ТРЕБОВАНИЕ К ТОЛЩИНЕ ЗАЩИТНОГО ПЛАСТМАССОВОГО СЛОЯ, ДЛЯ DVD-ДИСКОВ ОН СОСТАВЛЯЕТ ВСЕГО 0.6 ММ В ОТЛИЧИЕ ОТ 1,2 ММ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В CD-ДИСКАХ. ОДНАКО ЧТО БЫ СОХРАНИТЬ ПРИВЫЧНЫЕ РАЗМЕРЫ ДИСКА И ИЗБЕЖАТЬ ИЗЛИШНЕЙ ХРУПКОСТИ DVD-ДИСКОВ, ОНИ ЗАЛИВАЮТСЯ ПЛАСТИКОМ С ДВУХ СТОРОН, ЧТОБЫ ИТОГОВАЯ ТОЛЩИНА ДИСКА СОСТАВИЛА ТЕ ЖЕ 1,2 ММ. ЭТО ПОЗВОЛИЛО ЗАПИСЫВАТЬ ДАННЫЕ НА ОБЕ СТОРОНЫ DVD-ДИСКОВ И ТАКИМ ОБРАЗОМ УДВАИВАТЬ ИХ ЁМКОСТЬ. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ DVD ДИСКОВ СЛЕДУЮЩИЕ [18]:

- DVD-5 (4.7 ГБ) С ЗАПИСЬЮ ДАННЫХ ОДНИМ СЛОЕМ НА ОДНОЙ СТОРОНЕ;
- DVD-9 (8.5 ГБ) С ЗАПИСЬЮ ДАННЫХ В ДВА СЛОЯ НА ОДНОЙ СТОРОНЕ;
- DVD-10 (9.4 ГБ) С ЗАПИСЬЮ ДАННЫХ НА ДВУХ СТОРОНАХ ПО ОДНОМУ СЛОЮ;
- DVD-14 (13.24 ГБ) С ЗАПИСЬЮ ДАННЫХ В ДВА СЛОЯ НА ОДНОЙ СТОРОНЕ, ОДИН СЛОЙ НА ДРУГОЙ;
- DVD-18 (17 ГБ) С ЗАПИСЬЮ ДАННЫХ НА ДВУХ СТОРОНАХ ПО ДВА СЛОЯ

ДЛЯ DVD-ДИСКОВ, ТАКЖЕ КАК И ДЛЯ CD ДИСКОВ, СУЩЕСТВУЮТ ФОРМАТЫ ПЕРЕЗАПИСИ – ЭТО DVD-RAM И DVD+RW ЕМКОСТЬЮ ДО 2,6 ГБ И ДО 3 ГБ СООТВЕТСТВЕННО, НО ОБА ЭТИХ ФОРМАТА НЕСОВМЕСТИМЫ МЕЖДУ СОБОЙ. ПРИНЦИП ПЕРЕЗАПИСИ У НИХ ТАКОЙ ЖЕ, КАК И У CD ТЕХНОЛОГИЙ, НО ЗАПИСЬ ВЕДЕТСЯ ПО СЛОЯМ И ПЛОТНОСТЬ НА ДИСКЕ БОЛЕЕ ВЫСОКАЯ.

~~В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ДЛЯ CD И DVD НАКОПИТЕЛЕЙ~~

ТАБЛИЦА 4.6

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТИЧЕСКИХ НАКОПИТЕЛЕЙ

ПАРАМЕТРЫ	CD-RW (SW-208)	DVD-ROM (SD-612)
СКОРОСТЬ ЗАПИСИ CD (КБ/С)	1200 (8X)	-
СКОРОСТЬ ПЕРЕЗАПИСИ CD (КБ/С)	600 (4X)	-
СКОРОСТЬ ЧТЕНИЯ CD (КБ/С)	4800 (32X)	6000 (40X)
СКОРОСТЬ ЧТЕНИЯ DVD (КБ/С)	-	16200 (12X)
ИНТЕРФЕЙС	EIDE	EIDE
РАЗМЕР БУФЕРА (КБ)	4096	512
ВЫХОДНАЯ АУДИО МОЩНОСТЬ (ВТ)	0,7	0,7
ЗАПИСЬ CD-R 650 (МБ)	+	-
ЗАПИСЬ CD-RW 700/650/550 (МБ)	+	-

ОПТИЧЕСКИЕ НАКОПИТЕЛИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

В НАКОПИТЕЛЯХ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ, ТАК НАЗЫВАЕМЫХ ФЛЮОРЕСЦЕНТНЫХ ДИСКАХ (FM-ДИСКИ), ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ПРИНЦИП "ФОТОХРОМИЗМА". ЭТО ЯВЛЕНИЕ ПРОЯВЛЯЕТСЯ В ОРГАНИЧЕСКОМ МАТЕРИАЛЕ, СОДЕРЖАЩЕМ ЧАСТИЦЫ ФОТОХРОМА, КОТОРЫЕ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРНОГО ЛУЧА ОПРЕДЕЛЕННОЙ ДЛИНЫ ВОЛНЫ ИСПУСКАЮТ ФЛЮОРЕСЦЕНТНОЕ СВЕЧЕНИЕ. ИЗНАЧАЛЬНО ФОТОХРОМ НЕ ОБЛАДАЕТ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫМИ СВОЙСТВАМИ. ЗАПИСЬ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРА БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ НА УЧАСТКИ, ГДЕ ИНИЦИИРУЕТСЯ ФОТОХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ, В РЕЗУЛЬТАТЕ КОТОРОЙ И НАЧИНАЮТ ПРОЯВЛЯТЬСЯ ФЛЮОРЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА. ПРИ СЧИТЫВАНИИ ЧАСТИЦЫ ФОТОХРОМА В УЧАСТКАХ ОБЛУЧЕННЫХ ЛАЗЕРОМ ОПЯТЬ

ОСОБЕННОСТЬ FM-ДИСКА ОТРАЖАЕТСЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКЕ НАКОПИТЕЛЯ:

- МНОГОСЛОЙНОСТЬ, ПРОЗРАЧНОСТЬ И ОДНОРОДНОСТЬ;
- НИЗКИЕ ПОТЕРИ СИГНАЛА ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЧЕРЕЗ НЕСКОЛЬКО СЛОЕВ;
- ФЛУОРЕСЦЕНТНОЕ СВЕЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ "ПРОЗРАЧНО" ДЛЯ ВСЕХ СЛОЁВ ДИСКА;
- МЕНЬШАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ, ЧЕМ У CD/DVD, К РАЗЛИЧНЫМ НЕДОСТАТКАМ УСТРОЙСТВ СЧИТЫВАНИЯ;
- ФЛУОРЕСЦЕНТНОЕ СВЕЧЕНИЕ С ЛЮБОГО СЛОЯ НЕ КОГЕРЕНТНО, ИСКЛЮЧАЕТСЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ, КОТОРАЯ ПРИСУТСТВУЕТ В ТЕХНОЛОГИЯХ CD/DVD;
- ФЛУОРЕСЦЕНТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОВМЕСТИМА С CD И DVD ФОРМАТАМИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАННЫХ НА КАЖДОМ СЛОЕ.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ДИСКА ЕМКОСТЬЮ 50 ГБ ПРЕДСТАВЛЕНЫ В ТАБ. 4.7.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТИЧЕСКИХ ДИСКОВ

ПАРАМЕТРЫ	CD	DVD	FMD
ДИАМЕТР ДИСК (ММ)	120	120	130
ВМЕСТИМОСТЬ (ГБ)	0,64	17,4	50,8
ЧИСЛО СЛОЕВ	1	2 (НА КАЖДОЙ СТОРОНЕ)	12
РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ СЛОЯМИ (МКМ)	-	40	25±5
ОБЩАЯ ТОЛЩИНА ИНФОРМАЦИОННЫХ СЛОЕВ (МКМ)	0,11	2	275
РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ТРЕКАМИ (МКМ)	1,6	0,74	0,8
ДЛИНА ВОЛНЫ ЛАЗЕРА (НМ)	780	635-650	532

ИЗ ТАБЛ. 4.7 ВИДНО, ЧТО FM-ДИСК ПОЗВОЛЯЕТ ХРАНИТЬ И ИСПОЛЬЗОВАТЬ БОЛЬШЕ ДАННЫХ, ЧЕМ CD-ДИСКИ ИЛИ DVD-ДИСКИ, И МОЖЕТ БЫТЬ, В СКОРОМ ВРЕМЕНИ FM-ДИСКИ ЗАМЕНЯТ

Кэш-память

Под кэш-памятью (кэш) понимается буферное оперативное, более высокого быстродействия, чем основное ОЗУ, запоминающее устройство, имеющее в своем составе схему быстрого поиска информации. Различают кэш первого уровня (L1), или внутренний, и второго уровня (L2), или внешний, подключаемый к шине процессора. Внутренний кэш работает с быстродействием МП, внешний – синхронно с устройствами шины процессора. Внутренний кэш является буфером между регистрами МП и ОЗУ. Если имеется внешний кэш, то он является буфером между внутренним кэш и ОЗУ.

Кэш-2 может быть линейным, подключаемым к одной системной шине МП, или тыльным, выполняющим обмен по двум шинам, одна из которых осуществляет связь с МП на более высокой частоте, чем другая процессорная с ОЗУ. Иногда ЭВМ имеет в составе и кэш-3, которая является буфером между кэш-2 и ОЗУ. Емкость памяти внутреннего кэш определяется типом МП (8, 16 Кб и более), а память внешнего кэш может наращиваться при использовании Windows 95 до 512 Кб или до 2 Мб с 32 разрядными ОС, как OS/2, Windows NT и UNIX. Кэш строится на элементах SRAM с временем доступа 4.5 – 12 нс и схемах сравнения, и поэтому ощутимо дороже динамических ОЗУ.

Для обмена информацией между кэш и ОЗУ используют 3 способа:

- со сквозной записью;
- со сквозной буферной записью;
- с обратной записью.

При сквозной записи результат операции передается МП одновременно в кэш и ОЗУ. При низком быстродействии ОЗУ МП простаивает, ожидая весь цикл записи. Увеличить быстродействие обмена удастся при использовании сквозной буферной записи, когда МП ждет записи только в кэш, а для записи в ОЗУ информация передается в буферные регистры шинного интерфейса, а при свободной шине процессора затем передается в ОЗУ.

Приоритет отдается операциям записи из МП в ОЗУ, и этот способ часто используются в алгоритмах, требующих синхронной смены информации в ОЗУ.

Для многих задач адреса данных и следующих команд расположены рядом, при этом частично данные являются промежуточными и располагаются в одних и тех же ячейках памяти при выполнении различных операций.

В таком случае большее быстроедействие обмена обеспечивает способ с обратной записью. При таком способе данные из строк кэш передаются в ОЗУ только при изменении информации на новую запись из ОЗУ, когда стираемая строка в кэш обновляется МП при выполнении программы. Недостатком способа является "старение" информации в ОЗУ в процессе вычислений. Полное соответствие информации с кэш достигается только после решения задачи, когда кэш копируется в ОЗУ. При считывании в кэш все способы обмена работают одинаково.

Для повышения быстродействия поиска информации в кэш используется ассоциативная или адресно-ассоциативная адресация. При ассоциативной адресации в качестве признака поиска (ключа, тэга) используется весь физический адрес. При адресно-ассоциативной адресации старшие разряды физического разряда используются для тэга, а младшие являются адресом ячейки внутри множества адресуемых ячеек. На рис. 3.7 приведена структура ассоциативной памяти. Физический адрес (ФА) с ША в виде, например, кода $011\dots10$ подается как тэг на схемы сравнения $D1 \dots DN+1$. Наличие идентичности тэга с содержимым ячейки блока тэга (БТ) (например, с номером 0) включает соответствующую схему сравнения, выходной сигнал которой становится равен 1.

Снизить аппаратные затраты можно при помощи способа адресно-ассоциативной адресации (кэш прямого отображения), показанной на рис. 3.8. Кэш содержит массив данных из $0, 1 \dots, N$ множеств. В такой структуре кэш младшие разряды (смещение в команде или странице) используются для определения номера множества БТ с помощью DCA и номера строки с помощью дешифратора строк (DCC). Сигнал с одного из выходов DCA, равный 1, подключает тэг, обслуживающий множество, к схеме сравнения D1, на другие входы которой подаются старшие k разрядов ключа физического адреса с ША.

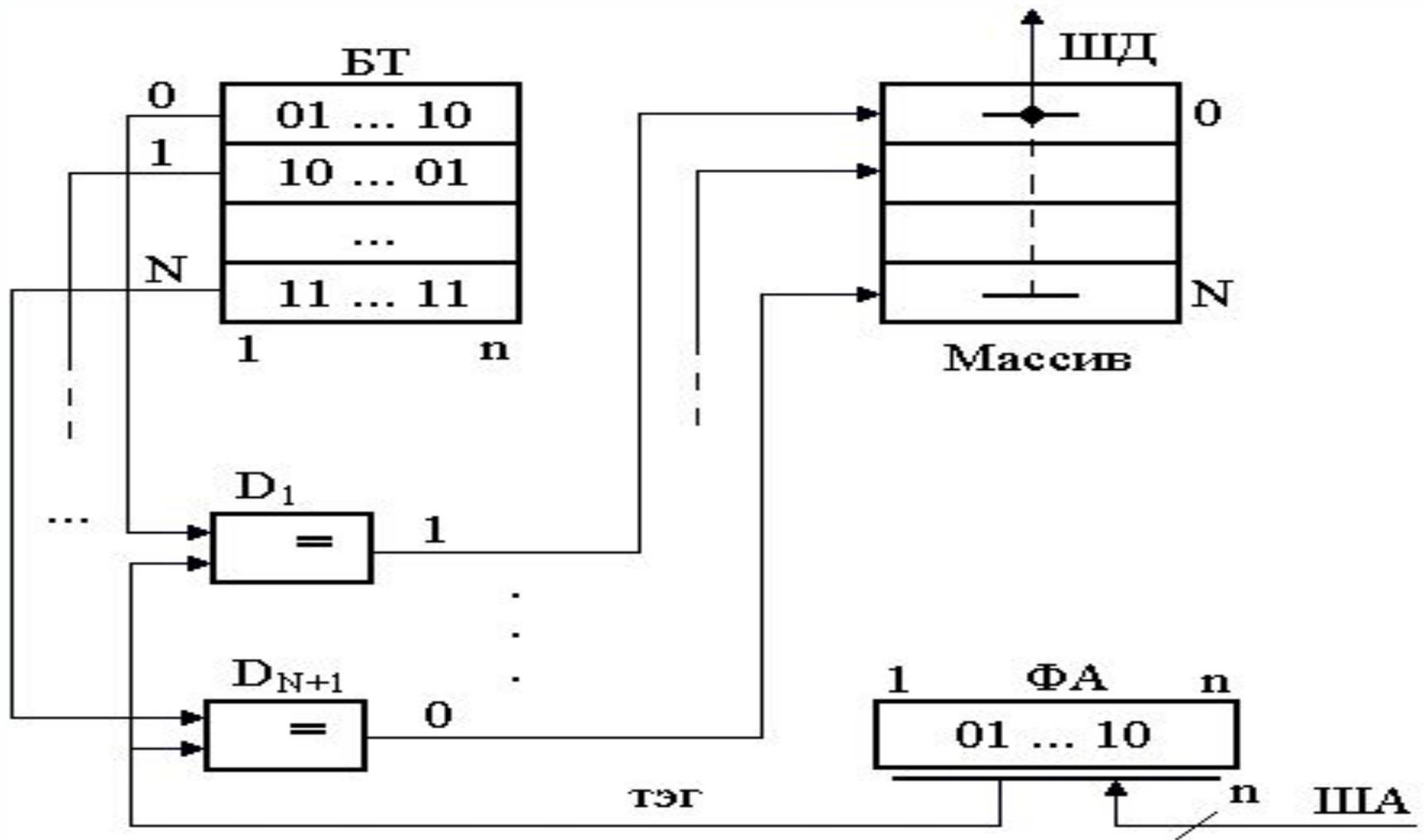


Рис. 3.7. Ассоциативный кэш

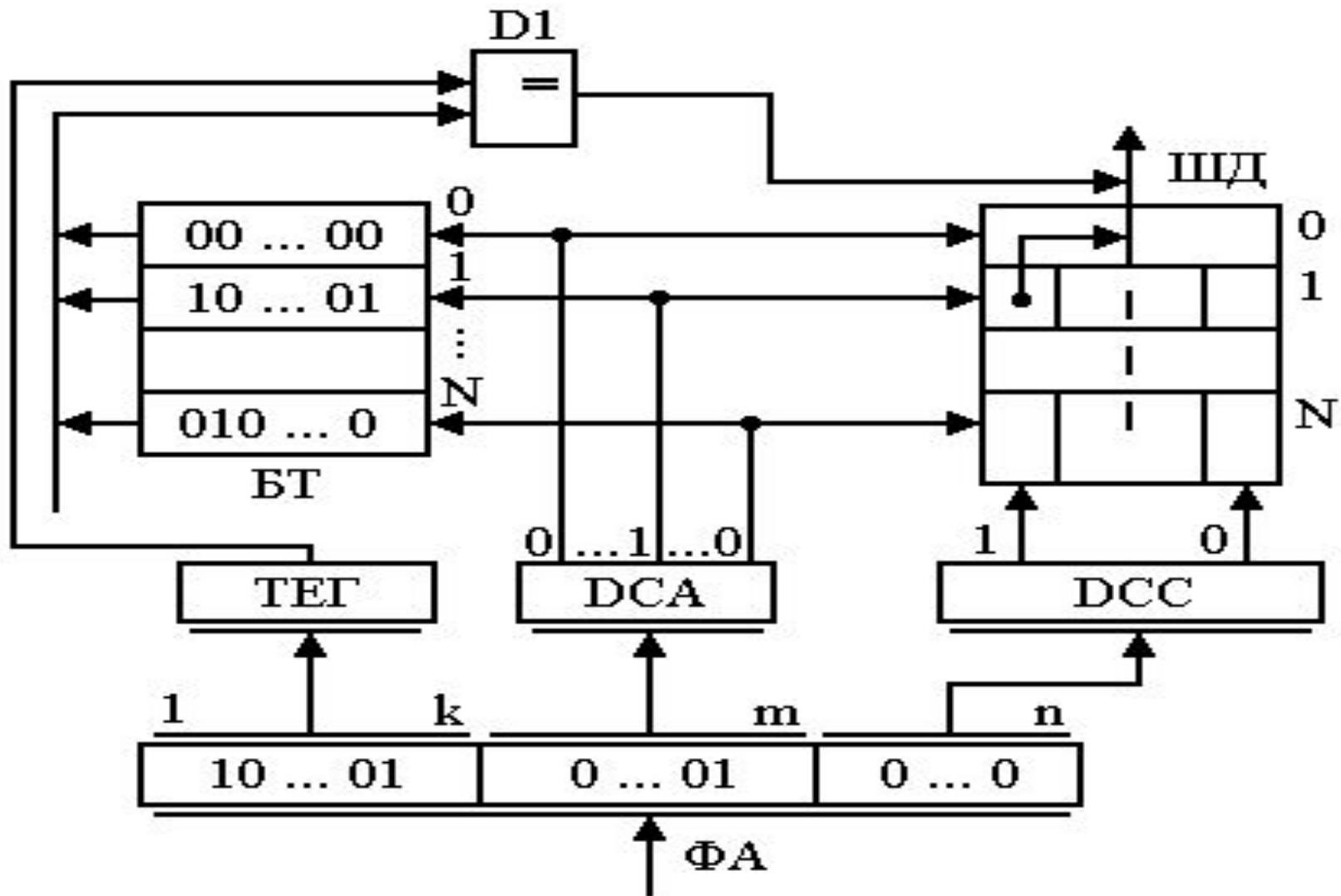


Рис. 3.8. Кэш прямого отображения

Логическая организация памяти

Компьютеры РС и ХТ могут работать с памятью до 1 Мб (с адресами от 0 до 1 М - 1), а АТ с МП 286 – до 16 Мб; более поздние модели – до 4 Гб, а ЭВМ с Pentium Pro и Pentium II/III/4 – до 64 Гб. Диапазон адресов определяется размерностью адресной шины МП. Более интенсивно во всех моделях используется память с младшими адресами, которая отводится для размещения ядра DOS, связи с внешними устройствами, стандартных программ тестирования и организации I/O.

Чтобы исключить ошибочное использование начальной памяти, она распределяется по назначению на основании стандартов IBM и Intel. Карта логической организации памяти, представляющая собой ее распределение без учета физической сущности, представлена на рис. 3.10. Она распределена на области: стандартную СМ, верхнюю UMA, расширенную EM и дополнительную EpM.

Область стандартной памяти СМ во всех компьютерах отводится под DOS и рабочие программы с данными, которые обрабатываются МП. В последних моделях эта область наиболее динамичная. При многозадачном V-режиме она постоянно обновляется, и поэтому для повышения быстродействия такая память построена на элементах с малым временем чтения (DRAM и SRAM).

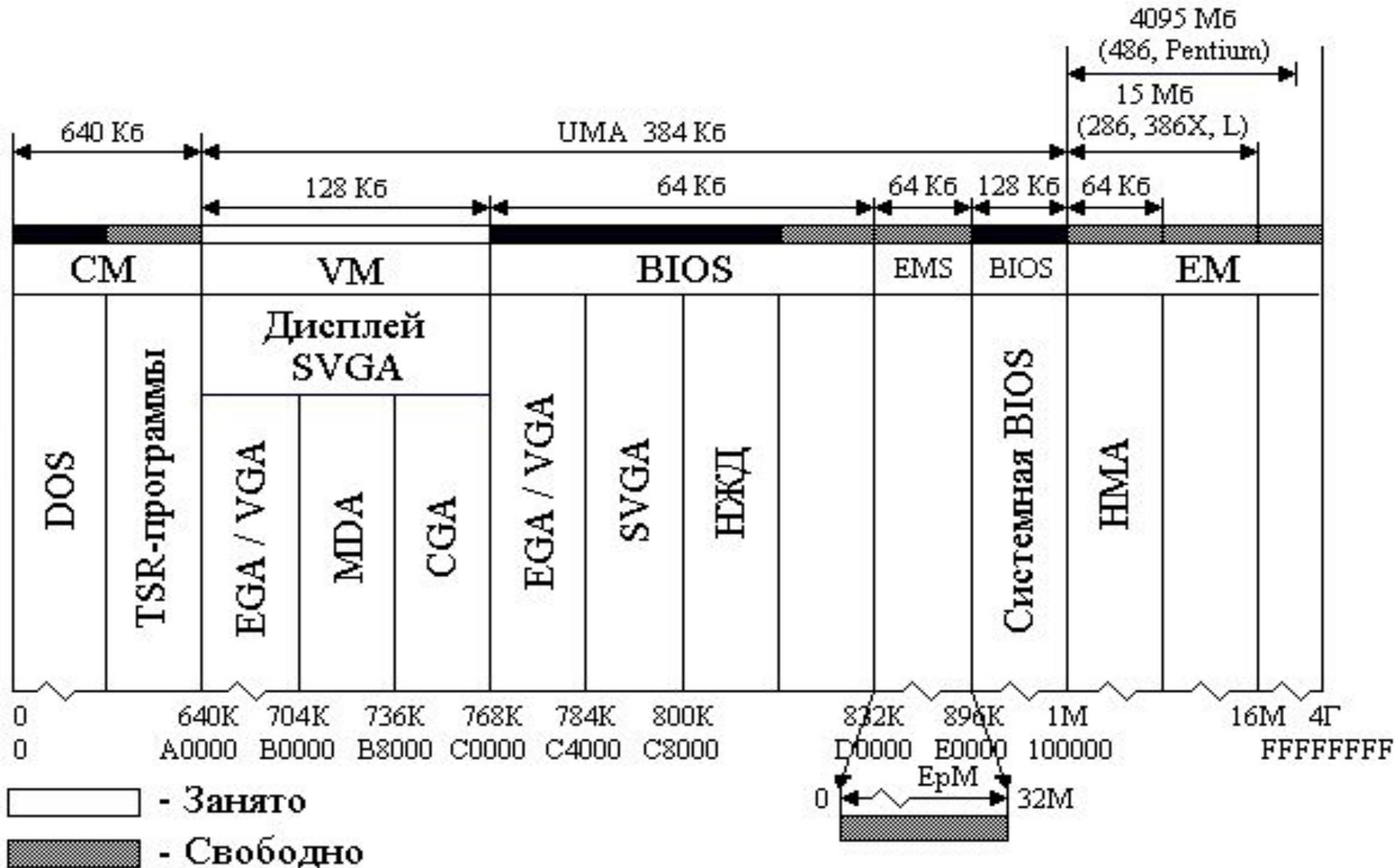


Рис. 3.10. Карта распределения памяти

Область в верхних адресах UMA емкостью 384 Кб зарезервирована для системного использования самой ЭВМ. Первая часть UMA (128 Кб) отводится под видеопамять (VM), которая предназначена для вывода оперативной информации на дисплей. В зависимости от типа монитора и видеоадаптера она используется не полностью для EGA, MDA, CGA с фиксированными адресами соответственно 640К, 704К, 736К или же используется в полном объеме для VGA и SVGA. Область видеопамати обычно реализуется на ОЗУ типа VRAM с высоким быстродействием, которая работает с памятью видеоплаты емкостью до 2 Мб и более.

