

1) Иерархия устройств памяти	2
2) Классификация устройств памяти	2
3) Что такое скорость доступа	2
4) Какие бывают интерфейсы у подключаемых устройств	3
5) Принципы магнитной записи	3
6) Какие есть типы магнитной записи	3
7) Классификация HDD	3
8) Элементы конструкции HDD	4
9) Принцип работы актуатора сервометок	4
10) Базовые методы кодирования	4
11) Логическая структура магнитного носителя	6
23.1 Логическая структура магнитного носителя.	6
12) Способы форматирования	6
13) Сектора	6
14) Плотность, линейная плотность	6
15) Протокол обмена ATA	6
16) Что такое PIO, DMA, UDMA	7
17) Интерфейс SATA и его различие с ATA	7
18) Контроллер диска	7
19) Процедура обмена данными	7
20) Различия между SCSI и ATA	8
21) Интерфейс SAS	8
22) Технология RAID	9
23) Арбитраж шин	9

1) Иерархия устройств памяти



2) Классификация устройств памяти

По исполнению:

- внутренние (внутри корпуса системы, без отдельного питания);
- внешние (в отдельном корпусе).

По конструкции:

- со сменными носителями;
- со встроенными движущимися носителями (обычно дисками);
- твердотельные накопители (без движущихся деталей).

По принципу адресации и доступа:

- блочные с произвольным доступом;
- блочные с последовательным доступом (чаще всего ленточные);
- потоковые (практически то же, что и последовательного типа).

По типу использованного физического явления:

- магнитные (магнитная ориентация ячеек);
- оптические (оптические свойства материалов);
- электронные (хранение электронного заряда в ячейках);
- комбинированные (один принцип – для чтения, другой – для записи).

3) Что такое скорость доступа

Скорость доступа (access time) — Время от поступления запроса до фактического выполнения операции. Для чтения и записи, как правило, различаются

Характеристики:

Емкость (capacity)

Скорость доступа (access time): время от поступления запроса до фактического выполнения операции.

Скорость обмена данными (transfer rate)

Скорость чтения/записи.

Удельная стоимость хранения данных

4) Какие бывают интерфейсы у подключаемых устройств

Для внутренних устройств (по возрастанию производительности): • FDC (для подключения FDD).

- (Parallel) ATA и производные (для HDD, SSD и ODD).
- (Parallel) SCSI (для HDD и ODD).
- Serial ATA (для HDD, SSD и ODD).
- FC-AL (для HDD).
- Serial Attached SCSI (для HDD).
- USB (для разных устройств).
- PCI Express (для SSD, RAM Disc).

Для внешних устройств:

- Устаревшие интерфейсы (LPT, COM, SCSI).
- USB (для USB Flash, HDD, ODD).
- IEEE 1394.
- PCMCIA, CompactFlash (фактически ATA, но в другом формфакторе).
- External SATA (eSATA) (для HDD).

5) Принципы магнитной записи

Для хранения данных на жестких дисках использован хорошо известный принцип упорядочивания направления намагничивания частиц ферромагнетиков под действием внешнего магнитного поля.

В качестве среды записи и хранения информации в жестких дисках выступают ферромагнетики, отличительной особенностью которых является наличие микроскопических однородно намагниченных объемов вещества, называемых доменами.

Один бит магнитной информации - это один магнитный домен ферромагнитного материала, направление вектора намагниченности в котором может быть изменено внешним полем.

Запись одного бита информации осуществляется путём подачи тока в электрическую катушку записывающей головки. Изменяя направление прохождения тока через элемент, можно получить участки на носителе с магнитными доменами, ориентированными в разных направлениях.

Задача элемента чтения – обнаружить изменения направления намагниченности участков диска.

6) Какие есть типы магнитной записи

Принцип продольной (Longitudinal) записи предусматривает ориентацию полюсов магнитных ячеек параллельно плоскости носителя. Он проще в реализации, но не позволяет (вследствие суперпарамагнетического барьера) достигать высокой плотности.

Принцип перпендикулярной (Perpendicular) записи сложнее, но он дает ряд преимуществ, самое важное из которых – менее выраженное влияние соседних ячеек друг на друга, что выливается в более широкие возможности по уплотнению данных на носителе.

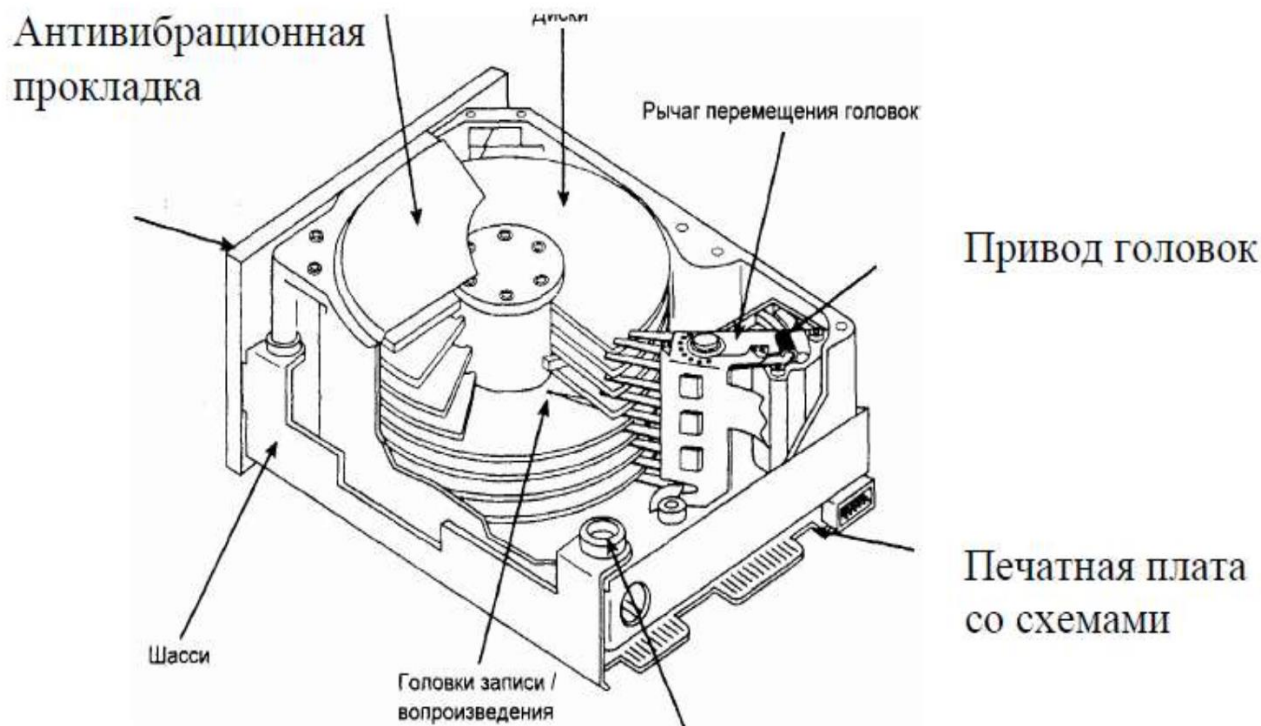
Для перпендикулярной записи применяется катушка с разорванным несимметричным сердечником (SPT – single pole trimmed), чтобы ослабить обратное влияние магнитного поля, и так называемый «мягкий» нижний слой.

7) Классификация HDD

20.6 Классификация жестких дисков.

- По области применения (Desktop, Enterprise, Automotive, Mobile..)
- По форм-фактору(3.5',2.5',1.8')
- По типу применяемого интерфейса(ATA,SATA,SCSI,SAS,USB)
- По оборотам шпинделя (3600-15000 rpm)

8) Элементы конструкции HDD



- Магнитные пластины
- Шпиндельный двигатель
- Подвес головок чтения/записи
- Мотор катушки линейного электропривода (Voice Coil Motor)
- Схемы предусиления чтения и формирования тока записи, коммутатор головок, закрепленные на сборке головок.
- Плата электроники, содержащая

9) Принцип работы актуатора сервометок

Подача напряжения на катушку вызывает поворот держателя и перемещение рабочего элемента головки относительно радиуса магнитной пластины. Поиск и удержание головки над заданной дорожкой осуществляется по сервометкам – внедренным между секторами ячейкам с сигналом особой формы.

Сигнал сервометок выделяется из общего сигнала чтения, по принципу обратной связи формируется сигнал отклонения актуатора при ослаблении или усилении сигнала сервометок заданной дорожки и соседних дорожек. Сервометки записываются на заводе в условиях стерильности специальными устройствами – Servowriters. Запись и модификация сервометок в процессе работы винчестера невозможна

10) Базовые методы кодирования

Частотная модуляция (Frequency Modulation - FM) - метод, используемый в накопителях на сменных магнитных дисках. Иначе, кодирование методом FM можно назвать кодированием с единичной плотностью. Метод предполагает запись на носитель в начале каждого

битового элемента данных бита синхронизации. Битовый элемент определяется как минимальный интервал времени между битами данных, получаемый при постоянной скорости вращения диска носителя. Метод гарантирует, по меньшей мере, одну переменную направления магнитного потока за единицу времени вращения. Такой временной интервал соответствует максимальной продольной плотности магнитного потока 2330 перемен на 1 см и скорости передачи данных – 125 Кбит/сек. Простота кодирования и декодирования по методу FM определяется постоянной частотой следования синхроимпульсов. Однако, наличие этих бит синхронизации и является одним из недостатков данного метода, т.к. результирующий код малоэффективен с точки зрения компактности данных (половина пространства носителя занята битами синхронизации). Это один из первых методов, не используемый в настоящее время в накопителях на ЖД.

Модифицированная частотная модуляция (Modified Frequency Modulation - MFM) - улучшенный метод FM. Модификация заключается в сокращении вдвое длительности битового элемента - до 4 мкс и использовании бит синхронизации не после каждого бита данных, а лишь в случаях, когда в предшествующем и текущем битовых элементах нет ни одного бита данных. Такой способ кодирования позволяет удвоить емкость носителя и скорость передачи данных, по сравнению с методом FM, т.к. в одном и том же битовом элементе никогда не размещаются бит синхронизации и данных, а на один битовый элемент приходится только одна переменная направления магнитного потока. Также, в настоящее время не используется.

Запись с групповым кодированием (Run Limited Length - RLL) - метод, полностью исключающий запись на диск каких-либо синхронизационных бит. Синхронизация достигается за счет использования бит данных. Однако, такой подход требует совершенно иной схемы кодирования, т.к. простое исключение бит синхронизации приведет к записи последовательностей из одних нулей или единиц в которых не будет ни одной перемены полярности магнитного потока. Метод RLL происходит от методов, используемых для кодирования данных при цифровой записи на магнитную ленту. При этом, каждый байт данных разделяется на два полубайта, которые кодируются специальным 5-ти разрядным кодом, суть которого – добиться хотя бы одной перемены направления магнитного потока для каждой пары его разрядов. Что означает, необходимость наличия в любой комбинации 5-ти разрядных кодов не более двух стоящих рядом нулевых бит. Из 32 комбинаций 5 бит такому условию отвечают 16. Они и используются для кодирования по методу RLL. При считывании происходит обратный процесс. При применении метода кодирования RLL скорость передачи данных возрастает с 250 до 380 Кбит/с, а число перемен полярности магнитного потока до 3330 перемен/см. При этом длительность битового элемента снижается до 2.6 мкс. Поскольку, максимальный интервал времени до перемены магнитного потока известен (два последовательно расположенных нулевых бита), биты данных могут служить битами синхронизации, что делает метод кодирования RLL самосинхронизирующимся и самотактируемым. Интересным является тот факт, что метод MFM является частным случаем метода RLL. Для обозначения типа используемого RLL метода применяется аббревиатура вида: RLL2,7, RLL1,7, RLL2,8, RLL1,8, где первая цифра - минимальная, а вторая - максимальная длина последовательности бит - нулей, содержащихся между соседними единицами. Аббревиатура метода MFM в терминологии RLL записывается как RLL1,3.

Модифицированная запись с групповым кодированием (Advanced Run Limited Length – ARLL) – улучшенный метод RLL, в котором, наряду с логическим уплотнением данных, производится повышение частоты обмена между контроллером и накопителем. В настоящее время в накопителях на жестких дисках используются различные методы кодирования информации, разрабатываемые и патентуемые фирмами-производителями на основе метода с групповым кодированием - ARLL. Выпускаются также устройства с аппаратной компрессией данных на уровне интерфейса или контроллера в которых используется простое арифметическое сжатие информации перед записью и после считывания.

11) Логическая структура магнитного носителя

23.1 Логическая структура магнитного носителя.

Концентрические дорожки одинаковой ширины нанесены на магнитную пластину и опознаются по сигналам сервометок. Каждая дорожка разделена на несколько секторов.

12) Способы форматирования

Фиксированное форматирование - каждая дорожка делилась на одинаковое количество секторов с одинаковыми угловыми размерами. Однако при этом линейные размеры секторов на разных дорожках были неодинаковыми (сокращались к центру диска).

Зональное форматирование - поверхность разбивается на зоны (20-30), в рамках каждой дорожка делится на определенное количество секторов. Линейные размеры варьируются только для секторов одной зоны, ширина которой невелика.

13) Сектора

Сектор диска — минимальная адресуемая единица хранения информации на дисковых запоминающих устройствах. Является частью дорожки диска. Первоначально у большинства устройств размер сектора составляет 512 байт, либо 2048 байт. Новые жесткие диски используют размер сектора 4096 байт, известный как расширенный формат.

Номера секторов и их статус обычно не хранятся на диске – они определяются по специальной таблице, которая хранится в служебной зоне и называется на жаргоне «транслятор».

Сектор, помимо блока данных (типичный размер 512 байт), содержит коды ECC, позволяющие исправлять ошибки без повторного обращения к сектору. Неисправный сектор помещается в дефект-лист диска, который хранится в служебной зоне. На замену ему выделяется новый сектор, которому присваивается номер вышедшего.

14) Плотность, линейная плотность

Плотность – количество элементов разметки или логических бит на единицу длины или площади. Именно этот показатель определяет потенциальную емкость жесткого диска.

Минимальная адресуемая единица хранения информации на дисковых запоминающих устройствах. Является частью дорожки диска. Первоначально у большинства устройств размер сектора составляет 512 байт, либо 2048 байт. Новые жесткие диски используют размер сектора 4096 байт, известный как расширенный формат.

Линейная плотность – количество бит на единицу длины дорожки. Считаются не только биты данных, но и служебные биты. Измеряется в BPI (Bits Per Inch).

Плотность дорожек – количество концентрических дорожек на единицу радиуса. Измеряется в TPI (Tracks Per Inch).

Площадная плотность – количество бит на единицу плотности. Измеряется в бит/кв. дюйм.

15) Протокол обмена ATA

ATA — параллельный интерфейс подключения накопителей (жёстких дисков и оптических приводов) к компьютеру.

Назначение интерфейса ATA – обмен данными с вынесенным на внешнее устройство контроллером: передача и прием данных, подача команд, отслеживание ошибок, доступ к управляющим и статусным регистрам. Включает ATAPI (AT Attachment interface with Packet Interface). Подключение через 40-проводный кабель (шлейф).

ATA предусматривает подключение к одному контроллеру (или каналу многоканального контроллера) двух устройств: Device 0 называется Master (ведущее), Device 1 – Slave (ведомое). Оба устройства отображают одинаковый набор регистров на общее адресное пространство, поэтому работать одновременно не могут.

Для выборки устройства предусмотрен особый механизм: регистр DH содержит бит DEV, обращение к которому отслеживают оба устройства. Запись значения в регистр DH означает выбор либо устройства Device 0, либо Device 1. До смены бита DEV предполагается, что контроллер работает с одним и тем же устройством.

16) Что такое PIO, DMA, UDMA

Режимы передачи данных:

PIO – с ЦП

DMA — с ускорениями без ЦП

UDMA — с ATA

17) Интерфейс SATA и его различие с ATA

Интерфейс Serial ATA

Интерфейс SATA- Serial ATA - последовательный интерфейс обмена данными с накопителями информации. SATA - развитие ATA (IDE).

Различия

1. Передача данных: SATA отсылает данные последовательно, с одним битом на такт, но на высоких тактовых частотах. ATA отсылает информацию параллельно.
2. Различие на уровне подключения – для подключения тех же двух устройств контроллер уже имеет два порта, и каждый накопитель подключается отдельным кабелем.
3. Разъем, длина кабеля: SATA использует намного более изящный кабель по сравнению с ATA, и длина кабеля может достигать одного метра (ATA – 0,49м).
4. Напряжение, необходимое для передачи данных. ATA – 5В, SATA – 0,5В.
5. Содержимое регистров (?)
6. Подключения более одного устройства к одному порту SATA

18) Контроллер диска

Контроллер диска - это специальное устройство, предназначенное для подключения жестких и гибких дисков к компьютеру. Контроллер выполняет работу по обмену данными между компьютером и дисками.

Физически контроллер может быть выполнен в виде отдельной платы, вставляемой в слот расширения мат. платы или может быть расположен на материнской плате.

Обычно один контроллер диска можно использовать для подключения двух жестких и двух гибких дисков. Без использования дополнительных программных средств операционная система MS-DOS может задействовать два накопителя на жестких дисках и два накопителя на гибких дисках.

В отсутствие стандарта производители дисководов ориентировались на контроллер NEC PD765.

Он отображает на пространство портов ввода-вывода все сигнальные линии интерфейса Shugart, а также способен выполнять основные операции чтения/записи/форматирования с генерацией MFM-кода.

FDC (Floppy Disk Controller) формирует данные в аналоговой форме по методу MFM и транслирует их с заданной частотой, зависящей от типа дискеты.

Процесс записи и чтения протекает с привлечением контроллера DMA. Программно требуется выбрать дисковод и включить двигатель. Данные и команды подаются на FDC через регистр данных.

19) Процедура обмена данными

1. Запуск мотора и выбор дисковод
2. Установка скорости
3. Выполнение команды рекалибровки.
4. Ожидание раскрутки двигателя
5. Позиционирование головки на требуемый цилиндр
6. Инициализация контроллера DMA.
7. Посылка команды чтения/записи
8. Ожидание прерывания от контроллера. Прерывание произойдет, когда завершится фаза исполнения, во время которой контроллер обычно обменивается данными с хостом. Если за определенное время прерывание не получено, фиксируется неудачная попытка обращения с ошибкой тайм-аута.
9. По прерыванию от контроллера считываются байты результата, и если ошибок нет, на этом обмен успешно завершается. Если есть ошибки, то снова переходят на шаг инициализации DMA и далее повторяют команду чтения/записи. Если за несколько (3) раз успех не достигается, то выполняется рекалибровка, затем инициализация DMA и повторные попытки чтения/записи. Если успех не достигается и после нескольких рекалибровок, обмен прекращается аварийно.

20) Различия между SCSI и ATA

1. Применение.
ATA (настольных ПК и ноутбуках, сейчас – и в бытовой электронике), SCSI – компьютерах различного класса, в том числе суперкомпьютерах.
2. Топология.
ATA – «точка-точка» (поддержка двух устройств осуществляется на логическом уровне). SCSI – топология «шина» (эффективную работу с несколькими устройствами)
3. Поддерживаемые устройства.
ATA – жесткие диски, оптические приводы через спец. команду. SCSI – на всех уровнях устройства нескольких типов, в том числе процессоры и графические устройства
4. Управление.
ATA управление интерфейсом выполняется только хостом. SCSI – шина активно использует арбитраж, управление могут брать на себя различные устройства, поддерживаются отложенные транзакции, очереди команд, списки операций
5. Программирование интерфейса
ATA – программирование интерфейса стандартизовано, он поддерживается BIOS, имеет фиксированные порты ввода-вывода. SCSI – хост-контроллер имеет собственный BIOS, эмулирующий работу с винчестерами через прерывания (Int13h и т.п.)
6. Интерфейсы работы.
ATA – программный интерфейс предполагает адресацию фиксированных регистров или обмен DMA, специальных фаз передачи команд/данных/сигналов не предусмотрено. SCSI – требуются специализированные драйверы, имеется несколько программных интерфейсов работы со SCSI (например, ASPI).
7. Управление интерфейсом.
ATA – Управление интерфейсом ограничено: только два состояния – занят или нет, сигнал сброса, режимы чтения/записи.
8. Контроль.
Возможность контроля четности данных на низком уровне – SCSI.
Контроль данных. Контроль достоверности – только для данных (Ultra DMA) – ATA.

21) Интерфейс SAS

Тенденции внедрения последовательных интерфейсов => доработка интерфейса SCSI. Стоимость не ставилась основной целью, в отличие от наращивания быстродействия интерфейса

Архитектура.

С одной стороны, интерфейс SAS входит в общую архитектурную модель SCSI, предлагая иную среду передачи данных – последовательный интерфейс SSP.

В то же время он имеет собственную архитектурную модель, в которой протокол SSP (Serial SCSI Protocol) является частью общей схемы и может быть заменен другими протоколами транспортного уровня.

SAS обеспечивает более сложную схему управления, обмена командами и данными, подключения и обслуживания, нежели SATA. Фактически это интерфейс нового поколения, использующий общие принципы SCSI (команды, адреса, ресурсы и т.п.).

22) Технология RAID

Суть идеи: дорогостоящие серверные диски большого объема можно заменить набором дешевых и не столь надежных винчестеров настольного класса за счет усложнения логики доступа к ним со стороны контроллера.

Задачи:

- снижение стоимости (не актуально)
- обеспечение отказоустойчивости
- улучшение производительности

Ядром RAID является многопортовый контроллер, который реализует определенную логику распределения (distribution) данных и их резервных копий/контрольных кодов по подключенным к нему жестким дискам. При этом для системного ПО один массив представляется одним виртуальным диском. Контроллер также может объединить в массивы несколько массивов, создав массив второго порядка. Как правило, массивы 3-го и более высокого порядка не реализовываются.

Контроллер отвечает за распределение данных при записи (striping), сборку их при чтении (concatenating), контроль за целостностью (monitoring), восстановление массива при сбое диска/дисков (rebuilding).

23) Арбитраж шин

1. Адаптер шины на ПК проверяет статус шины — «занята» или «свободна». Если шина свободна, то ПК передает по информационным линиям свой идентификационный код.
2. Приоритет получает устройство с наибольшим идентификатором.
3. После получения контроля над шиной инициатор (initiator) выбирает целевое устройство (target) посредством активизации одной из восьми линий.
4. Выбранное устройство берет на себя контроль за обменом данными до его завершения.
 - 1 Для начала оно запрашивает у инициатора, какую команду следует выполнить (напр., прочитать лог. Блоки на диске).
 - 2 Диск подтверждает получение команды и преобразует номера логических блоков в номера секторов, находит и считывает эти сектора, осуществляет исправление ошибок и передает данные байт за байтом, при этом в случае асинхронной передачи он ожидает подтверждения приема каждого байта