Лабораторная работа №3 – HDD / SSD

1. Что такое жесткий диск (HDD) и как он работает?

Жесткий диск (Hard Disk Drive) - это запоминающее устройство, основанное на принципе магнитной записи. Он хранит операционную систему, другое системное ПО, код и данные прикладного ПО. Это самое сложное и капризное устройство, к которому применяются самые высокие требования надежности (чувствителен практически ко всем факторам окружающей среды).

Используется принцип упорядочивания направления намагничивания частиц ферромагнетиков под действием внешнего магнитного поля.

Принцип работы:

Чтение данных: Когда компьютер или устройство требует доступ к определенным данным на HDD, электроника управления определяет местоположение данных и перемещает соответствующую головку чтения/записи над соответствующей пластиной. Затем головка считывает магнитные сигналы с пластины, преобразуя их в цифровую информацию, которую можно передать компьютеру.

Запись данных: При записи данных происходит обратный процесс. Электроника управления перемещает головку чтения/записи к нужной пластине и передает цифровую информацию на эту пластину, где она сохраняется в виде магнитных сигналов.

1. Какие компоненты составляют HDD, и как они взаимодействуют между собой?

HDD состоит из одной или нескольких магнитных пластин, которые покрыты магнитным материалом. Эти пластины вращаются с высокой скоростью вокруг центральной оси. Над каждой поверхностью магнитных пластин находится головка чтения/записи. Эти головки считывают данные с пластин или записывают данные на них, используя изменения магнитных полей. Жесткий диск содержит электронику управления, которая контролирует операции чтения и записи данных, а также управляет вращением пластин и движением головок.

3.Какие преимущества и недостатки у HDD по сравнению с другими типами хранения данных?

Преимущества:

- большая емкость

- низкая стоимость

- длительный срок службы

Недостатки:

- медленные скорости чтения и записи (=для доступа к данным необходимо движение механических частей)

- уязвимость к ударам

- большие размеры и вес

- греется и шумит

4.Что такое твердотельный накопитель (SSD) и как он отличается от HDD?

SSD (Solid-state drive) - компьютерное немеханическое ЗУ на основе микросхем памяти. Отличается по принципу работы и характеристикам. Принцип работы:

Основной компонент SSD - флеш-память, которая состоит из множества микросхем, она сохраняет данные даже без подачи электропитания. Флеш-память разделена на блоки и страницы. Блоки состоят из нескольких страниц. При чтении данных контроллер принимает запрос и определяет местоположение данных в памяти, затем передает электрические сигналы, чтобы считать данные с соответствующей страницы или блока. SSD используют различные методы записи данных, такие как запись на пустые страницы, а также методы уровня износа, которые распределяют записи равномерно по всем доступным блокам

1. Какие особенности работы SSD делают его быстрее по сравнению с HDD?

- использование флэш-памяти для хранения данных, и доступ к информации осуществляется электронными средствами, без движущихся частей + отсутствие задержек, связанных с движущимися частями

- параллельная обработка данных  
  
6. Какие преимущества и недостатки у SSD по сравнению с HDD?

Преимущества:

- высокая скорость чтения и записи

- минимальные механические задержки

- высокая производительность в многозадачных сценариях

- низкое энергопотребление

- надежность

- бесшумная работа

- компактность и низкий вес

Недостатки:

- высокая стоимость на гигабайт хранения

- ограниченное количество записей

- меньшая емкость

- ограничения в области хранения данных (активное управление с целью предотвращения потери данных)

7. Какие технологии используются для увеличения скорости и производительности SSD?

- NAND-память – тип чипов(SLC, MLC, TLC, QLC) - более высокая производительность и надежность за более высокую цену

- NVMe (Non-volatile Memory Express) интерфейс ssd - низкие задежрки и увеличенная скорость передачи данных

- кэширование (временное хранение данных, которые часто используются)

- wear-leveling - равномерное распределение записей и стирания по всем доступным блокам

8. Какие факторы влияют на срок службы HDD и SSD?

Для HDD:

- использование и нагрузка

- температура и вентиляция

- удары и вибрации

- постоянное питание

Для SSD:

- циклы записи и стирания

- тип NAND-памяти

- температура

- электрические колебания и скачки напряжения

- технологии управления ошибками

9. Как происходит запись и чтение данных на жестких дисках, и как это влияет на скорость доступа к данным?

Для HDD:

После получения запроса на запись ОС создает буфер для хранения данных. Головка чтения/записи перемещается над соответствующим магнитным диском, изменяет полярность магнитных частиц на диске для записи данных. После HDD отправляет подтверждение об успешной записи.

Когда требуется прочитать данные, ОС отправляет запрос на чтение данных с определенной дорожки и сектора. Головка перемещается к указанной дорожке на диске, считывает магнитные поля с дорожки, что преобразуется в биты данных. Данные передаются в оперативную память и затем доступны для ОС и приложений.

Время тратится на поиск дорожки, считывание полей с дорожки.

Для SSD:

После получения запроса на запись ОС создает буфер для хранения данных. Контроллер определяет свободные блоки для записи. Если выбранный блок содержит устаревшие данные, он стирается, данные записываются, обновляются индексы, указывающие на местоположение данных.

Когда требуется прочитать данные, ОС отправляет запрос на чтение данных, контроллер использует индексы для нахождения местоположения данных. Данные передаются в оперативную память и затем доступны для ОС и приложений.

Время тратится на поиск блоков и перезапись, если нужна.

1. Какие виды интерфейсов используются для подключения жестких дисков к компьютеру (например, SATA, NVMe)?

- SATA - один из наиболее распространенных

- NVMe - для SSD

- PCIe - для SSD

- M.2 - для SSD

- mSATA - для SSD

- eSATA - для SSD или HDD

11. Какие особенности выбора HDD и SSD в зависимости от конкретных задач и требований пользователя?

- cкорость: SSD быстрее

- емкость: HDD доступны в большей емкости

- надежность: SSD менее подвержены износу

- энергопотребление: SSD потребляют меньше энергии

- производительность:

HDD: Хороши для задач, где требуется большое хранилище, но не критична скорость доступа к данным, такие как хранение архивов.

SSD: Очень быстрые и подходят для задач, где скорость критична, такие как загрузка операционных систем, игр, и быстрое выполнение приложений.

12. Какие советы по уходу и обслуживанию жестких дисков помогут продлить их срок службы?

- регулярное резервное копирование данных

- обновление и мониторинг антивируса

- устранение пыли и уровень влажности

- защита от физических ударов и вибраций

- поддержание нормальной температуры

- апгрейд прошивки и драйверов

1. Что такое RAID?

(Redundant Array of Independent Disks) - технология, которая объединяет несколько физических дисков в единое логическое хранилище с целью увеличения производительности, надежности данных или их доступности.

14. Какие основные уровни (уровни RAID) существуют, и как они отличаются друг от друга?

RAID 0 (пример - временный кэш):

- данные разбиваются на блоки и записываются на два или более диска

- увеличивает производительность за счет параллельной записи и чтения данных

- не обеспечивает надежности или защиты данных

RAID 1 (пример - хранение ОС):

- данные дублируются на двух или более дисках

- обеспечивает высокую надежность данных, но требует двойное место для хранения

RAID 5 (пример - серверы):

- использует минимум 3 диска и распределяет данные и паритные данные между ними

- обеспечивает надежность и частичную защиту от сбоев (данные восстанавливаются из паритетных данных)

RAID 6 (применяется для доп защиты данных):

- похож на RAID 5, но использует 2 блока паритетных данных

- может выдержать сбой двух дисков без потери данных

RAID 10:

- комбинирует RAID 1 и RAID 0

- обеспечивает высокую производительность и надежность, но требует как минимум 4 диска  
15. Каким образом реализуется горячая замена (hot swapping) дисков в массиве RAID?

! Горячая замена зависит от аппаратного обеспечения и конкретной реализации

Сначала обнаружение сбоя диска (проверка SMART-параметров/анализ целостности данных и т.п.) -> идентификация дефектного диска в массиве -> подготовка заменяющего диска (инициализация или форматирование диска) -> вставка нового диска -> восстановление данных -> проверка на наличие ошибок

16. Каковы основные проблемы и риски, связанные с массивами RAID, и как их можно минимизировать?

- сбой нескольких дисков. Решение - выбор уровня с большей степенью защиты и регулярная замена дисков с истекшим сроком службы.

- риск утери данных во время процесса восстановления данных. Решение - регулярное резервное копирование данных, проверка состояния дисков.

- проблемы с совместимостью дисков

- сбои контроллера. Решение - резервирование конфигурации контроллера, запасные контроллеры

- человеческий фактор. Решение - не рукожопьте!

17. Какие сценарии использования наиболее подходят для каждого уровня RAID?

- RAID 0 - там, где производительность является приоритетом, а надежность не так важна

- RAID 1 - высокая надежность, не сильно высокая производительность

- RAID 5 - баланс между надежностью и производительностью

- RAID 6 - там, где доп надежность данных критически важна

- RAID 10 - сочетает в себе высокую производительность и надежность, но занимает больше места

18.Какой принцип работы магнитной записи используется в жестких дисках, и как это позволяет хранить данные?

Используется принцип упорядочивания направления намагничивания частиц ферромагнетиков под действием внешнего магнитного поля. (процесс в 1 вопросе)

19.Какова структура жесткого диска, и как разделены данные на дорожки, секторы и блоки?

Жесткий диск состоит из одной или нескольких магнитных пластин, покрытых магнитным материалом. Пластина разделена на круговые дорожки, образующиеся путем записи данных. Каждая дорожка делится на множество секторов (минимальная единица хранения данных, 512 байт/4 Кб), группы секторов - блоки (кластеры) - логическая единица для файловых систем.

1. Как происходит работа с резервными секторами на жестком диске и как они используются для восстановления данных?

Резервные секторы на жестком диске (HDD) представляют собой дополнительные секторы, предназначенные для замены дефектных секторов на основной поверхности диска.

Обнаружение дефектных секторов -> запись информации о дефекте в таблицу секторов -> использование резервных секторов -> восстановление данных

1. Как работает технология NAND-флеш-памяти, используемая в SSD, и как она отличается от магнитной записи в HDD?

NAND-флеш-память, используемая в твердотельных накопителях (SSD), представляет собой технологию хранения данных, которая существенно отличается от магнитной записи, используемой в жестких дисках (HDD).

Тип носителя данных:

- SSD: NAND-флеш-память - полупроводниковая, хранит данные в виде электрических зарядов в ячейках NAND.

- HDD - магнитная запись, данные записываются в виде магнитных изменений

Скорость доступа:

- SSD - быстрое

- HDD - более долгое (физическое перемещние головки чтения/записи)

Производительность:

- SSD - более высокая

- HDD - меньшая производительность

Шум и вибрация:

- SSD - бесшумный

- HDD - создает шум и вибрацию

Надежность:

- SSD - более надежен

- HDD - более подвержен механическим повреждения из-за подвижных частей

Объем и компактность:

- SSD - компактный и легкий

- HDD - массивный

22. Какие типы NAND-флеш-памяти существуют (SLC, MLC, TLC, QLC), и как они влияют на производительность и надежность SSD?

Чем больше уровней в ячейке, тем доступнее по объему, но менее надежная и быстрая

SLC (single-level-cell):

- использует один уровень заряда в каждой ячейке - наиболее надежный и долговечный тип

- имеет наилучшую производительность, высокий порог износа (используется в критических системах)

MLC (multi-level-cell):

- хранит более одного бита в каждой ячейке, что делает его более емким, но менее надежным

- хорошая производительность и высокий порог износа, но меньше, чем у SLC (используется в ноутбуках)

TLC (triple-level-cell):  
- 3 бита данных в каждой ячейке - более емкий, но менее надежный

- более низкая производительность и более низкий порог износа (используется в потребительских SSD, где важна емкость)

QLC (quad-level-cell):

- 4 бита данных в каждой ячейке - очень емкий, но менее надежный и более склонный к износу

- наименьшая производительность и самый низкий порог износа (используется в накопителях для архивирования и хранения данных, где емкость является ключевой)  
23. Как устроена ячейка NAND-флеш-памяти, и как происходит чтение и запись данных в ней?

Ячейка имеет плавающий затвор, который является полупроводником, изолированный от других элементов ячейки. Поверх плавающего затвора находится управляющий затвор, который используется для управления зарядом в плавающем затворе. Применение напряжения к управляющему затвору позволяет записывать или стирать заряд в плавающем затворе. Исток и сток являются электродами, контролирующими поток заряда между ними через плавающий затвор.

Процесс записи данных в ячейку NAND-флеш-памяти:

Стирание: Прежде чем записать новые данные, существующий заряд в плавающем затворе должен быть стерт. Это происходит путем приложения высокого напряжения к управляющему затвору, что позволяет электронам выйти из плавающего затвора.

Запись: Для записи новых данных в ячейку NAND-флеш-памяти, напряжение применяется к управляющему затвору, что позволяет электронам войти в плавающий затвор. Это изменяет заряд в плавающем затворе и определяет состояние ячейки (например, "1" или "0").

Процесс чтения данных из ячейки NAND-флеш-памяти:

Применение напряжения к управляющему затвору: Для чтения данных из ячейки, напряжение применяется к управляющему затвору.

Измерение тока: При применении напряжения текущий ток через ячейку изменяется в зависимости от состояния заряда в плавающем затворе. Контроллер SSD измеряет этот ток и определяет, какие данные хранятся в ячейке.

24. Какие методы управления износом (wear leveling) используются в SSD для равномерного распределения записей по ячейкам памяти?

- статический wear-leveling - распределяет записи равномерно по всем блокам, однако не учитывает различия в износе блоков с разными характеристиками

- динамический wear-leveling - анализирует износ ячеек в реальном времени и перераспределяет записи с целью минимизации износа. Может учитывать число циклов перезаписи и перенаправлять записи к менее изношенным ячейкам.

- применение резервных блоков для замены изношенных

25. Как SSD обеспечивают защиту данных от потери при сбое питания или других непредвиденных ситуациях?

- встроенные конденсаторы для ограничения падения напряжения (способны поддерживать питания накопителя в случае сбоя питания)

- технология журналирования (аналогична файловым системам) - позволяет восстанавливать данные после сбоя, так как накопитель может проследить все операции записи

- защита данных на уровне контроллера - контроллеры обспечивают проверку целостности данных и исправление ошибок с использоваием технологий коррекции ошибок памяти

- средства кэширования - временное хранение данных перед записью (позволяет завершить запись, даже если произойдет сбой питания)

- резервирование резервных блоков - для замены блоков, которые могли быть повреждены или стерты (обеспечивает сохранность данных)

- аппаратное шифрование данных - защита данных даже в случае физического доступа к накопителю

- резервное копирование метаданных - (позволяют контроллеру правильно адресовать данные) восстановление после сбоя

- процесс перезапуска - накопитель может иметь встроенные процедуры восстановления, которые выполняются при перезапуске после сбоя, чтобы проверить и восстановить целостность данных