

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

**Жесткий диск** — это устройство для хранения и чтения данных на компьютере. Он состоит из нескольких вращающихся магнитных дисков, на которых записываются данные, и механизма для перемещения считывающей головки по поверхности дисков.

Работа жесткого диска основана на принципе магнитной записи. Когда данные записываются на диск, считывающая головка нагревает область поверхности диска до определенной температуры, что меняет ее магнитные свойства и фиксирует данные. При чтении данных с диска, считывающая головка просканирует поверхность диска и определяет изменения магнитных свойств, восстанавливая записанные ранее данные.

Внутри жесткого диска имеется механизм, который перемещает считывающую головку по поверхности диска. Это позволяет обращаться к различным областям диска и читать или записывать данные. Скорость вращения дисков также влияет на скорость чтения и записи данных.

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

Жесткий диск состоит из следующих компонентов:

1. *Магнитные диски* - это основной элемент жесткого диска, на которые записываются данные. Обычно в одном HDD может быть от одного до нескольких дисков.

2. *Считывающая головка* - это механизм, который перемещается над поверхностью диска и считывает данные с помощью изменения магнитных свойств.

3. *Актуатор* - это механизм, который перемещает считывающую головку по поверхности диска. Он управляется специальным электромотором.

4. *Шпиндель* - это ось, вокруг которой вращаются магнитные диски. Он также управляется электромотором.

5. *Контроллер* - это электронный компонент, который управляет работой всех остальных компонентов жесткого диска. Он обрабатывает команды от компьютера и передает их на актуатор и шпиндель для перемещения считывающей головки и вращения дисков.

6. *Кэш-память* - это небольшая область памяти на жестком диске, которая используется для временного хранения данных перед записью на диск или после чтения с него.

Взаимодействие между этими компонентами происходит следующим образом: компьютер отправляет команды на контроллер, который в свою очередь управляет актуатором и шпинделем для перемещения считывающей головки и вращения дисков. Считывающая головка сканирует поверхность диска и передает данные на контроллер, который обрабатывает их и

отправляет на компьютер. Кэш-память используется для временного хранения данных, что позволяет ускорить процесс чтения и записи.

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

#### *Преимущества HDD:*

1. Большой объем хранения данных - жесткие диски могут иметь емкость до нескольких терабайт, что делает их отличным выбором для хранения больших объемов данных.

2. Низкая стоимость - по сравнению с другими типами хранения данных, HDD являются более доступными по цене.

3. Хорошая производительность - считывание и запись данных на HDD происходит быстро, что делает их подходящими для использования в качестве основного накопителя в компьютерах.

4. Долгий срок службы - HDD имеют высокую надежность и могут работать долгое время без сбоев.

#### *Недостатки HDD:*

1. Уязвимость к физическим повреждениям - жесткие диски содержат подвижные части, которые могут быть повреждены при ударах или падениях.

2. Медленная скорость доступа к данным - по сравнению с другими типами хранения данных, HDD имеют более длительное время доступа к данным.

3. Потребление энергии - HDD потребляют больше энергии, чем другие типы хранения данных, что может быть проблемой для ноутбуков и мобильных устройств.

4. Шум - работа жесткого диска может создавать шум, что может быть неприятным для пользователей, особенно при работе в тихом окружении.

В целом, HDD являются надежным и доступным средством хранения данных, но имеют свои ограничения, которые могут быть преодолены другими типами накопителей, такими как SSD или облачное хранилище.

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

Твердотельный накопитель (SSD) - это устройство для хранения данных, которое использует флэш-память для хранения информации. В отличие от HDD, SSD не имеет подвижных частей и работает на основе электронных сигналов, что делает его более надежным и быстродействующим.

#### *Отличия между SSD и HDD:*

1. Скорость - SSD имеют более быструю скорость чтения и записи данных, поскольку они не имеют подвижных частей и работают на основе электронных сигналов.

2. Устойчивость к физическим повреждениям - так как SSD не имеют подвижных частей, они более устойчивы к физическим повреждениям, таким как удары или падения.

3. Энергопотребление - SSD потребляют меньше энергии, чем HDD, что делает их более энергоэффективными.

4. Размер и вес - SSD обычно имеют более компактный размер и меньший вес, что делает их идеальным выбором для ноутбуков и мобильных устройств.

5. Цена - SSD обычно стоят дороже, чем HDD, но их цена постепенно снижается с развитием технологий.

В целом, SSD являются более современным и эффективным типом накопителя, который может предложить более высокую производительность и надежность, чем HDD. Однако, HDD все еще остаются популярным выбором благодаря своей доступности и большой емкости хранения.

## **5. Какие особенности работы SSD делают его быстрее по сравнению с HDD?**

Отсутствие подвижных частей: SSD не имеет подвижных частей, таких как вращающиеся диски и движущиеся головки чтения/записи, которые замедляют скорость доступа к данным на HDD.

Быстрый доступ к данным: SSD использует флэш-память для хранения данных, что позволяет ему быстро получать доступ к данным без необходимости перемещать головки чтения/записи.

## **6. Какие преимущества и недостатки у SSD по сравнению с HDD?**

- + Высокая скорость чтения и записи (в разы по сравн. с HDD).
- + Относительно низкое энергопотребление.
- + Полное отсутствие шума и вибрации.
- + Менее чувствительны к механическим воздействиям и внешним электромагнитным полям.
- + Более широкий диапазон рабочих температур.
- + Низкое тепловыделение, что способствует улучшению производительности.

- Ограниченное количество циклов перезаписи ( 10 000 - 100 000).
- Высокая стоимость.
- Проблемы с восстановлением данных после резкого скачка напряжения и др.

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

1. NVMe (Non-Volatile Memory Express) - это протокол, который позволяет устройствам хранения данных, таким как SSD, работать на более высокой скорости, чем традиционные SATA-интерфейсы.

2. TRIM - это технология, которая позволяет операционной системе сообщать SSD о том, какие блоки данных больше не используются, что позволяет устройству более эффективно использовать доступное пространство.

3. SLC, MLC и TLC - это различные типы флэш-памяти, которые используются в SSD. SLC (Single-Level Cell) является самой быстрой и надежной, но также самой дорогой. MLC (Multi-Level Cell) и TLC (Triple-Level Cell) являются более доступными вариантами, но могут быть менее надежными и медленнее.

4. Кэширование - это технология, которая используется для ускорения работы SSD за счет временного хранения часто используемых данных в кэше на быстром DRAM-модуле (DRAM-модуль (Dynamic Random Access Memory) - это тип оперативной памяти, которая используется для хранения данных, которые процессор использует в настоящее время. Она отличается от постоянной памяти, такой как жесткий диск или SSD, тем, что данные в ней хранятся только при подаче электрического тока. DRAM-модули используются в компьютерах, серверах и других электронных устройствах для обеспечения быстрой работы и быстрого доступа к данным).

5. RAID - это технология, которая позволяет объединять несколько SSD в массив для увеличения скорости и производительности.

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

1. Количество циклов записи/стирания: SSD имеют ограниченное количество циклов записи/стирания, что может привести к их износу и сокращению срока службы. HDD не имеют этой проблемы.

2. Температура: высокая температура может повысить вероятность отказа как HDD, так и SSD.

3. Вибрации: HDD более чувствительны к вибрациям, чем SSD, поэтому их следует устанавливать в надежных креплениях.

4. Напряжение: нестабильное напряжение может повредить как HDD, так и SSD.

5. Использование: чем больше используется HDD или SSD, тем быстрее они изнашиваются и сокращается их срок службы.

6. Качество производства: качество компонентов и производства может повлиять на долговечность HDD и SSD.

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

*Жесткий диск (HDD, Hard Disk Drive)* - это запоминающее устройство,

основанное на принципе 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.

*Скорость доступа к данным на жестком диске* зависит от нескольких факторов, включая скорость вращения диска, скорость перемещения головки чтения/записи и время задержки при поиске необходимых данных. Эти факторы влияют на время доступа к данным и скорость передачи данных на жесткий диск.

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

*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 форм-факторе).
- External SATA (eSATA) (для HDD).

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

Выбор между HDD и SSD зависит от конкретных задач и требований пользователя. HDD обычно имеют большие объемы памяти и низкую стоимость, но медленнее работают и более подвержены повреждениям. SSD быстрее работают, но имеют меньший объем памяти и более высокую стоимость.

Если пользователь нуждается в большом объеме хранения данных, то HDD является лучшим выбором. Если же пользователю нужна быстрая скорость чтения и записи данных, то SSD является лучшим выбором.

### **Плюсы и минусы HDD:**

- + Большой объем хранения данных по доступной цене
- + Хорошо подходит для хранения и обработки больших файлов
- + Полезен для задач с низкой скоростью передачи данных, таких как архивирование и резервное копирование
- Низкая скорость чтения и записи данных по сравнению с SSD
- Более уязвим к физическим повреждениям, таким как удары или вибрации
- Более энергоемкий и шумный, чем SSD

### **Плюсы и минусы SSD:**

- + Высокая скорость чтения и записи (в разы по сравн. с HDD).
- + Относительно низкое энергопотребление.
- + Полное отсутствие шума и вибрации.
- + Менее чувствительны к механическим воздействиям и внешним электромагнитным полям.
- + Более широким диапазоном рабочих температур.
- + Низкое тепловыделение, что способствует улучшению производительности.
- Ограниченное количество циклов перезаписи ( 10 000 - 100 000).
- Высокая стоимость.
- Проблемы с восстановлением данных после резкого скачка напряжения и др.

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

- Избегайте механических повреждений винчестера;
- Следите за температурой диска (жесткие диски довольно чувствительны к перегреву, поэтому рекомендуется время от времени осуществлять контроль за температурным состоянием винчестера);
- Поддерживайте чистоту (данный пункт тесно связан с предыдущим. Как уже было сказано выше, перегрев крайне губителен для жестких дисков, а пыль внутри корпуса ПК – один из главных источников перегрева);
- Устанавливайте HDD правильно (дело в том, что все HDD-накопители при выпуске тестируются в строго горизонтальном положении, с направленной вниз платой электроники. И данное положение является оптимальным для стабильной работы жесткого диска);
- Уменьшите вибрацию (зазор между пластиной жесткого диска и считывающей головкой измеряется в нанометрах и постоянная вибрация

может со временем привести к увеличению или уменьшению этого зазора, что существенно ускорит износ HDD-накопителя.)

- Обеспечьте стабильное электропитание.
- Всегда выключайте компьютер через «Завершение работы»
- Не забывайте о дефрагментации (при длительной работе жесткого диска на нем постепенно начинают образовываться фрагментированные кластеры, в результате чего магнитным головкам диска приходится работать в усиленном режиме, что уменьшает срок службы HDD.)
- Всегда извлекайте накопитель через «Безопасное извлечение».

### **13. Что такое RAID?**

Технология объединения дисков в массив получила название RAID (Redundant Array of Independent Discs)

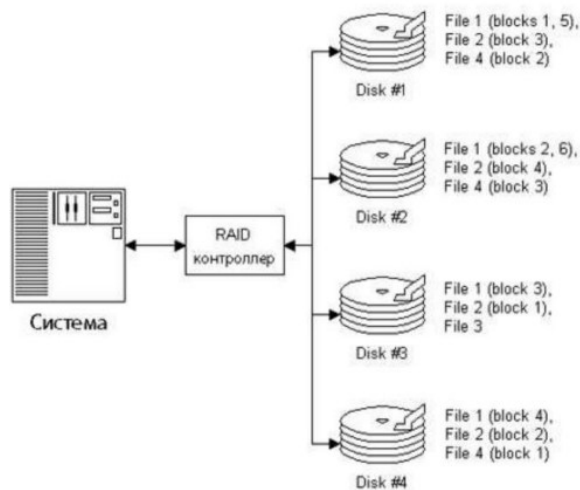
Технология RAID предполагает создание дисковой подсистемы, надежность и/или быстродействие которой в несколько раз выше, чем у каждого из входящих в ее состав жестких дисков.

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).

Для оперативного и прозрачного восстановления к массиву может быть приписан резервный диск (Spare disc), который заменяет дефектный. При этом один резервный диск может приписываться к нескольким массивам. В обычном режиме, когда массив исправен, резервный диск не используется.

Обычно для массива RAID требуются диски идентичной емкости. Для достижения высокой скорости они должны быть одной модели. При использовании разных дисков задействованный объем каждого будет равен объему меньшего среди дисков.



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

В рамках технологии RAID стандартно описано несколько методов организации массивов, получивших название «уровни». Чем выше уровень, тем больше для него требуется аппаратных ресурсов (в том числе самих дисков) и тем лучше его свойства (отказоустойчивость + производительность).

Каждый уровень обладает своими достоинствами и недостатками, ориентируясь на которые, следует выбирать уровень в зависимости от приоритетов выполняющихся на компьютере задач.

Уровни, которые можно считать стандартизованными — RAID 0, RAID 1, RAID 2, RAID 3, RAID 4, RAID 5 и RAID 6.

Применяются также различные комбинации RAID-уровней, что позволяет объединить их достоинства. Обычно это комбинация какого-либо отказоустойчивого уровня и нулевого уровня, применяемого для повышения производительности (RAID 1+0, RAID 0+1, RAID 50).

(Помимо стандартных, существует целый ряд проприетарных разработок, обычно — для серверных систем и систем хранения данных верхнего ценового класса).

Встроенные контроллеры дешевых материнских плат поддерживают обычно уровни 0 и 1. На платах повыше классом реализованы также уровни 5 и 10 (или 0+1). Контроллеры серверов поддерживают также уровень 6, а также «улучшенные» уровни 1E, 5EE, 50, 60.

Все современные RAID-контроллеры поддерживают функцию JBOD (не предназначена для создания массивов, а обеспечивает возможность подключения к RAID-контроллеру отдельных дисков)



## **15.Каким образом реализуется горячая замена (hot swapping) дисков в массиве RAID?**

Для оперативного и прозрачного восстановления к массиву может быть приписан резервный диск (Spare disc), который заменяет дефектный. При этом один резервный диск может приписываться к нескольким массивам. В обычном режиме, когда массив исправен, резервный диск не используется.

Обычно для массива RAID требуются диски идентичной емкости. Для достижения высокой скорости они должны быть одной модели. При использовании разных дисков задействованный объем каждого будет равен объему меньшего среди дисков.

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

Под **функциональным сбоем**, как правило, понимают выход из строя накопителя, который может обнаружить управляющий им контроллер, т.е. когда требуемые данные не могут быть прочитаны с накопителя.

К основным причинам функциональных сбоев причисляют:

- нарушение сервоазметки,
- сбои в работе электроники накопителя,
- поломки считывающих головок,
- сбои системы позиционирования,
- превышение лимита критичных S.M.A.R.T. параметров.

Под **скрытыми ошибками** дисков (UDE) понимают не обнаруживаемые электроникой накопителя ошибки при записи данных (UWE), когда внешне нормальная операция записи влечет нарушение данных на соседних дорожках и/или не происходит модификация оригинальных данных, и ошибки при чтении данных (URE) при неправильной интерпретации кодов коррекции ошибок (в случае множественных ошибок) или считывании неверных данных из-за ошибок позиционирования.

К первопричинам отложенных ошибок относят:

- производственные дефекты магнитного слоя,
- коррозионные и физические повреждения магнитного слоя в процессе эксплуатации,
- временные сбои в позиционировании магнитных головок, например из-за вибраций,
- ошибки позиционирования из-за термического расширения рабочей поверхности из-за нарушений температурного режима эксплуатации накопителя.

Чтобы бороться с подобным родом ошибок, применяют технологию RAID. В основе функционирования RAID-массивов лежит несколько базовых терминов, без которых нельзя понять принципы работы этой технологии.

1. **Массив** — объединение нескольких физических или виртуальных накопителей в один большой диск с возможностью единой настройки, форматирования и управления.

2. **Метод зеркалирования** — способ повысить надежность хранения информации через создание копии исходного диска на другом носителе, входящем в массив.

3. **Дуплекс** — один из методов зеркалирования, в котором используется вдвое большее количество накопителей для создания копий.

4. **Чередование** — увеличение производительности диска, благодаря блочной разбивке данных при записи.

5. **Четность** — технология, сочетающая в себе чередование и зеркалирование.

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

RAID 0:



#### **ПЛЮСЫ:**

+ Самый простой и выгодный с точки зрения производительности массив. В нем присутствует распределение данных(striping), но нет избыточности – емкость массива равна сумме всех дисков.

+ Реализация RAID 0 очень проста, требует минимум аппаратных средств, а благодаря возможности параллельного чтения и записи может давать прирост, равный количеству дисков (при условии, что все запросы будут равны страйпу). Ускорение достигается в равной степени и для случайных, и для последовательных запросов.

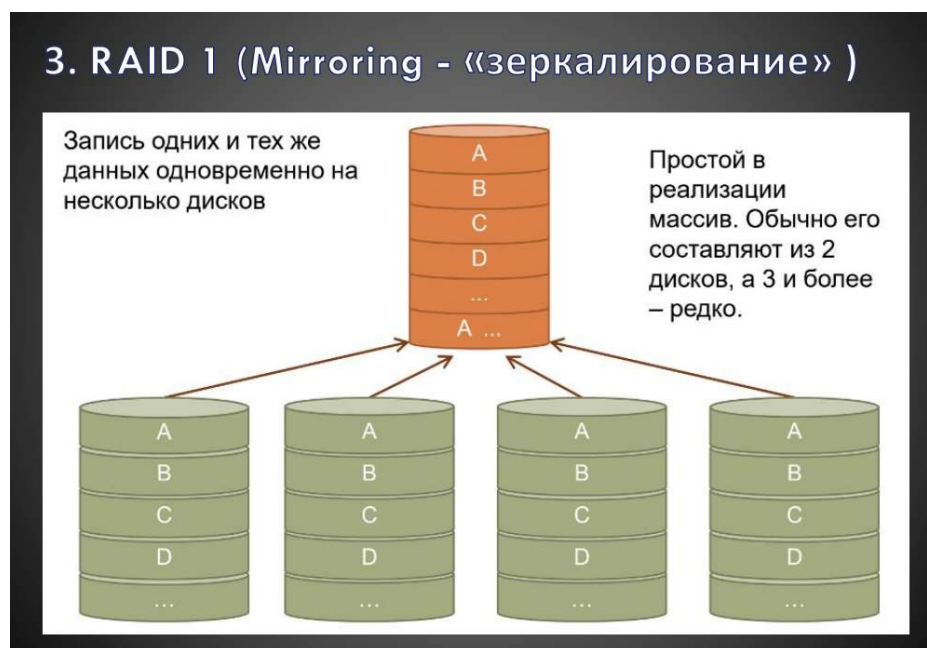
#### **МИНУСЫ:**

– отказоустойчивость не только не повышается, но даже снижается, причем кратно количеству дисков (при условии равновероятного выхода из строя каждого). Для разрушения (без возможности восстановления) массива достаточно выхода из строя одного диска.

#### **ПРИМЕНЕНИЕ:**

RAID 0 применяется в настольных машинах, а также в задачах, где данные могут быть легко восстановлены. На массиве RAID 0 обычно хранятся временные файлы при выполнении видеомонтажа, обработки изображений, 3D-графики, разного рода кэши, индексы баз данных, журналы работы и т.д.

### RAID 1:



#### **ПЛЮСЫ:**

+ высокая степень отказоустойчивости при минимальном использовании аппаратных средств. Для работы массива достаточно, чтобы оставался рабочим хотя бы один (причем любой) из дисков.

+ при организации параллельного доступа возможно ускорение всех операций чтения, как у массива RAID 0. Операция чтения по времени выполнения ограничена быстродействием самого медленного диска в массиве.

+ простота реализации.

+ дает наивысшую скорость восстановления массива, причем эта операция легко выполняется в фоновом режиме.

**МИНУСЫ:**

– потери дисковой емкости: фактически емкость массива равна емкости одного диска.

**ПРИМЕНЕНИЕ:**

В чистом виде применяется редко, в основном для задач, где требуется наивысшее сочетание быстродействия и отказоустойчивости, пусть и за счет повышения стоимости: финансовая отчетность, банковские системы, различные корпоративные базы данных и т.д.

RAID 5:



**ПЛЮСЫ:**

+ скорость работы RAID 5 при чтении так же высока, как и у RAID 0 и RAID1.

+ предоставляет компромисс между отказоустойчивостью и избыточностью при возможности достижения высокого быстродействия при наличии эффективного контроллера. (Является наиболее часто используемым).

**МИНУСЫ:**

– скорость записи, особенно случайной, может существенно снижаться, т.к. для записи хотя бы одного стрипа приходится прочитать весь страйп и обновить блок четности. Контроллеры с достаточным объемом кэш-памяти и функцией отложенной записи могут компенсировать этот недостаток, но не до конца.

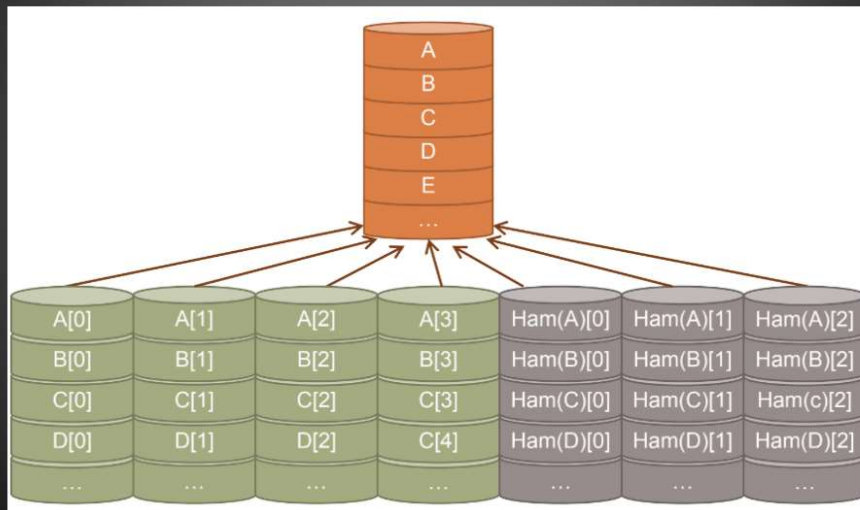
– сложность восстановления массива. К тому же в этот момент массив подвержен разрушению при порче второго диска.

#### **ПРИМЕНЕНИЕ:**

RAID 5 применяется для большинства серверных задач, кроме хранения баз данных, для которых требуется высокое быстродействие при случайной записи.

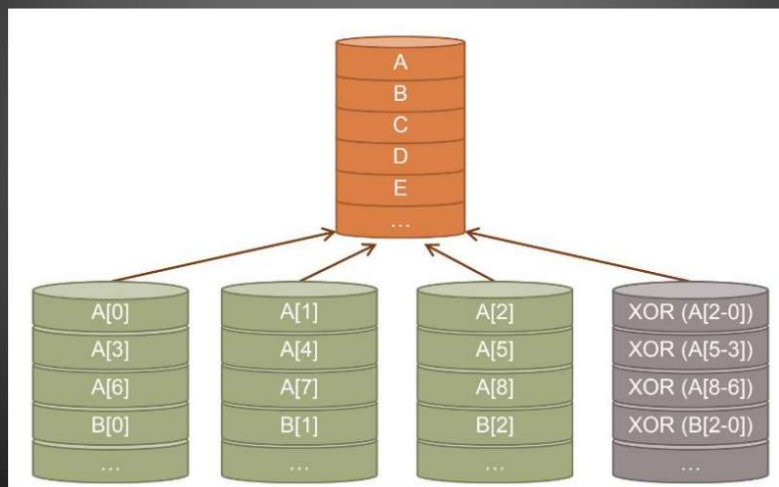
#### RAID 2 – RAID 4:

### 3. RAID 2 (Bit-striping with Hamming code)



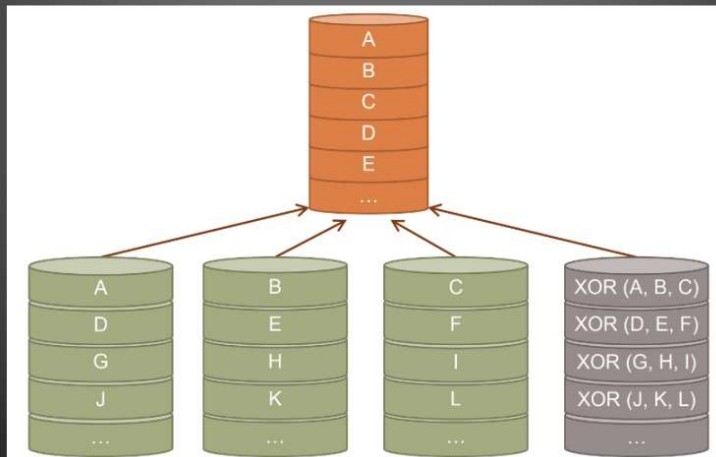
### 3. RAID 3 (Parallel transfer with parity)

Отказоустойчивый массив с параллельной передачей данных и четностью (Parallel Transfer Disks with Parity)



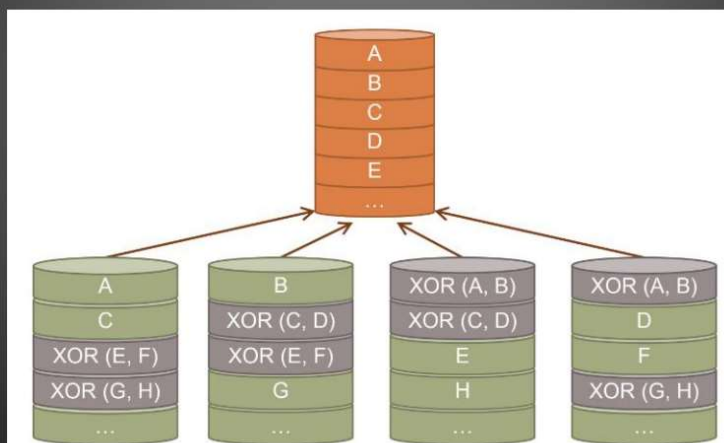
### 3. RAID 4 (Striping with dedicated parity)

Отказоустойчивый массив независимых дисков с разделяемым диском четности (Independent Data disks with shared Parity disk).



### 3. RAID 6 (Striping with dual parity)

**RAID 6.** Отказоустойчивый массив независимых дисков с двумя независимыми распределенными схемами четности (Independent Data disks with two independent distributed parity schemes)



Создатели концепции RAID предусмотрели еще несколько вариантов реализации массивов, которые позволяют уменьшить избыточность при сохранении высокого уровня отказоустойчивости. К сожалению, разработчики устройств не поддерживали эти уровни.

Реализация RAID 2, RAID 3 и RAID 4 практически не встречается в современных контроллерах жестких дисков ввиду высокой технической сложности и отсутствии явных преимуществ перед уровнем

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

Жесткие диски (ЖД) используют принцип магнитной записи для хранения данных. Они состоят из нескольких слоев и компонентов, но основными элементами являются магнитные диски и считывающие/записывающие головки.

Магнитные диски представляют собой покрытые магнитным материалом металлические пластины, которые способны сохранять магнитные поля. Диски разделены на множество небольших областей, называемых секторами, где хранятся данные. Каждый сектор имеет уникальный идентификатор, по которому можно обратиться к нему для чтения или записи информации.

Считывающие/записывающие головки плавают незначительной высотой над поверхностью магнитных дисков. Головки способны создавать магнитные поля и читать эти поля, преобразуя их в электрические сигналы, или записывать данные на диски, преобразуя электрические сигналы в магнитные поля.

Принцип работы заключается в следующем: при записи данных считывающая/записывающая головка создает магнитное поле, которое изменяет магнитное состояние соответствующей области на поверхности магнитного диска, фиксируя информацию. При чтении данных головка считывает магнитные поля, которые были созданы при записи, и преобразует их в электрические сигналы, которые затем интерпретируются как биты информации.

Таким образом, магнитная запись позволяет хранить данные на жестком диске путем изменения магнитного состояния магнитных дисков. Благодаря высокой плотности упаковки данных на поверхности дисков и возможности многократной перезаписи, жесткие диски предоставляют большой объем хранения и быстрый доступ к данным.

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

Жесткий диск состоит из нескольких ключевых компонентов, включая магнитные диски, считывающие/записывающие головки, актуаторы и контроллеры. Вот основные компоненты и структура жесткого диска:

1. Магнитные диски: Жесткий диск содержит несколько магнитных дисков, которые представляют собой покрытые магнитным материалом металлические пластины. Каждый диск имеет две поверхности, на которых хранятся данные.
2. Считывающие/записывающие головки: Над каждой поверхностью магнитного диска находится считывающая/записывающая головка.



Головки способны создавать магнитные поля для записи данных и считывать магнитные поля для чтения информации с диска.

3. Актуаторы: Актуаторы отвечают за движение считывающих/записывающих головок над поверхностью диска. Они позволяют перемещать головки на различные дорожки для доступа к данным.
4. Контроллеры: Контроллеры управляют работой жесткого диска, обеспечивая передачу данных между диском и компьютером. Они также выполняют функции управления ошибками, буферизации данных и другие операции, связанные с работой жесткого диска.

Теперь рассмотрим, как данные организованы на жестком диске:

- Дорожки: Каждый магнитный диск разделен на концентрические круговые дорожки. Дорожки представляют собой области поверхности диска, по которым перемещаются считывающие/записывающие головки. Каждая дорожка имеет уникальный номер, позволяющий точно определить ее положение.
- Секторы: Каждая дорожка разделена на множество секторов фиксированного размера. Секторы являются минимальными адресуемыми единицами данных на жестком диске. Обычно размер сектора составляет 512 байт или 4 килобайта.
- Блоки: Блоки представляют собой логические группы секторов. Обычно блок состоит из нескольких секторов (например, 8 или 16). Блоки используются для оптимизации производительности и управления данными на жестком диске.

При доступе к данным считывающая/записывающая головка перемещается на нужную дорожку, затем она ожидает, пока нужный сектор пройдет под головкой, и выполняет операции чтения или записи данных. Контроллеры жесткого диска отслеживают адресацию дорожек, секторов и блоков, обеспечивая корректный доступ к данным.

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

Резервные секторы на жестком диске представляют собой специальные области, предназначенные для хранения резервных копий данных и информации, необходимой для восстановления системы в случае повреждения или потери данных. Резервные секторы позволяют повысить надежность и целостность хранения информации на диске. Вот как происходит работа с резервными секторами и их использование для восстановления данных:

1. Создание резервных секторов: При инициализации жесткого диска или форматировании операционная система или специальное



программное обеспечение резервируют определенное количество секторов на диске для использования в качестве резервных. Эти секторы обычно располагаются на разных дорожках и блоках от основных данных.

2. Резервное копирование данных: Регулярно или по заданному графику система или пользовательская программа создает резервные копии важных данных и сохраняет их в резервных секторах. Резервные копии могут содержать информацию о файловой системе, таблице разделов, загрузочных записях или других критически важных данных.
3. Обнаружение повреждений: В процессе работы с диском контроллер жесткого диска регулярно проверяет целостность данных, включая резервные секторы. Если обнаруживается повреждение данных, контроллер может использовать информацию из резервных секторов для восстановления поврежденных данных.
4. Восстановление данных: При обнаружении поврежденных данных контроллер использует информацию из резервных секторов для восстановления исправных копий данных. Например, если была повреждена таблица разделов, контроллер может использовать резервные данные для восстановления таблицы и восстановления доступа к разделам и файловой системе.
5. Оповещение пользователя: В случае серьезных проблем с данными, которые не могут быть автоматически восстановлены, контроллер жесткого диска может предупредить пользователя о необходимости принять меры по восстановлению данных, например, с использованием специализированных программ или услуг восстановления данных.

Резервные секторы являются важной составляющей механизма обеспечения надежности данных на жестком диске. Они помогают обнаружить и восстановить поврежденные данные, что способствует сохранению целостности информации и уменьшению риска потери данных.

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

Технология NAND-флеш-памяти, используемая в накопителях на основе твердотельных накопителей (SSD), отличается от магнитной записи в жестких дисках (HDD) как в физическом, так и в логическом аспектах. Вот основные различия между этими двумя технологиями:

1. Физическая структура: В HDD данные записываются на магнитные диски с помощью считывающих/записывающих головок, которые

перемещаются над поверхностью диска. В SSD данные хранятся в NAND-флеш-памяти, которая состоит из множества флеш-ячеек, образующих массив. Флеш-ячейки могут хранить информацию в виде заряда в транзисторах, их состояние определяет битовое значение данных.

2. Скорость доступа: SSD обычно обладают гораздо более высокой скоростью доступа к данным по сравнению с HDD. Поскольку в SSD нет механических движущихся частей, время доступа к данным значительно сокращается. В HDD время доступа ограничено временем, необходимым для перемещения считывающих/записывающих головок на нужное место на диске.
3. Скорость передачи данных: SSD также обеспечивают более высокую скорость передачи данных по сравнению с HDD. Это связано с тем, что SSD может одновременно считывать и записывать данные из нескольких флеш-ячеек, в то время как HDD оперируют с одними считывающими/записывающими головками.
4. Шум и энергопотребление: HDD генерируют шум из-за движущихся механических компонентов, таких как вращающиеся диски и перемещающиеся головки. SSD не имеют подобных движущихся частей, поэтому они работают без шума и обычно потребляют меньше энергии, что делает их более эффективными с точки зрения энергопотребления.
5. Жизненный цикл и износ: Флеш-память имеет ограниченное количество циклов записи/стирания, что означает, что со временем может произойти износ флеш-ячеек. Однако современные SSD используют различные методы управления износом, такие как алгоритмы уровня износа, сборка мусора и технология TRIM, чтобы увеличить жизненный цикл и сохранить производительность.

Оба типа накопителей имеют свои преимущества и недостатки, и выбор между HDD и SSD зависит от конкретных потребностей пользователя, включая скорость доступа, емкость хранения, надежность и бюджет. В последние годы SSD стали все более популярными из-за своей высокой производительности и надежности.

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

Существуют различные типы NAND-флеш-памяти, включая SLC, MLC, TLC и QLC.

**SLC (Single-Level Cell):** В SLC NAND хранится только 1 бит информации на ячейку. Это обеспечивает самую высокую

производительность и ресурс: 100 000 циклов программирования-стирания (P/E). Однако из-за низкой плотности размещения данных SLC является самым дорогим типом NAND-памяти.

**MLC (Multi-Level Cell):** MLC NAND хранит 2 бита информации на ячейку. MLC имеет более высокую плотность размещения данных по сравнению с SLC, поэтому позволяет создавать носители большей емкости. Однако память MLC, обеспечивающая 10 000 циклов P/E, более чувствительна к ошибкам данных и имеет меньший ресурс по сравнению с SLC.

**TLC (Triple-Level Cell):** TLC NAND хранит 3 бита информации на ячейку. За счет увеличения числа битов на ячейку снижается цена и увеличивается емкость. Однако это отрицательно сказывается на производительности и ресурсе (всего 3000 циклов P/E).

**QLC (Quad-Level Cell):** QLC NAND хранит 4 бита информации на ячейку. Большой объем памяти, меньшая стоимость за 1Гб памяти, сильнее чем остальные подвержена износу, меньшая скорость записи данных по сравнению с другими.

### **23.Как устроена ячейка NAND-флеш-памяти, и как происходит чтение и запись данных в ней?**

Ячейка NAND-флеш-памяти хранит данные в массиве ячеек памяти, представляющих собой транзисторы с плавающим затвором. В простейшем случае каждая ячейка флеш-памяти хранит 1 бит информации и состоит из одного полевого транзистора со специальной электрически изолированной областью.

Принцип действия флэш-памяти базируется на изменении и регистрации электрических зарядов в изолированной зоне, называемой карманом, полупроводниковой структуры. Чтение осуществляется полевым транзистором, у которого карман является затвором.

Все ячейки объединены в страницы. А страницы объединены в логические блоки. Каждая страница помимо сохраненной пользователем информации содержит некоторые дополнительные данные - информацию о "плохих" блоках, дополнительная служебная информация для коррекции ошибок.

Запись данных можно производить только постранично, то есть если мы хотим изменить какой-то бит, то нам нужно перезаписать всю страницу целиком. А стирать данные и вовсе можно только блоками.

Чтобы увеличить скорость записи/чтения данных и продлить срок службы NAND флеш-памяти, применяются более хитрые методы адресации, переводящие логические адреса (LBA) накопителя в физические.

Ячейки NAND не предназначены для вечной эксплуатации. В отличие от памяти DRAM, они со временем изнашиваются, поскольку циклы записи создают большую нагрузку по сравнению с циклами чтения. Устройства

памяти NAND имеют ограниченное количество циклов записи, но функция выравнивания износа управляет износом ячеек с помощью контроллера флеш-памяти. Чтобы продлить срок службы устройств памяти NAND, контроллер флеш-памяти NAND гарантирует, что все записанные данные равномерно распределяются по всем физическим блокам устройства.

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

В SSD используются различные методы управления износом, известные как “выравнивание износа” (Wear Leveling), чтобы равномерно распределять записи по ячейкам памяти и тем самым продлевать срок службы устройства.

Основные методы выравнивания износа включают:

**Статическое выравнивание износа:** Этот алгоритм обрабатывает запись во все блоки на SSD, что означает, что те, которые являются статическими с действительными данными, будут перемещаться, чтобы позволить всем блокам получать одинаковый износ.

**Динамическое выравнивание износа:** Этот алгоритм использует только те блоки, которые не используются, и те, которые подвергаются изменениям. Это позволяет статическим блокам не подвергаться износу и выравнивать баланс с двумя другими типами блоков.

Эти алгоритмы работают вместе с контроллером SSD, который ведет учет количества циклов для каждой конкретной ячейки. Контроллер SSD обычно не выполняет запись в уже активный блок, но распространяет информацию по разным блокам, чтобы точно выровнять его износ.

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

SSD обеспечивают защиту данных от потери при сбое питания или других непредвиденных ситуациях с помощью нескольких механизмов:

**Защита от сбоев питания (PLP):** цель защиты от сбоев питания заключается в выполнении двух основных задач:

1) Безопасный перенос передаваемых данных (или данных, оставшихся в буферах кэшей DRAM- или SRAM-накопителя) в постоянную энергонезависимую флеш-память<sup>12</sup>.

2) Сохранение целостности таблицы размещения SSD, чтобы SSD распознавался и был пригоден для использования после перезагрузки системы.

**Аппаратный PLP:** Аппаратный PLP предназначен в первую очередь для снижения потерь данных с помощью сохранения питания SSD, благодаря встроенным конденсаторам питания (Power Caps) на время, достаточное для

записи во флеш-память данных, оставшихся в буфере кэша SSD, и обновления таблиц размещения.

**PLP во встроенном ПО:** Программная защита PLP также предназначена для снижения вероятности утери данных благодаря способности восстановления встроенным ПО таблицы размещения при следующем включении питания после сбоя.

В качественных SSD используется аппаратная система со встроенными в SSD конденсаторами питания и/или защита от сбоев питания (PLP) во встроенном ПО, позволяющая записать важную информацию метаданных на флеш-память, чтобы обеспечить успешное восстановление SSD при включении питания.