

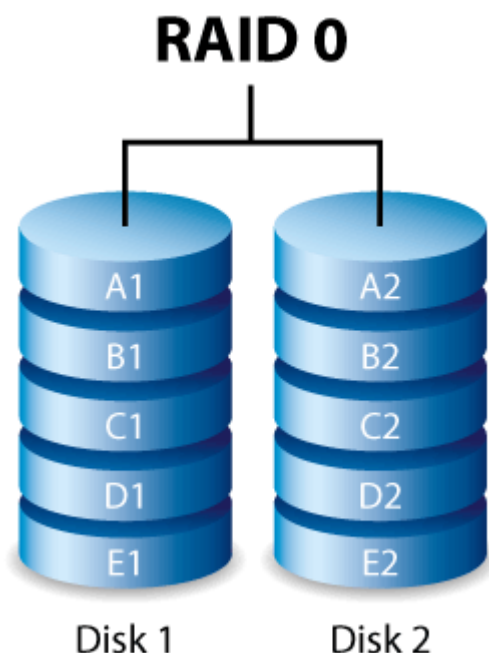
image not found or type unknown



RAID (англ. redundant array of independent disks — избыточный массив независимых жёстких дисков) — массив из нескольких дисков, управляемых контроллером, взаимосвязанных скоростными каналами и воспринимаемых внешней системой как единое целое. В зависимости от типа используемого массива может обеспечивать различные степени отказоустойчивости и быстродействия. Служит для повышения надёжности хранения данных и/или для повышения скорости чтения/записи информации. Изначально, подобные массивы строились в качестве резерва носителям на оперативной (RAM) памяти, которая в то время была дорогой.

RAID 0. Дисковый массив с чередованием без отказоустойчивости/чётности (Stripe)

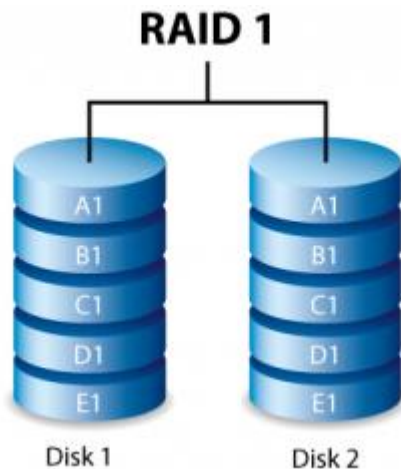
Является массивом, где данные разбиваются на блоки (размер блока можно задавать при создании массива) и затем записываются на отдельные диски. В простейшем случае – есть два диска, один блок пишется на первый диск, другой на второй, затем опять на первый и так далее. Если раньше за единицу времени мы могли считать один блок, то теперь можем сделать это сразу с нескольких дисков. Основным плюсом данного режима как раз и является высокая скорость передачи данных.



RAID 1. Зеркалирование (Mirror)

Суть данного режима RAID сводится к созданию копии (зеркала) диска с целью повышения отказоустойчивости. Если один диск выходит из строя, то работа не прекращается, а продолжается, но уже с одним диском. Для этого режима требуется чётное число дисков. Идея этого метода близка к резервному копированию, но всё происходит «на лету», равно как и восстановление после сбоя (что порой весьма важно) и нет необходимости тратить время на это.

Минусы – высокая избыточность, так как нужно вдвое больше дисков для создания такого массива. Ещё одним минусом является то, что отсутствует какой-либо прирост производительности – ведь на второй диск просто пишется копия данных первого.

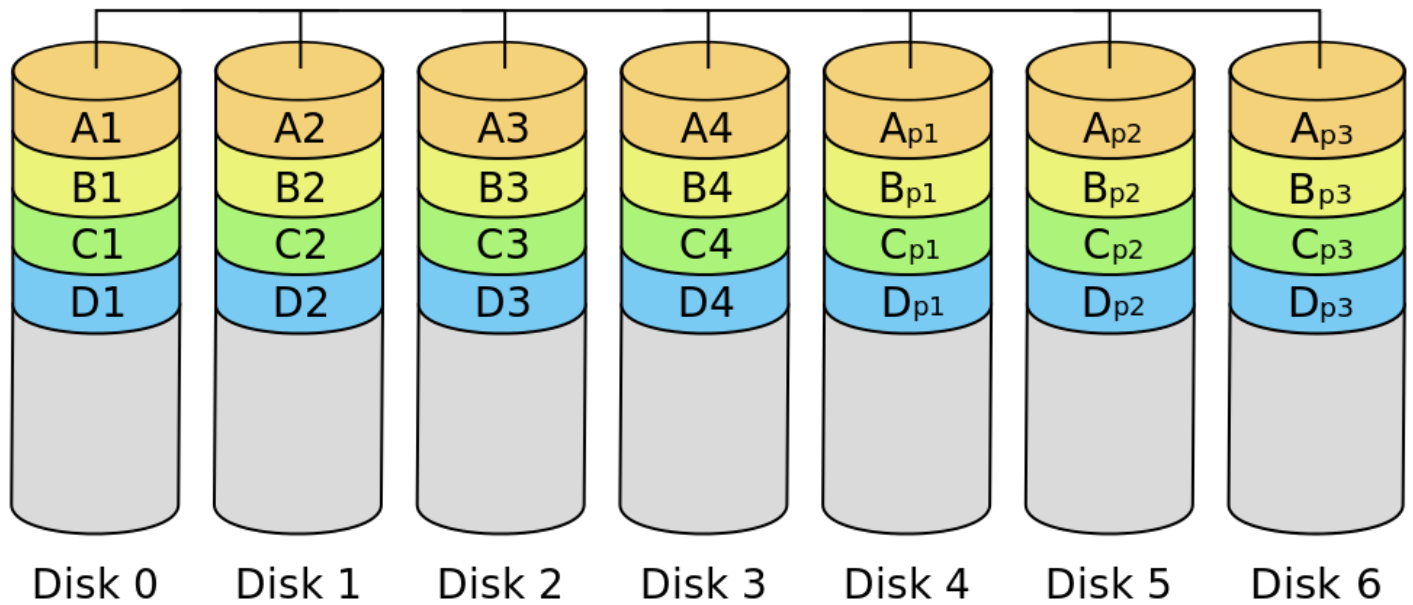


RAID 2 Массив с использованием ошибкоустойчивого кода Хемминга.

Данный код позволяет исправлять и обнаруживать двойные ошибки. Активно используется в памяти с коррекцией ошибок (ECC). В этом режиме диски разбиваются на две группы – одна часть используется для хранения данных и работает аналогично RAID 0, разбивая блоки данных по разным дискам; вторая часть используется для хранения ECC кодов.

Из плюсов можно выделить исправление ошибок «на лету», высокую скорость потоковой передачи данных. Главным минусом является высокая избыточность (при малом числе дисков она почти двойная, $n-1$).

RAID 2

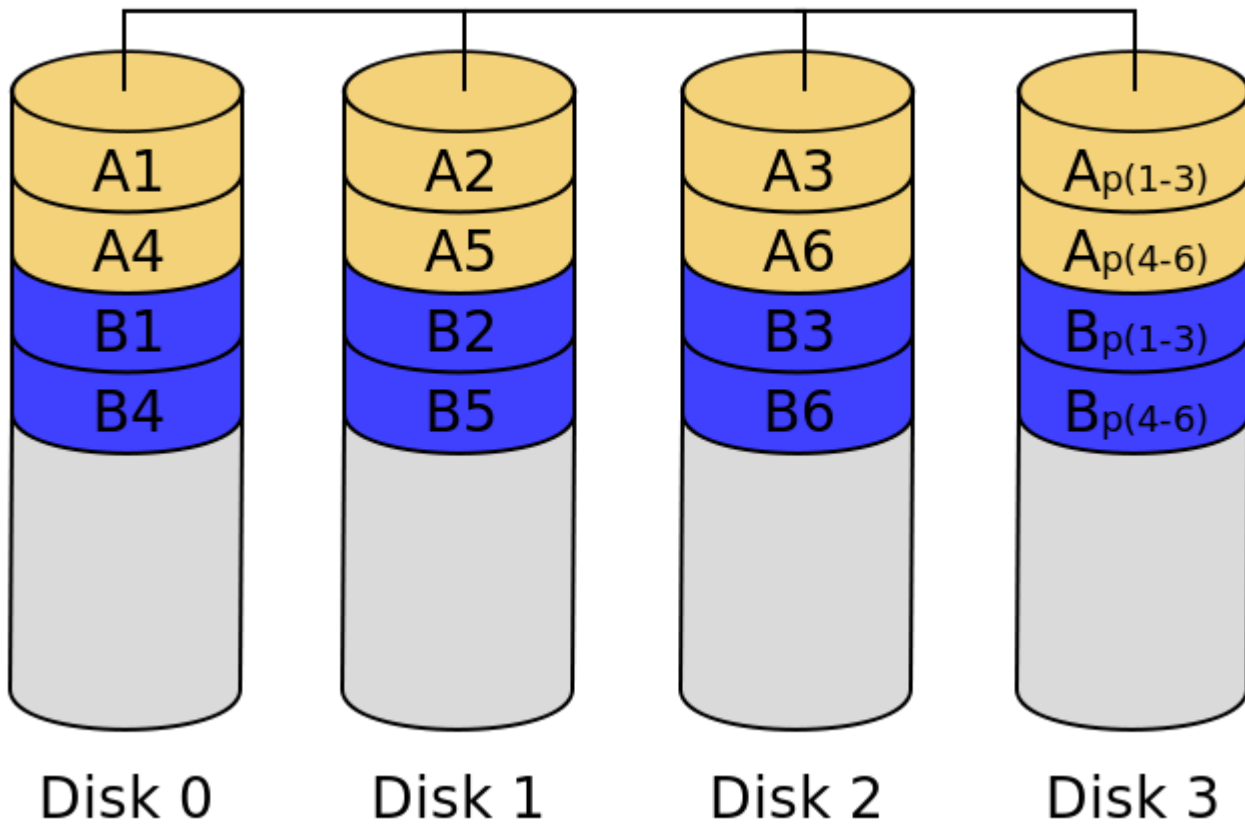


RAID 3. Отказоустойчивый массив с битовым чередованием и чётностью.

Данный режим записывает данные по блокам на разные диски, как RAID 0, но использует ещё один диск для хранения четности. Таким образом, избыточность намного ниже, чем в RAID 2 и составляет всего один диск. В случае сбоя одного диска, скорость практически не меняется.

Из основных минусов надо отметить низкую скорость при работе с мелкими файлами и множеством запросов. Связано это с тем, что все контрольные коды хранятся на одном диске и при операциях ввода/вывода их необходимо переписывать. Скорость этого диска и ограничивает скорость работы всего массива.

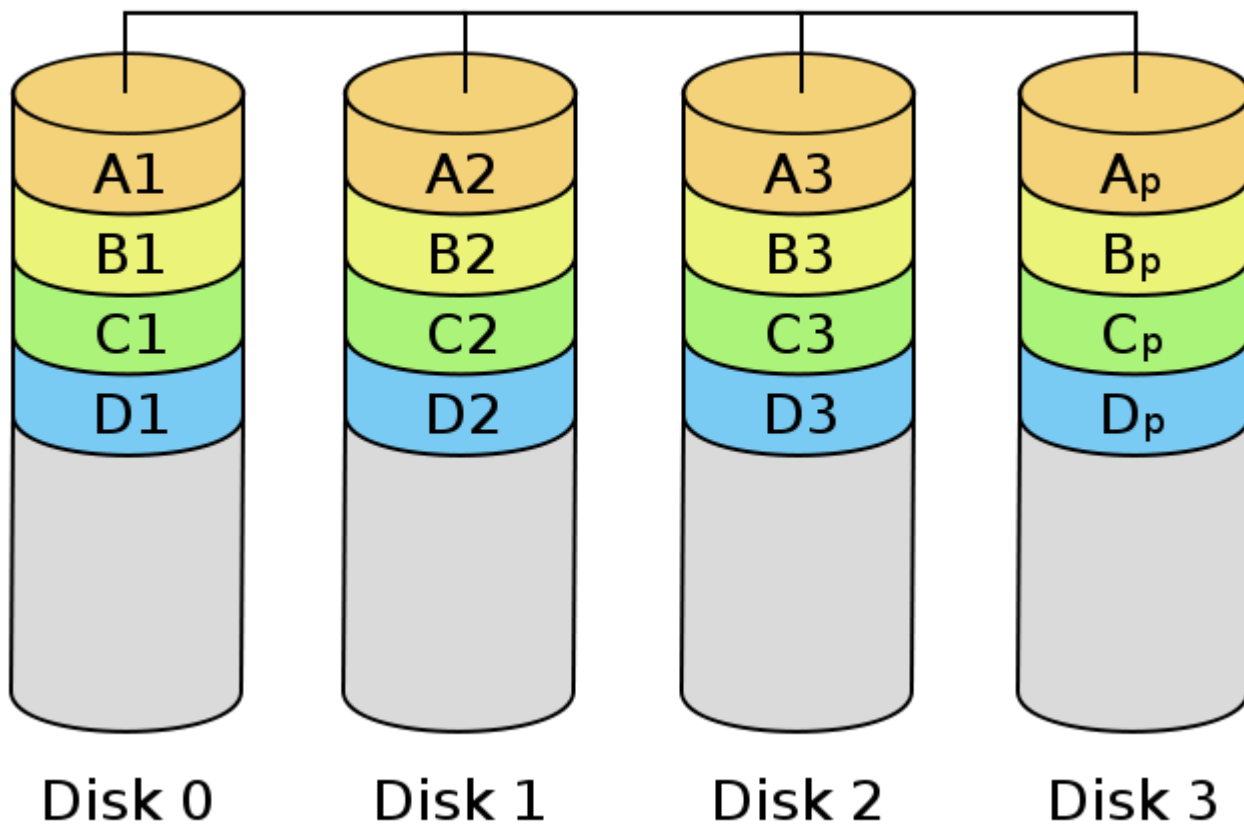
RAID 3



RAID 4

Данные записываются блоками на разные диски, один диск используется для хранения битов чётности. Отличие от RAID 3 заключается в том, что блоки разбиваются не по битам и байтам, а по секторам. Преимущества заключаются в высокой скорости передачи при работе с большими файлами. Также высока скорость работы с большим числом запросов на чтение. Из недостатков можно отметить доставшиеся от RAID 3 – дисбаланс в скорости операций чтения/записи и существование условий, затрудняющих параллельный доступ к данным.

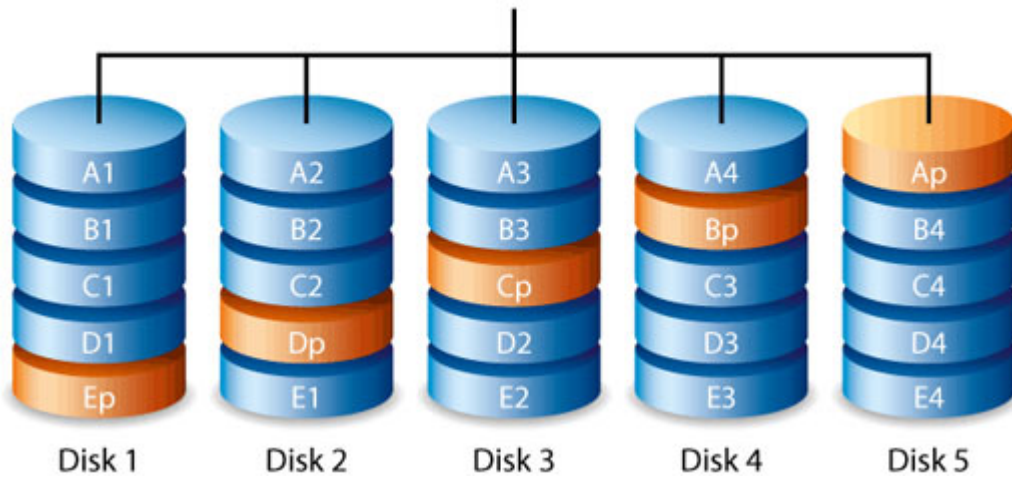
RAID 4



RAID 5. Дисконный массив с чередованием и распределённой чётностью.

Метод похож на предыдущий, но в нём для битов чётности выделяется не отдельный диск, а эта информация распределяется между всеми дисками. То есть, если используется N дисков, то будет доступен объём $N-1$ диска. Объём одного будет выделен под биты чётности, как и в RAID 3,4. Но они хранятся не на отдельном диске, а разделены. На каждом диске есть $(N-1)/N$ объёма информации и $1/N$ объёма заполнено битами чётности. Если в массиве выходит из строя один диск, то он остаётся работоспособным (данные, хранившиеся на нём, вычисляются на основе чётности и данных других дисков «на лету»). То есть, сбой проходит прозрачно для пользователя и порой даже с минимальным падением производительности (зависит от вычислительной способности RAID контроллера). Из преимуществ отметим высокие скорости чтения и записи данных, как при больших объёмах, так и при большом числе запросов. Недостатки – сложное восстановление данных и более низкая, чем в RAID 4 скорость чтения.

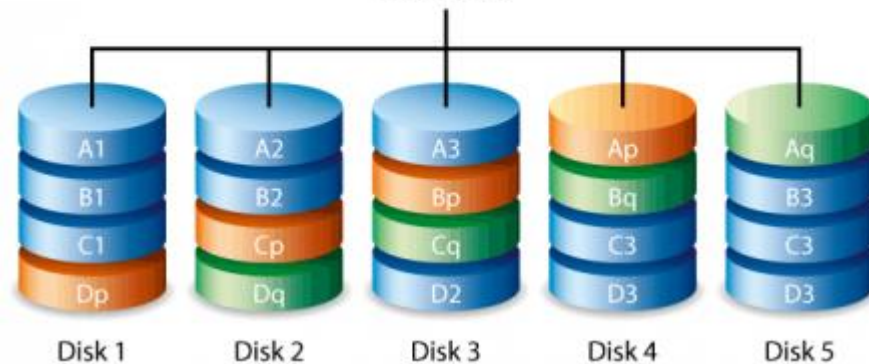
RAID 5



RAID 6. Дисконный массив с чередованием и двойной распределённой чётностью.

Всё отличие сводится к тому, что используются две схемы чётности. Система устойчива к отказам двух дисков. Основной сложностью является то, что для реализации этого приходится делать больше операций при выполнении записи. Из-за этого скорость записи является чрезвычайно низкой.

RAID 6



Комбинированные (nested) уровни RAID.

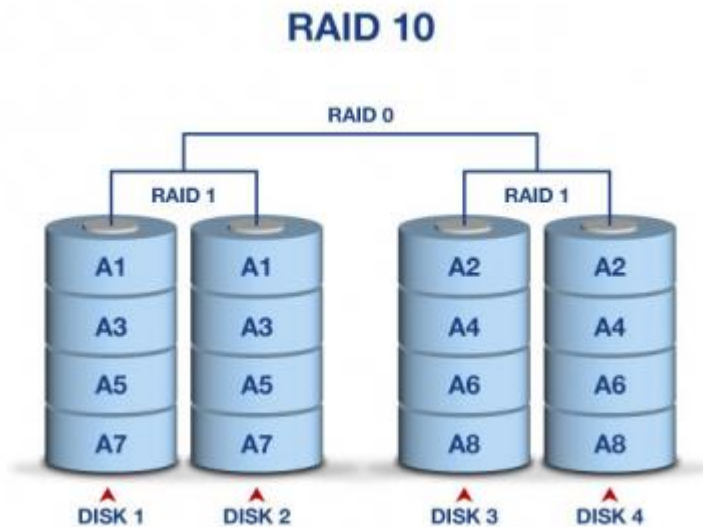
Поскольку массивы RAID являются прозрачными для ОС, то вскоре пришло время и созданию массивов, элементами которых являются не диски, а массивы других уровней. Обычно они пишутся через плюс. Первая цифра означает то, массивы какого уровня входят в качестве элементов, а вторая цифра – то, какую организацию имеет верхний уровень, который объединяет элементы.

RAID 0+1

Комбинация, которая является массивом RAID 1, собранным на базе массивов RAID 0. Как и в массиве RAID 1, доступным будет только половина объёма дисков. Но, как и в RAID 0, скорость будет выше, чем с одним диском. Для реализации такого решения необходимо минимум 4 диска.

RAID 1+0

Также известен, как RAID 10. Является страйпом зеркал, то есть, массивом RAID 0, построенным из RAID 1 массивов. Практически аналогичен предыдущему решению.



RAID 0+3

Массив с выделенной чётностью над чередованием. Является массивом 3-го уровня, в котором данные блоками разбиваются и пишутся на массивы RAID 0. Комбинации, кроме простейших 0+1 и 1+0 требуют специализированных контроллеров, зачастую достаточно дорогих. Надёжность данного вида ниже, чем у следующего варианта.

RAID 3+0

Также известен, как RAID 30. Является страйпом (массивом RAID 0) из массивов RAID 3. Обладает весьма высокой скоростью передачи данных, вкпе с неплохой отказоустойчивостью. Данные сначала разделяются на блоки (как в RAID 0) и попадают на массивы-элементы. Там они опять делятся на блоки, считается их чётность, блоки пишутся на все диски кроме одного, на который пишутся биты чётности. В данном случае, из строя может выйти один из дисков каждого из входящих в состав RAID 3 массива.

RAID 5+0 (50)

Создаётся путём объединения массивов RAID 5 в массив RAID 0. Обладает высокой скоростью передачи данных и обработки запросов. Обладает средней скоростью восстановления данных и хорошей стойкостью при отказе. Комбинация RAID 0+5 также существует, но больше теоретически, так как даёт слишком мало преимуществ.

RAID 5+1 (51)

Сочетание зеркалирования и чередования с распределённой четностью. Также вариантом является RAID 15 (1+5). Обладает очень высокой отказоустойчивостью. Массив 1+5 способен работать при отказе трех дисков, а 5+1 – пяти из восьми дисков.

RAID 6+0 (60)

Чередование с двойной распределённой четностью. Иными словами – страйп из RAID 6. Как уже говорилось применительно к RAID 0+5, RAID 6 из страйпов не получил распространения (0+6). Подобные приёмы (страйп из массивов с четностью) позволяют повысить скорость работы массива. Ещё одним преимуществом является то, что так можно легко повысить объём, не усложняя ситуации с задержками, необходимыми на вычисление и запись большего числа битов четности.

RAID 100 (10+0)

RAID 100, также пишущийся как RAID 10+0, является страйпом из RAID 10. По своей сути, он схож с более широким RAID 10 массивом, где используется вдвое больше дисков. Но именно такой «трехэтажной» структуре есть своё объяснение. Чаще всего RAID 10 делают аппаратным, то есть силами контроллера, а уже страйп из них делают программно.

Нестандартные режимы RAID

Двойная четность

Распространённым дополнением к перечисленным уровням RAID является двойная четность, порой реализованная и потому называемая «диагональной четностью». Двойная четность уже внедрена в RAID 6. Но, в отличие от нее, четность считается над другими блоками данных. Недавно спецификация RAID 6 была расширена,

потому диагональная четность может считаться RAID 6.

RAID-DP

Является разработкой NetApp RAID массива с двойной четностью и подпадает под обновленное определение RAID 6. Использует отличную от классической RAID 6 реализации схему записи данных. Запись ведется сначала на кеш NVRAM, снабжённый источником бесперебойного питания, чтобы предотвратить потерю данных при отключении электричества. Программное обеспечение контроллера, по возможности, пишет только цельные блоки на диски. Такая схема предоставляет большую защиту, чем RAID 1 и имеет более высокую скорость работы, нежели обычный RAID 6.

RAID 1,5

Был предложен компанией Highpoint, однако теперь применяется очень часто в контроллерах RAID 1, без каких-либо выделений данной особенности. Суть сводится к простой оптимизации – данные пишутся как на обычный массив RAID 1 (чем 1,5 по сути и является), а читают данные с чередованием с двух дисков (как в RAID 0).

RAID 1E

Комбинирует в себе RAID 0 и RAID 1. Создаётся минимум на трёх дисках. Данные пишутся с чередованием на три диска, а со сдвигом на 1 диск пишется их копия. Если пишется один блок на три диска, то копия первой части пишется на второй диск, второй части – на третий диск. При использовании четного числа дисков лучше, конечно, использовать RAID 10.

RAID 5E

Обычно при построении RAID 5 один диск оставляют свободным (spare), чтобы в случае сбоя система сразу стала перестраивать (rebuild) массив. При обычной работе этот диск работает вхолостую. Система RAID 5E подразумевает использование этого диска в качестве элемента массива. А объём этого свободного диска распределяется по всему массиву и находится в конце дисков. Минимальное число дисков – 4 штуки. Доступный объём равен $n-2$, объём одного диска используется (будучи распределенным между всеми) для четности, объём еще одного – свободный. При выходе из строя диска происходит сжатие массива до 3-х дисков (на примере минимального числа) заполнением свободного пространства.

Получается обычный массив RAID 5, устойчивый к отказу ещё одного диска.

RAID 5E

Отличается от предыдущего только тем, что области свободного места на дисках не зарезервированы одним куском в конце диска, а чередуются блоками с битами четности. Такая технология значительно ускоряет восстановление после сбоя системы. Блоки можно записать прямо на свободное место, без необходимости перемещения по диску.

RAID 6E

Аналогично с RAID 5E использует дополнительный диск для повышения скорости работы и распределения нагрузки. Свободное место разделяется между другими дисками и находится в конце дисков.

RAID 7

Данная технология является зарегистрированной торговой маркой фирмы Storage Computer Corporation. Массив, основывающийся на RAID 3, 4, оптимизированный для повышения производительности. Основное преимущество заключается в использовании кеширования операций чтения/записи. Запросы на передачу данных осуществляются асинхронно. При построении используются диски SCSI. Скорость выше решений RAID 3,4 приблизительно в 1,5-6 раз.

Вывод

Большинство видов RAID массивов не получило распространения, часть используется в узких сферах применения. Наиболее массовыми, от простых пользователей до серверов начального уровня стали RAID 0, 1, 0+1/10, 5 и 6. Нужен ли вам рейд-массив для ваших задач – решать вам. Теперь вы знаете, в чём их отличия друг от друга.

Литература:

Кузнецов С.Д., Шнитман В.З. Аппаратно-программные платформы корпоративных информационных систем. [Электронный ресурс] – : http://citforum.ru/hardware/app_kis/contents.shtml (дата обращения 17.04.2015)

Пахомов С. Практические советы по созданию -массивов на домашних ПК - 2010 [Электронный ресурс] – : <http://compress.ru/article.aspx?id=21065#01> (дата

обращения 17.04.2015)

Клыга А. -массивы в теории и на практике [Электронный ресурс] – :

http://www.progzona.narod.ru/partitions/articles/different/raid_mass_on_teor_pract.html

(дата обращения 17.04.2015)

Радаев А. Подробное знакомство с -массивами – 2005 [Электронный ресурс] – :

<http://www.ferra.ru/ru/system/s26107/#.VTEKg9ysXaE> (дата обращения 17.04.2015)