



Рекомендации по организации групп хранения данных в СХД АЭРОДИСК

Дата: 21.09.2024

Версия: 4.0



Оглавление

Введение	3
RDG	4
Описание уровней RAID в RDG	4
Примеры организации RDG.....	5
Организация группы RAID-1/10 (Mirror).....	5
Организация группы RAID-5/50.....	7
Организация группы RAID-6/60	9
Организация группы RAID-6P/60P	11
Организация SSD-кэша и SSD online-tiering	13
DDP	15
Описание уровней RAID в DDP.....	15
Примеры организации DDP.....	16
Группы дисков (пулы хранения)	16
Организация RAID-0.....	16
Организация RAID-1 (mirror pair)	18
Организация RAID-10 (mirror stripe)	19
Организация RAID-5.....	21
Организация RAID-6.....	22
Организация смешанных RAID.....	24
Организация – SPARE диски	27
Различия между RDG и DDP	28
Распределение групп RDG и DDP между двумя контроллерами	29

Введение

Настоящий документ содержит описание и практические примеры организации хранения данных в системах АЭРОДИСК с использованием возможных пулов хранения:

- RAID Distributed Group (RDG);
- Dynamic Disk Pool (DDP).

Отличительные особенности реализации пула хранения RDG в системах АЭРОДИСК:

- RDG состоят из виртуальных устройств (VDEV), каждое из которых имеет заданную структуру и размер RAID (1/10, 5/50, 6/60, 6P/60P (тройная четность);
- в RDG поддерживается и файловый (NFS, CIFS), и блочный доступ (FC, iSCSI);
- виртуальные устройства последовательно объединяются в одну виртуальную группу RDG, за счет чего количество дисков в группах (и для данных, и для четности) не ограничено;
- вне зависимости от объема тома или файловой системы все диски в группе участвуют в вводе-выводе для данного тома или файловой системы;
- диски горячей замены являются глобальными;
- RDG может быть как гибридной, так и стандартной;
- RAM-кэш включен по умолчанию и работает только на чтение;
- скорость перестроения RAID можно регулировать политикой перестроения;
- в гибридной RDG поддерживается ускорение операций ввода/вывода за счет использования твердотельных дисков (SSD) в качестве SSD-кэша чтения/записи и SSD Online-tiering;
- RDG наилучшим образом подходит для операций последовательного чтения/записи данных и для операций случайного чтения.

Отличительные особенности реализации DDP в системах АЭРОДИСК:

- DDP состоит из набора идентичных дисков;
- можно организовать блочные устройства со следующими уровнями отказоустойчивости: RAID 1/10, 5, 6;
- в DDP поддерживается только блочный доступ (iSCSI, FC);
- в вводе/выводе участвуют только диски, выбранные для конкретного блочного устройства;
- производительность группы возрастает пропорционально количеству дисков;
- диски горячей замены являются глобальными;

- при выходе из строя диска происходит частичное перестроение данных (значительно быстрее полного перестроения), так как необходимо восстановить четность данных на уровне чанков только для затронутых логических томов (LUN-ов);
- более высокая производительность по сравнению с RDG для операций случайной записи и чтения особенно при использовании конфигураций на твердотельных дисках (SSD).

RDG

Описание уровней RAID в RDG

В таблице ниже приведены примеры уровней дисковых групп (RDG) с указанием четности для одного виртуального устройства (VDEV) в RDG, процента полезной емкости, а также характеристик производительности. Администратор по своему усмотрению может создавать шаблоны для виртуальных устройств (VDEV). Для конфигурации на шпиндельных дисках для улучшения производительности обязательно использование SSD-дисков в качестве кэша на чтение/запись и при необходимости увеличения скорости чтения путем использования SSD-дисков в качестве online-tiering устройств.

Уровень (шаблон)	Диски данных в одном VDEV	Диски четности в одном VDEV	Производительность (последовательное чтение)	Производительность (последовательная запись)	Производительность (произвольное чтение)	Производительность (произвольная запись)	Полезная емкость (оценочная)
RAID-1/10 (mirror)	1	1	Очень высокая	Очень высокая	Высокая	Средняя	50%
RAID-5/50 (2D+1P)	2	1	Высокая	Высокая	Высокая	Низкая	66,6%
RAID-5/50 (4D+1P)	4	1					80%
RAID-5/50 (6D+1P)	6	1					85,7%

RAID-6/60 (3D+2P)	3	2					60%
RAID-6/60 (5D+2P)	5	2	Высокая	Высокая	Высокая	Очень низкая	71,4%
RAID-6/60 (7D+2P)	7	2					77,8%
RAID-6P/60P (5D+3P)	5	3					62,5%
RAID-6P/60P (7D+3P)	7	3	Высокая	Высокая	Средняя	Очень низкая	70%
RAID-6P/60P (7D+3P)	9	3					75%

Общее количество дисков в RDG, выделенное для четности (степень избыточности), равно произведению количества дисков четности единичного виртуального устройства и количества виртуальных устройств. Например:

- RDG-группа из 121 диска с уровнем 60P (8+3);
- RDG состоит из 11 виртуальных устройств, т.е. $121 = (8+3) \times 11$;
- каждое виртуальное устройство поддерживает потерю до 3-х дисков;
- суммарно RDG поддерживает потерю до 33 дисков (т.е. 3×11).

Примеры организации RDG

Организация группы RAID-1/10 (Mirror)

Минимальное количество физических дисков для организации группы типа RDG-1/10 – это два физических диска для конфигурации RAID-1 и четыре диска для конфигурации RAID-10. RDG-1/10 рекомендуется использовать для хранения данных с высокими требованиями к производительности (и чтение, и запись).

Внутри RDG диски группируются в виртуальные устройства (VDEV). Физические диски парами объединяются в виртуальные устройства (VDEV), нумерация VDEV присваивается автоматически и соответствует типу RDG-группы: 10-RDG-00, 10-RDG-01, 10-RDG-02 и т.п.

Дисковая группа строится из множества VDEV. Дисковая группа с типом RDG-10 допускает выход из строя одного физического диска в одном VDEV, то есть если у вас используется шесть VDEV (12 физических дисков), то в группе допускается выход из строя шести дисков (по одному в каждом VDEV).

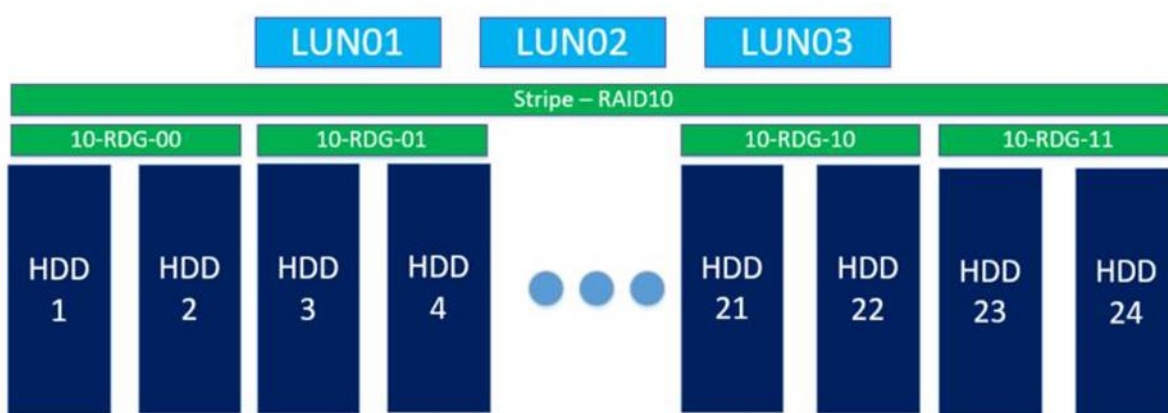


Рисунок 1. Организация RDG-1/10 из 24 дисков

На рисунке 1 показана организация RDG-группы уровня RDG-1/10 из 24 дисков. Физические диски объединены в 12 VDEV.

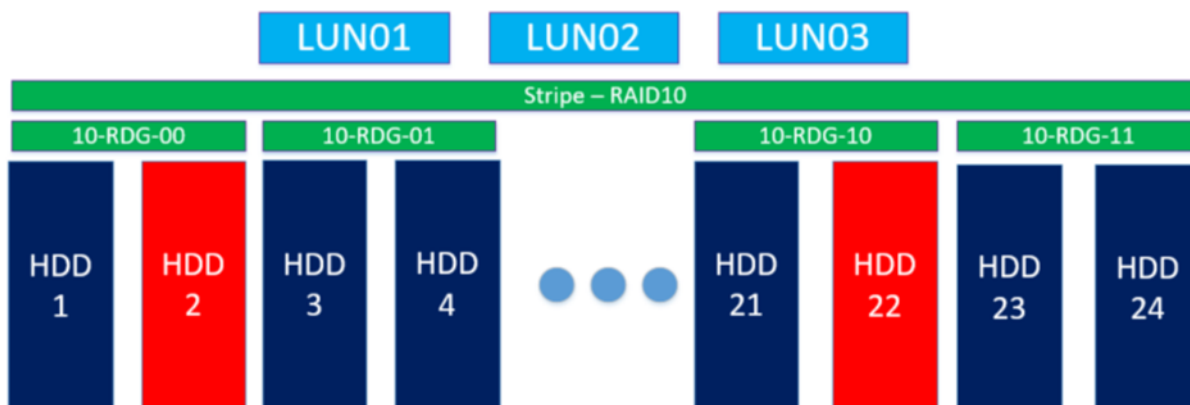


Рисунок 2. RDG-1/10 из 24 дисков с вышедшими из строя двумя дисками

На рисунке 2 отражен выход из строя 2-х физических дисков в разных VDEV с типом 10-RDG. Такая ситуация является критичной, данные доступны для чтения/записи, но

отказоустойчивость отсутствует, выход из строя ещё одного из дисков в том же VDEV грозит потерей всех данных. Следует незамедлительно заменить сбойные диски.

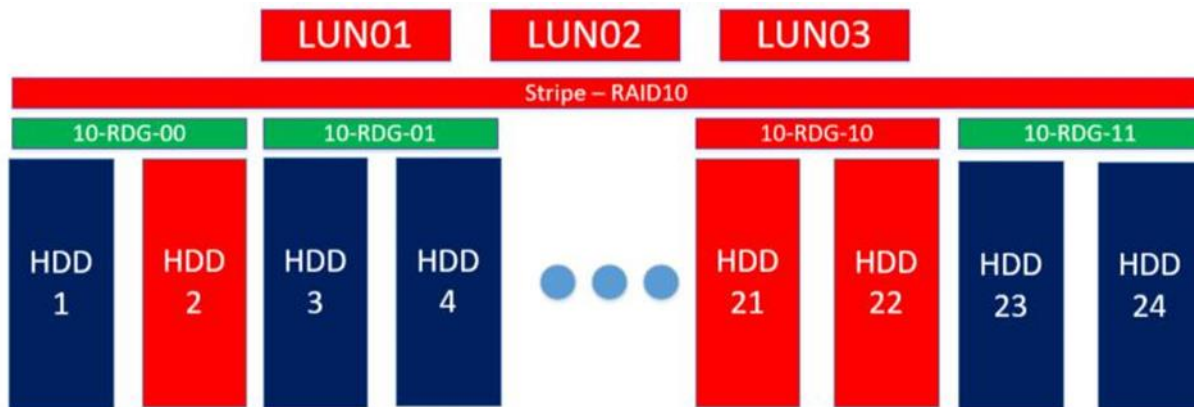


Рисунок 3. RDG-1/10 из 24 дисков с вышедшими из строя двумя дисками в одном VDEV

На рисунке 3 отражен выход из строя 2-х физических дисков в одной VDEV с типом 10-RDG. Такая ситуация является фатальной, все данные в RDG недоступны для чтения/записи, следует заменить диски и восстановить данные из резервных копий.

Организация группы RAID-5/50

Минимальное количество физических дисков для организации группы типа RDG-5/50 – это три физических диска для конфигурации RAID-5 и шесть дисков для конфигурации RAID-50. Минимальное количество VDEV для дисковой группы типа RDG-50 – это два VDEV (один VDEV для RDG-5).

RDG-5/50 рекомендуется использовать для хранения данных невысокой критичности на NL-SAS дисках, а также данных высокой критичности на SAS 10k, SSD дисках, с высокими требованиями к производительности на чтение и средними требованиями к производительности на запись.

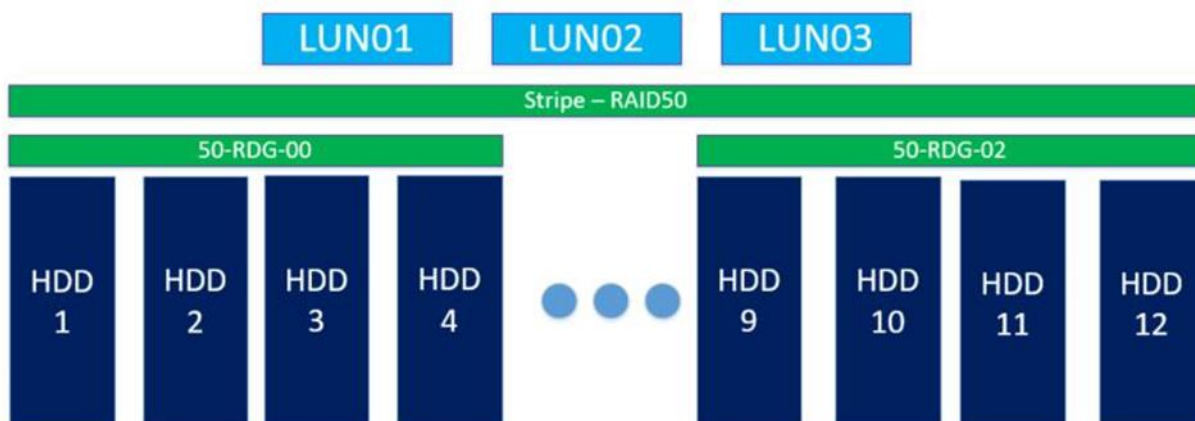


Рисунок 4. Организация RDG-50

На рисунке 4 показана организация RDG-группы уровня RAID-50 (3D+1P), т.е. в каждом виртуальном устройстве три диска используется для хранения данных и один для четности. Физические диски объединены в три VDEV-а.

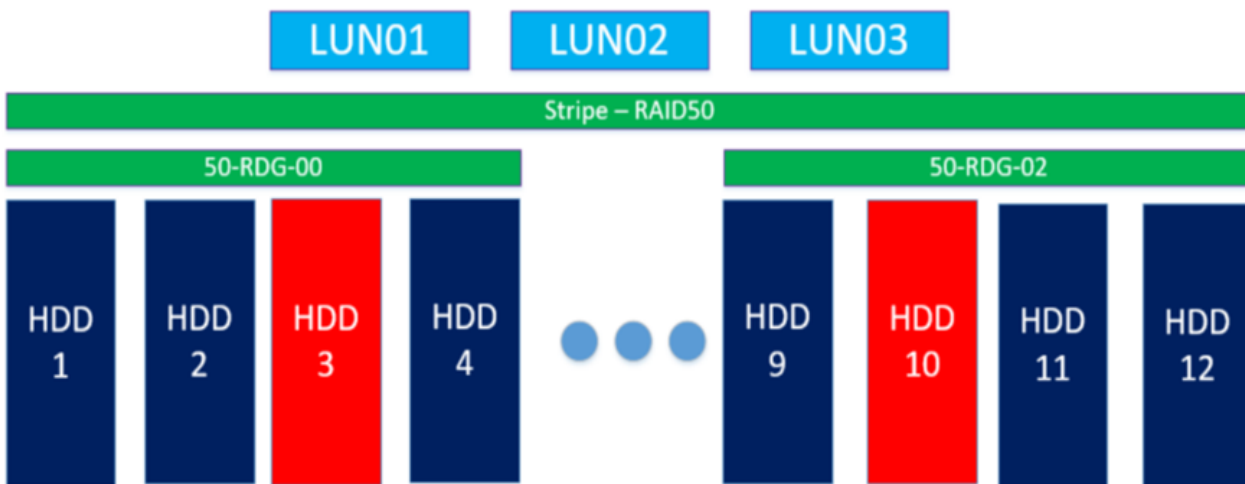


Рисунок 5. Организация RDG-50 с вышедшими из строя двумя дисками

На рисунке 5 отражен выход из строя 2-х физических дисков в разных виртуальных VDEV с типом RDG-50. Такая ситуация является критичной, данные по-прежнему доступны для чтения-записи, но отказоустойчивость отсутствует, выход из строя ещё одного из дисков в VDEV грозит потерей всех данных. Следует незамедлительно заменить сбойные диски.

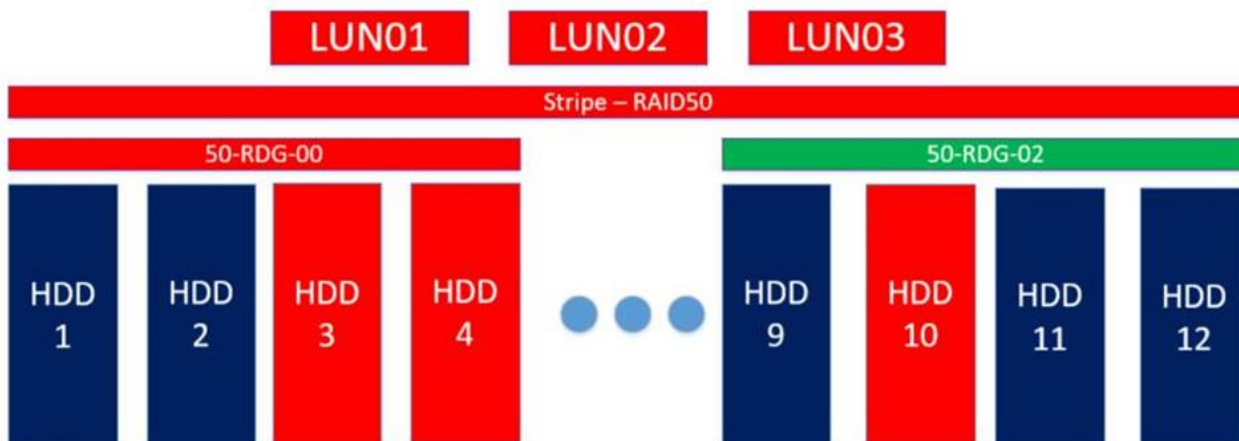


Рисунок 6. Организация RDG-50 с вышедшими из строя двумя дисками в одном VDEV

На рисунке 6 отражен выход из строя 2-х физических дисков в одной VDEV с типом 50-RDG. В данном примере стало недоступно виртуальное устройство VDEV – 50-RDG-00. Такая ситуация является фатальной, данные в дисковой группе RDG недоступны для чтения и записи, поэтому следует заменить диски и восстановить данные из резервных копий.

Организация группы RAID-6/60

Минимальное количество физических дисков для организации группы типа RDG-6\60 – это пять физических дисков для RDG-6 и десять дисков для конфигурации RAID-60. Минимальное количество VDEV для дисковой группы типа RDG-60 – это два VDEV (один VDEV для RDG-6).

Два диска в каждом VDEV используются для хранения четности. RDG-60 можно рекомендовать для хранения критичных данных со средними требованиями к производительности на чтение и средними требованиями к производительности на запись. Дисковая группа с уровнем RDG-60 допускает выход из строя двух физических дисков в одном VDEV, выход из строя более двух дисков в одном VDEV ведет к потере данных.

Примечание: RDG-60 имеет более высокую степень надежности, чем RDG-50, но при этом меньшую производительность. Под контрольные суммы выделяется два диска в каждом VDEV, что обеспечивает в RDG-60 более высокий уровень защиты данных.

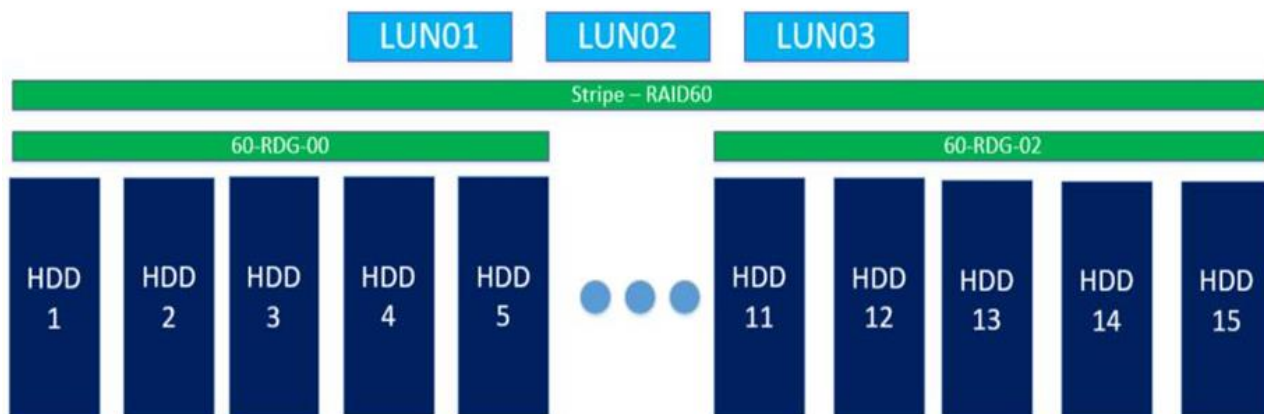


Рисунок 7. Организация RDG-60

На рисунке 7 показана организация RDG-группы уровня 60-RDG. Физические диски объединены в три VDEV-а по пять дисков в каждом VDEV.

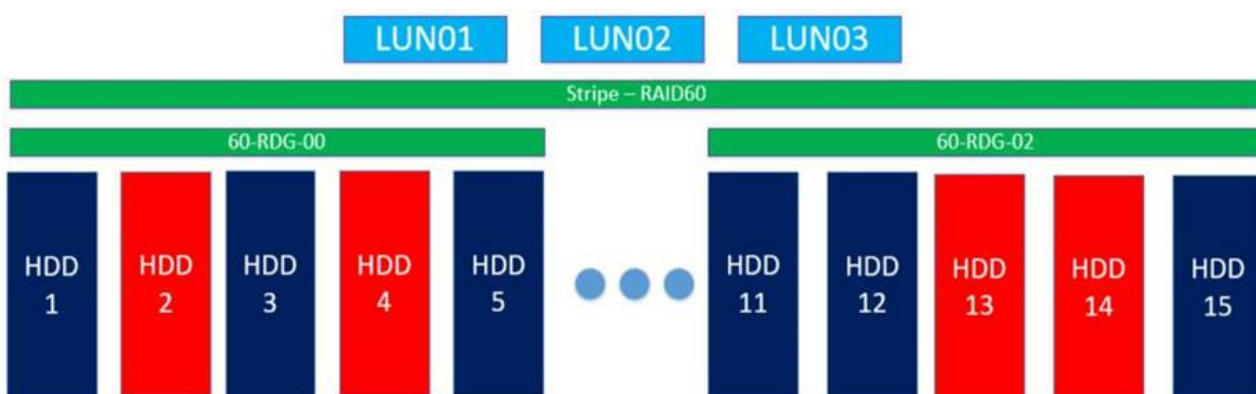


Рисунок 8. Организация RDG-60 с вышедшими из строя несколькими дисками

На рисунке 8 показан выход из строя нескольких физических дисков – по два в разных VDEV, с типом 60-RDG. Такая ситуация является критичной, но не фатальной, данные по-прежнему доступны для чтения и записи, но отказоустойчивость отсутствует. Выход из строя ещё одного из дисков в затронутых VDEV грозит потерей всех данных. Следует незамедлительно заменить сбойные диски.

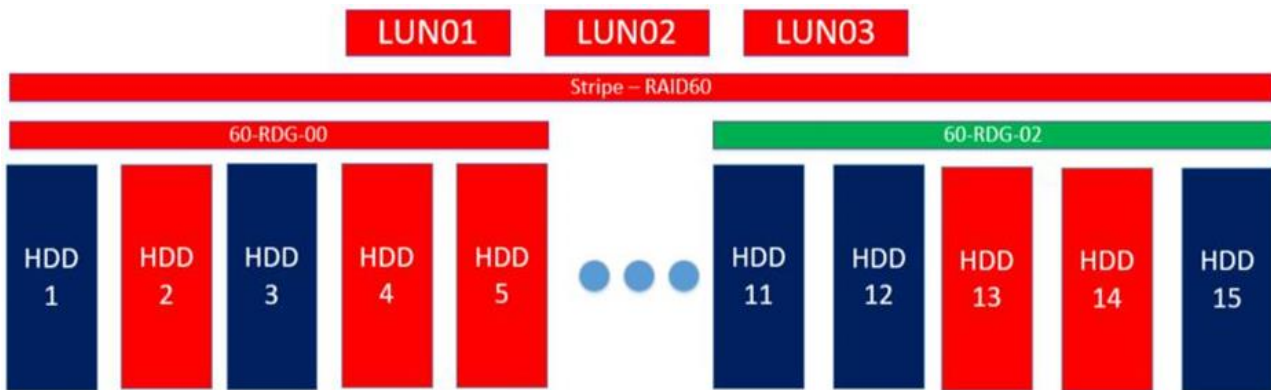


Рисунок 9. Организация RDG-60 с вышедшими из строя тремя дисками в одном VDEV

На рисунке 9 отражен выход из строя 3-х физических дисков в VDEV 60-RDG-00, с типом 60-RDG. Такая ситуация является фатальной, так как вышло из строя одновременно три диска (при возможных двух), данные недоступны для чтения и записи, следует заменить диски и восстановить данные из резервных копий.

Организация группы RAID-6P/60P

Минимальное количество физических дисков для организации группы типа RDG-6P/60P – это семь дисков для RDG-6P и четырнадцать физических дисков для конфигурации RDG60P. Минимальное количество VDEV для дисковой группы типа RDG-60P – это два VDEV (один для RDG-6P). Физические диски объединяются в VDEV по семь или более дисков в одном VDEV. Три диска используются для хранения четности, четыре или более диска используются для хранения данных. RDG-60P рекомендуется использовать для хранения данных высокой критичности, с невысокими требованиями к производительности на чтение и невысокими требованиями к производительности на запись. Дисковая группа с уровнем RDG-60P допускает выход из строя трех физических дисков в одном VDEV. Выход из строя более трех дисков в одной VDEV ведет к потере данных.

Примечание: дисковая группа RDG-60P по организации похожа на гибрид RDG-60 и RDG-50, но имеет более высокую степень надежности чем RDG-50. Под контрольные суммы выделяется три диска в одном VDEV. RDG-60P обеспечивает очень высокий уровень надежности хранения данных.

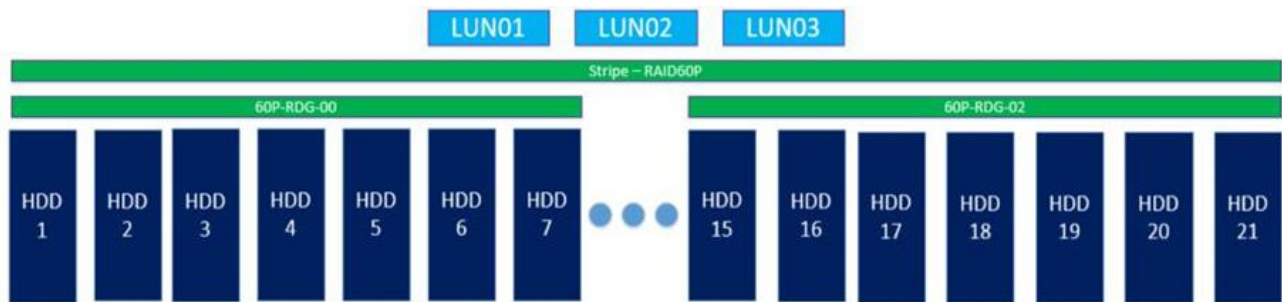


Рисунок 10. Организация RDG-60P

На рисунке 10 показана организация RDG-группы уровня 60P-RDG. Физические диски объединены в три VDEVa устройства по семь физических дисков в каждом для обеспечения максимальной производительности и отказоустойчивости.

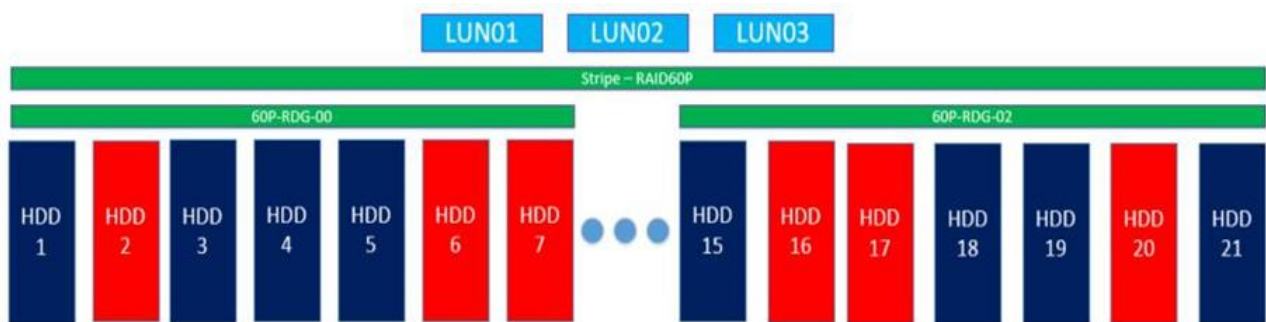


Рисунок 11. Организация RDG-60P с вышедшими из строя несколькими дисками

На рисунке 11 отражен выход из строя 3-х физических дисков в разных VDEV с типом 60P-RDG. Такая ситуация является критичной, но не фатальной, данные по-прежнему доступны для чтения и записи, но отказоустойчивость отсутствует. Выход из строя ещё одного из дисков в затронутых VDEV грозит потерей всех данных. Следует незамедлительно заменить сбойные диски.

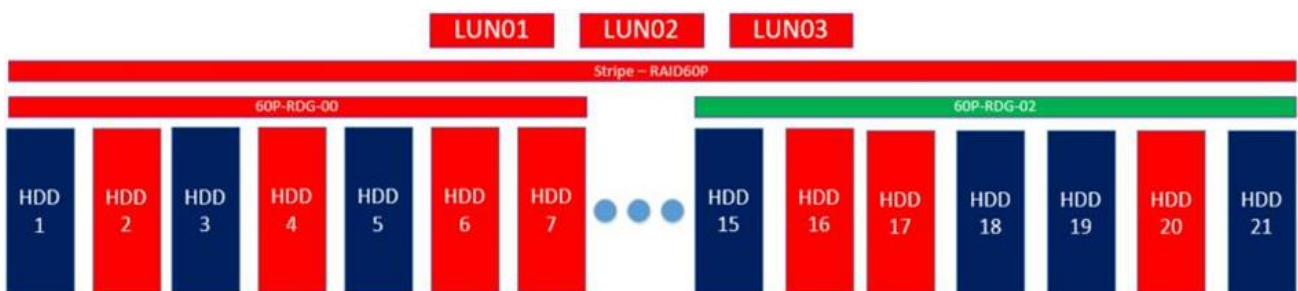


Рисунок 12. Организация RDG-60P с вышедшими из строя четырьмя дисками в одном VDEV

На рисунке 12 отражен выход из строя 4-х физических дисков в VDEV 60P-RDG-00 с типом 60P-RDG. Такая ситуация является фатальной, так как вышло из строя одновременно четыре диска (при возможных трех) в одном VDEV. Данные недоступны для чтения и записи, следует заменить диски и восстановить данные из резервных копий.

Организация SSD-кэша и SSD online-tiering

Твердотельные диски обладают гораздо более высокой скоростью доступа к данным и меньшими задержками при работе по сравнению с жёсткими шпиндельными дисками.

СХД АЭРОДИСК поддерживает RDG-группы как созданные только из SSD-дисков, так и гибридные RDG-группы, когда в рамках одной RDG совмещают два типа дисков: SAS 10k или NL-SAS 7.2k для хранения данных и SSD-диски для адаптации ввода-вывода (SSD-кэш и/или Online-tiering). Использование гибридных RDG-групп является наиболее эффективным по соотношению цена/качество, поскольку SSD-диски значительно выше по стоимости, если сравнивать их с жёсткими шпиндельными дисками. Учитывая этот факт, использование SSD-дисков как быстрого слоя для доступа к данным позволит совместить и максимально утилизировать высокую производительность SSD-дисков с низкой стоимостью других типов дисков.

В рамках одной RDG-группы есть выбор, под какой тип операций использовать SSD-диски (можно использовать оба уровня одновременно):

- кэш на чтение и запись – тип READ-WRITE-SSD (RW-SSD);
- дополнительный уровень – тип Online-tiering.

При добавлении к RDG SSD-диски всегда объединяются в RAID1 по два SSD-диска.

Тип диска	RDG Name	VDEV	Тип RDG	Slot
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-00	10-RDG	0:2:0
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-00	10-RDG	0:2:1
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-01	10-RDG	0:2:2

SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-01	10-RDG	0:2:3
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-02	10-RDG	0:2:4
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-02	10-RDG	0:2:5
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-03	10-RDG	0:2:6
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-03	10-RDG	0:2:7
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-04	10-RDG	0:2:8
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-04	10-RDG	0:2:9
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-05	10-RDG	0:2:10
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-05	10-RDG	0:2:11
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-06	10-RDG	0:2:12
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-06	10-RDG	0:2:13
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-07	10-RDG	0:2:14
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-07	10-RDG	0:2:15
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-08	10-RDG	0:2:16
SAS 10k 2400 GB	R00	10-RDG-08	10-RDG	0:2:17
SAS 10k 2400 GB	FREE	FREE-DISK	SPARE Disk	0:2:18
SAS SSD DWPD3 800 GB	FREE	FREE-DISK SSD	SPARE DISK SSD cache	0:2:19
SAS SSD DWPD3 800 GB	R00	SSD Mirror-0	SSD cache	0:2:20
SAS SSD DWPD3 800 GB	R00	SSD Mirror-0	SSD cache	0:2:21

SAS SSD DWPD1 1920 GB	R00	Online tier Mirror-0	Online tiering SSD	0:2:22
SAS SSD DWPD1 1920 GB	R00	Online tier Mirror-0	Online tiering SSD	0:2:23

В таблице выше показан один из вариантов рекомендуемой разметки СХД АЭРОДИСК с установленными 19 дисками SAS и пятью дисками SSD для конфигурации с RDG-10. Показана логическая схема разметки RDG-10 + RW SSD + ONLINE TIER SSD + SPARE. Диски с 0 по 17 задействованы под организацию RDG-группы с типом RDG-10, диски 18, 19 используются как глобальные SPARE устройства, SSD-диски с 20 по 23 используются для организации адаптированного ввода-вывода. Для SSD кэш рекомендуется использовать диски с DWPD=3 для предотвращения преждевременного выхода SSD-диска из строя в связи с исчерпанием ресурса ячеек флэш-памяти. Рекомендуется использовать пару дисков SSD, собранных в RAID1, на каждые 20-30 шпиндельных дисков. В ряде случаев при больших объемах записи, например, в системах видеонаблюдения, рекомендуется использовать SSD-диски большого объема – 1600 GB и более.

DDP

Описание уровней RAID в DDP

В таблице ниже приведены поддерживаемые уровни RAID динамическими дисковыми пулами (DDP) с указанием четности для одной группы дисков в DDP, процента полезной емкости, а также характеристик производительности.

Уровень	Диски для данных в одной группе	Диски для четности в одной группе	Производительность (чтение)	Производительность (запись)	Полезная ёмкость
RAID-0	Не ограничено	0	Очень высокая	Очень высокая	100%
RAID-1 (mirror)	2	1	Высокая	Высокая	50%
RAID-10 (mirror)	Не ограничено, минимум 4	Половина всех дисков	Высокая	Высокая	50%

RAID-5	Минимум 2, до 10	1	Высокая	Средняя	До 90%
RAID-6	Минимум 3, до 24	2	Средняя	Низкая	До 91,6%

Примеры организации DDP

Группы дисков (пулы хранения)

DDP состоит из набора дисков, которые объединяются в группу – единый пул хранения. Таких пулов хранения может быть до 16 на систему. Существующие пулы хранения можно расширять идентичными новыми дисками, добавляя по одному или сразу несколько «на лету» без остановки операций ввода/вывода. Блочные устройства (D-LUN) создаются поверх пула хранения и могут иметь следующие уровни защиты данных: RAID-0, RAID-1/10, RAID-5, RAID6. В рамках одного пула хранения могут быть созданы блочные устройства с разными уровнями защиты данных. Логически количество создаваемых устройств (D-LUN) в рамках группы не ограничено.

Пул хранения DDP рекомендуется использовать для SSD-дисков. При использовании SSD-дисков пул хранения DDP позволяет достичь более высоких показателей быстродействия, чем пул хранения RDG.

Организация RAID-0

Блочное устройство (LUN) с защитой RAID-0 создается на группе DDP. Максимальное количество дисков для использования в блочном устройстве не ограничено. Минимальное количество физических дисков для организации защиты данных уровнем RAID-0 – это два физических диска. RAID-0 нельзя использовать для долговременного хранения данных. RAID-0 можно использовать для временных данных, к которым нужна высокая скорость доступа и не требуется обеспечивать их сохранность при выходе из строя диска.

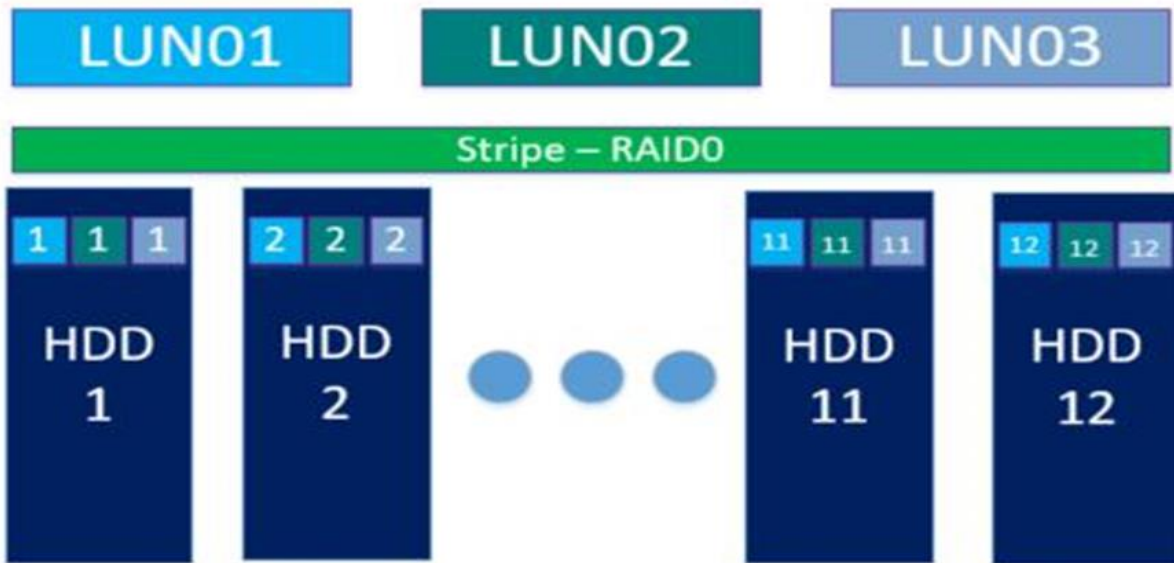


Рисунок 13. Организация RAID-0 на группе DDP

На рисунке 13 показана организация RAID-0 на группе из 12 дисков. Все диски используются для операций ввода/вывода, отказоустойчивости нет. Все блочные устройства размещаются на одном и том же количестве дисков в группе.



Рисунок 14. Организация RAID-0 на группе DDP с вышедшим из строя диском

На рисунке 14 отражен выход из строя одного физического диска в группе дисков DDP для блочных устройств с защитой RAID-0. Такая ситуация является фатальной, данные недоступны для чтения-записи, следует заменить диск.

Организация RAID-1 (mirror pair)

Блочное устройство (LUN) с защитой RAID-1 создается на группе DDP. Минимальное и максимальное количество физических дисков для организации защиты данных с уровнем RAID-1 – это два физических диска. RAID-1 рекомендуется использовать для хранения данных высокой критичности и с высокими требованиями к производительности на чтение/запись.



Рисунок 15. Организация RAID-1 на группе DDP из 24 дисков

На рисунке 15 показана организация RAID-1 на группе из 24 дисков. На группе дисков созданы блочные устройства с уровнем защиты RAID1.



Рисунок 16. Организация RAID-1 с вышедшими из строя двумя дисками

На рисунке отражен выход из строя 2-х физических дисков в разных парах дисков. Такая ситуация является критичной, данные доступны для чтения/записи, но отказоустойчивость отсутствует, выход из строя ещё одного диска в паре грозит потерей данных. Следует незамедлительно заменить сбойные диски.



Рисунок 17. Организация RAID-1 с вышедшими из строя двумя дисками в одной паре

На рисунке 17 отражен выход из строя 2-х физических дисков в одной паре. Такая ситуация является фатальной для блочных устройств, находящихся на этой паре, данные недоступны для чтения/записи, следует заменить диски и восстановить данные из резервных копий.

Организация RAID-10 (mirror stripe)

Блочное устройство (LUN) с защитой RAID-10 создается на группе дисков. Максимальное количество дисков для использования в блочном устройстве логически не ограничено. Минимальное количество физических дисков для организации защиты данных с уровнем RAID-10 – это четыре физических диска. RAID-10 рекомендуется использовать для хранения данных высокой критичности и с высокими требованиями к производительности на чтение/запись.

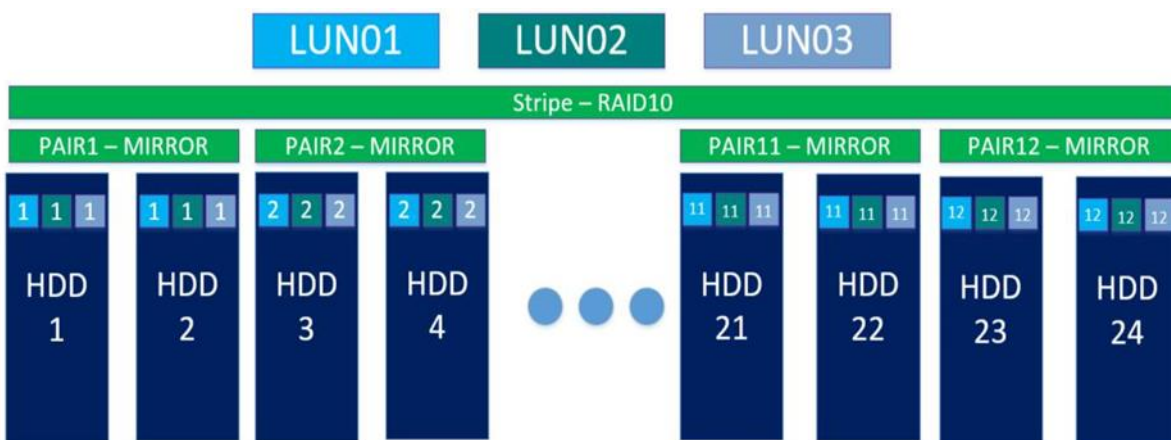


Рисунок 18. Организация RAID-10 на группе из 24 дисков

На рисунке 18 показана организация RAID-10 на группе из 24 дисков. На группе дисков созданы блочные устройства с уровнем защиты RAID10. Все блочные устройства размещаются на одном и том же количестве дисков в группе.

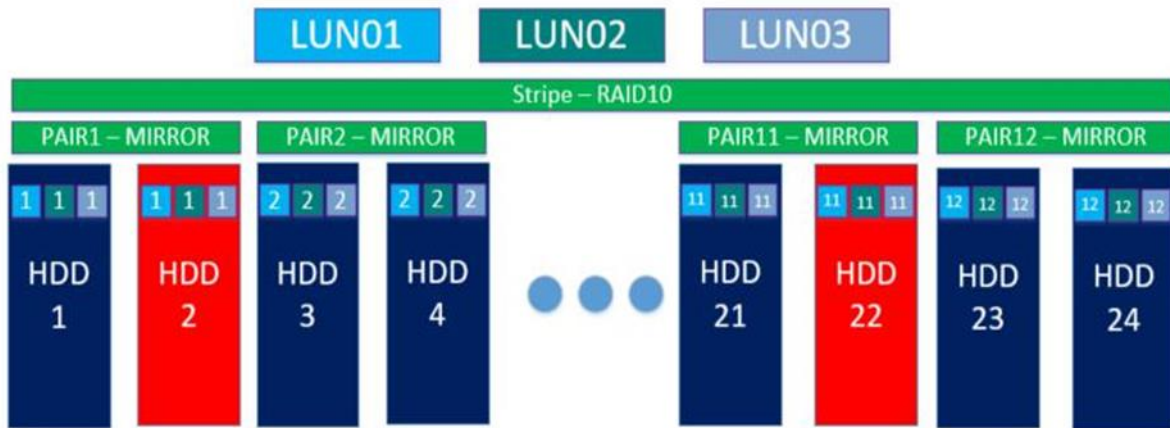


Рисунок 19. Организация RAID-10 с вышедшими из строя двумя дисками

На рисунке 19 отражен выход из строя 2-х физических дисков в разных парах дисков. Такая ситуация является критичной, данные доступны для чтения/записи, но отказоустойчивость отсутствует, выход из строя ещё одного диска в паре грозит потерей всех данных. Следует незамедлительно заменить сбойные диски.



Рисунок 20. Организация RAID-10 с вышедшими из строя двумя дисками в одной паре

На рисунке 20 отражен выход из строя 2-х физических дисков в одной паре. Такая ситуация является фатальной, данные недоступны для чтения/записи, следует заменить диски и восстановить данные из резервных копий.

Организация RAID-5

Блочное устройство (LUN) с защитой RAID-5 создается на группе DDP. Минимальное количество физических дисков для организации защиты данных с уровнем RAID-5 – это три физических диска. Максимальное количество дисков для использования в блочном устройстве с уровнем RAID-5 ограничено 10 дисками.

RAID-5 рекомендуется использовать для хранения данных с высокими требованиями к производительности на чтение и средними требованиями к производительности на запись.

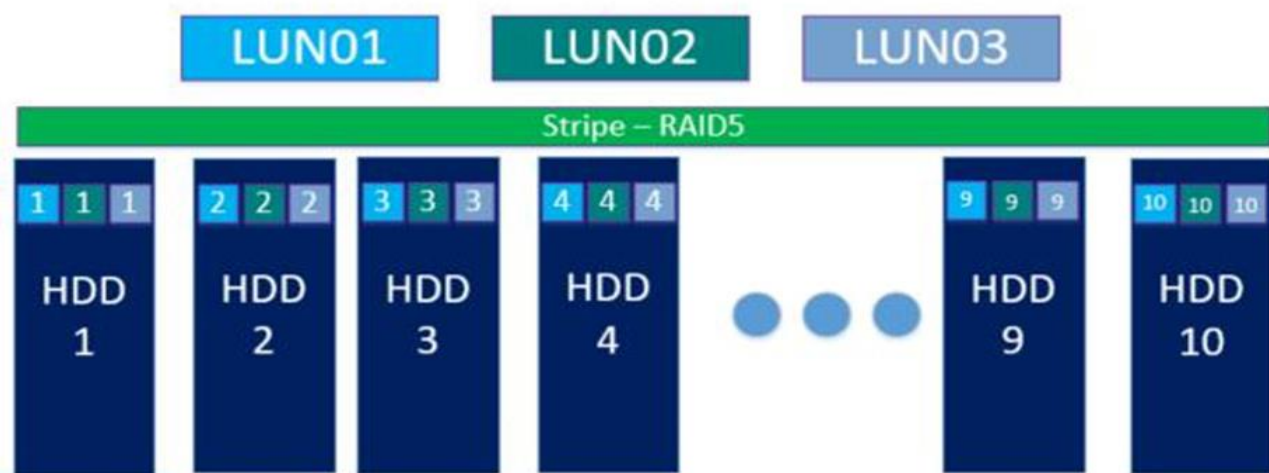


Рисунок 21. Организация RAID-5 на группе из 10 дисков

На рисунке 21 показана организация RAID-5 на группе из 10 дисков. Группа состоит из 9 дисков под данные и 1 диск под четность. Коэффициент полезной емкости – 90%. На группе дисков созданы блочные устройства с уровнем защиты – RAID-5. Все блочные устройства размещаются на одном и том же количестве дисков в группе.

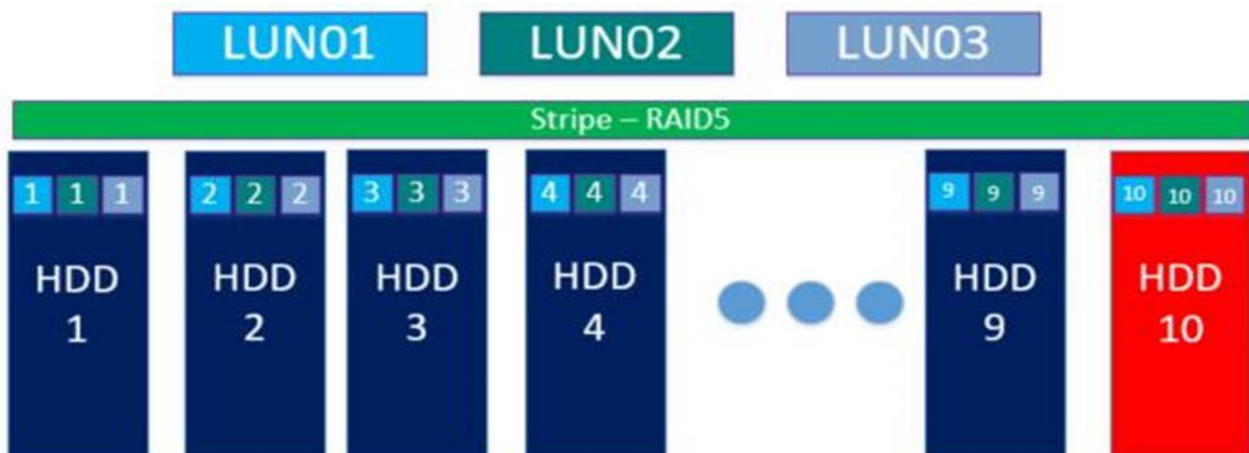


Рисунок 22. Организация RAID-5 с вышедшим из строя одним диском

На рисунке 22 отражен выход из строя одного физического диска в группе дисков. Такая ситуация является критичной, данные доступны для чтения/записи, но отказоустойчивость отсутствует, выход из строя ещё одного из дисков грозит потерей всех данных. Следует незамедлительно заменить сбойный диск.

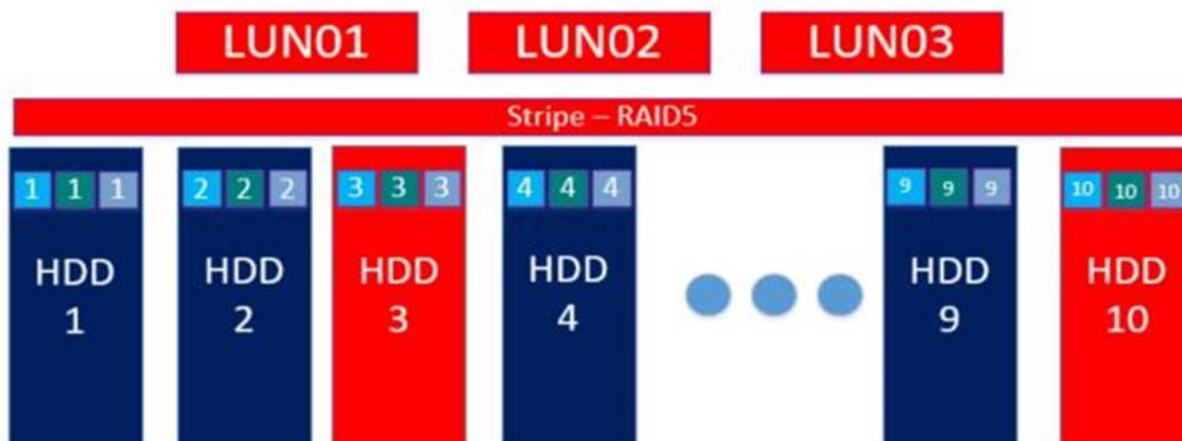


Рисунок 23. Организация RAID-5 с вышедшими из строя двумя дисками в дисковой группе

На рисунке 23 отражен выход из строя 2-х физических дисков в одной дисковой группе. Такая ситуация является фатальной, данные недоступны для чтения-записи, следует заменить диски и восстановить данные из резервных копий.

Организация RAID-6

Блочное устройство (LUN) с защитой RAID-6 создается на группе DDP. Минимальное количество физических дисков для организации защиты данных с уровнем RAID-6 – это пять физических дисков. Максимальное количество дисков для использования в блочном устройстве с уровнем RAID-6 ограничено 24 дисками.

RAID-6 рекомендуется использовать для хранения данных с высокими требованиями к производительности на чтение и средними требованиями к производительности на запись.

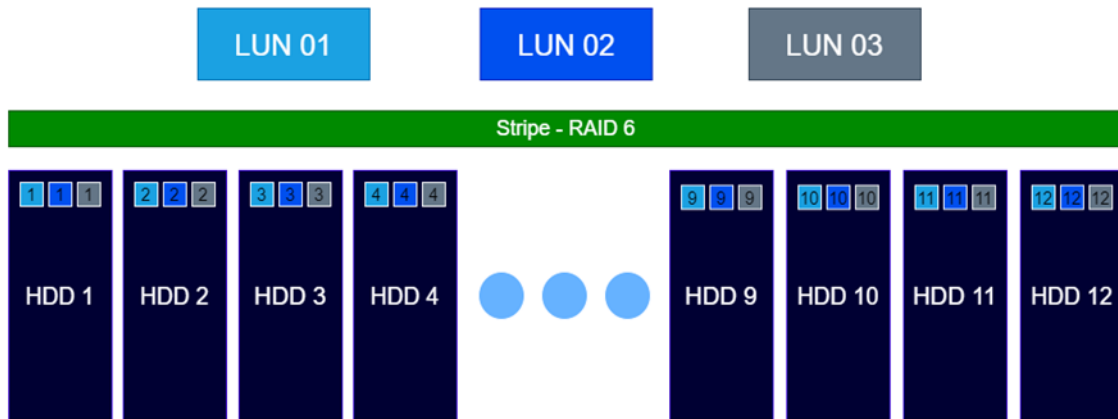


Рисунок 24. Организация RAID-6 на группе из 12 дисков

На рисунке 24 показана организация RAID-6 на группе из 12 дисков. Группа состоит из 10 дисков под данные и 2 дисков под четность. Коэффициент полезной емкости – 83.3%. На группе дисков созданы блочные устройства с уровнем защиты – RAID-6. Все блочные устройства размещаются на одном и том же количестве дисков в группе.

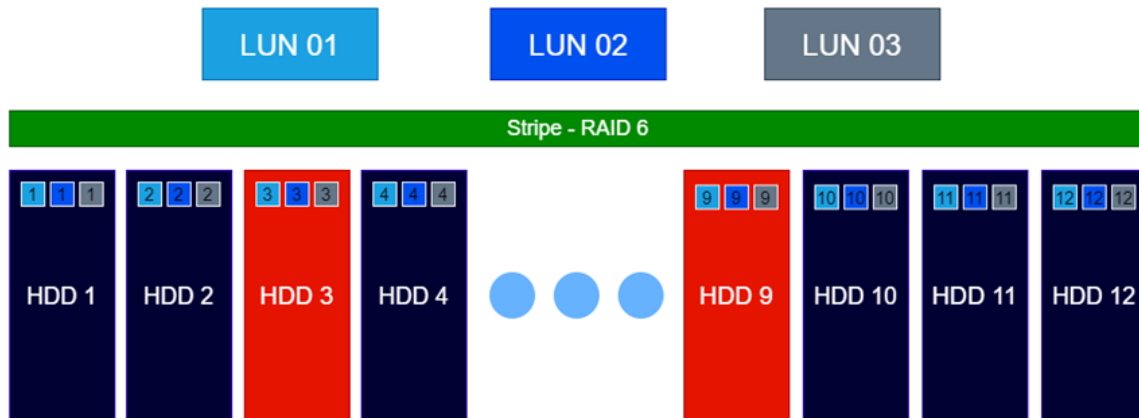


Рисунок 25. Организация RAID-6 с вышедшими из строя двумя дисками

На рисунке 25 отражен выход из строя 2-х физических дисков в группе дисков. Такая ситуация является критичной, данные доступны для чтения/записи, но отказоустойчивость отсутствует, выход из строя ещё одного из дисков грозит потерей всех данных. Следует незамедлительно заменить сбойный диск.

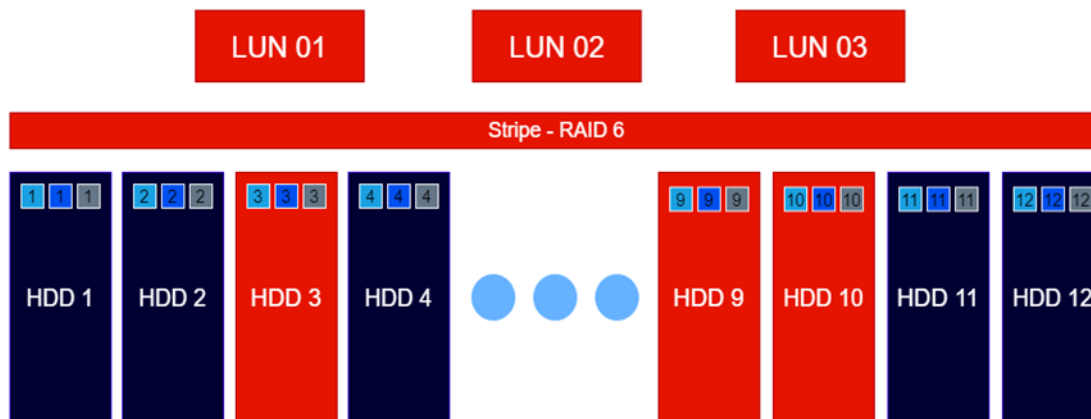


Рисунок 26. Организация RAID-6 с вышедшими из строя тремя дисками в дисковой группе

На рисунке 26 отражен выход из строя 3-х физических дисков в одной дисковой группе. Такая ситуация является фатальной, данные недоступны для чтения-записи, следует заменить диски и восстановить данные из резервных копий.

Организация смешанных RAID

На одной группе дисков в группе DDP могут быть созданы блочные устройства с разными уровнями RAID защиты данных. Для блочного устройства с уровнем защиты RAID-0 минимальное количество дисков в группе два диска, для RAID-1 возможное количество дисков в группе также два диска, для RAID-10 минимальное количество дисков – четыре диска, для RAID-5 минимальное количество дисков – три диска, для RAID-6 минимальное количество – пять дисков.

Максимальное количество дисков, задействованных в блочном устройстве*:

- для RAID0 – не ограничено;
- для RAID1 – 2 диска;
- для RAID10 – не ограничено;
- для RAID5 – 10 дисков;
- для RAID6 – 24 диска.

При этом блочные устройства, созданные на группе DDP, используют все указанные для выбранного уровня защиты данных диски, пропорционально отведенному им месту, и при создании блочного устройства выбираются наименее занятые по емкости диски.

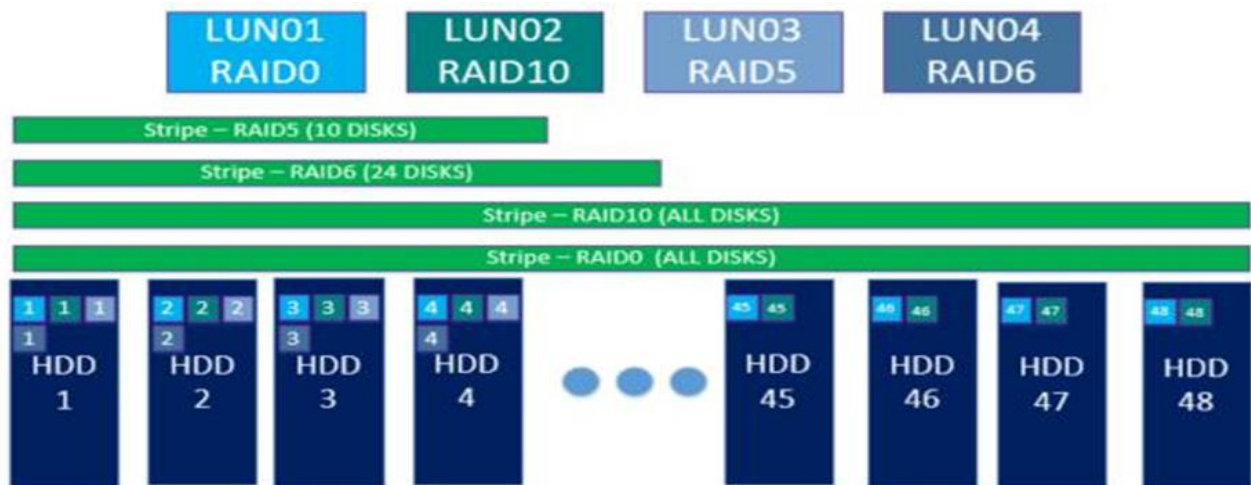


Рисунок 27. Организация RAID-0, RAID-10, RAID-5, RAID-6 на группе из 48 дисков

На рисунке 27 показана организация RAID-0, RAID-10, RAID-5, RAID-6 на группе дисков. Группа состоит из 48 дисков. Для RAID-0 и RAID-10 используются все 48 дисков, для RAID-5 используются 10 дисков, для RAID-6 используются 24 диска.

**Примечание: максимальное количество дисков в группе (пуле) не ограничено. Однако все диски возможно использовать, только если создавать блочное устройство с уровнем защиты RAID-0, 10. Если на пуле использовать блочное устройство с уровнем защиты RAID-5, то из всех дисков будет задействовано максимум 10 наименее загруженных дисков. Если на группе дисков использовать блочное устройство с уровнем защиты RAID-6, то из всех дисков будет задействовано максимум 24 наименее загруженных дисков.*

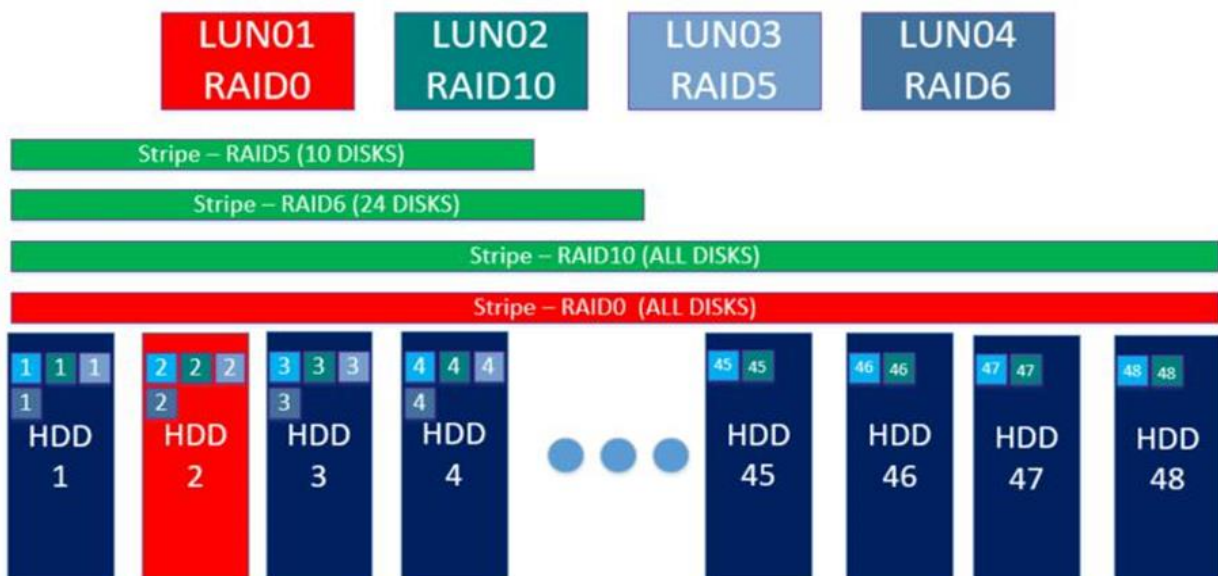


Рисунок 28. Организация RAID-0, RAID-10, RAID-5, RAID-6 с вышедшим из строя одним диском

На рисунке 28 показан выход из строя одного физического диска в дисковой группе. Так как на дисковой группе располагаются блочные устройства с разными уровнями защиты, то для RAID-0 ситуация стала фатальной, так как нет отказоустойчивости. Для RAID-10 и RAID-5 ситуация стала критической, так как больше нет отказоустойчивости. Для RAID-6 ситуация не критичная, так как из строя может выйти еще 1 диск без риска потери данных.

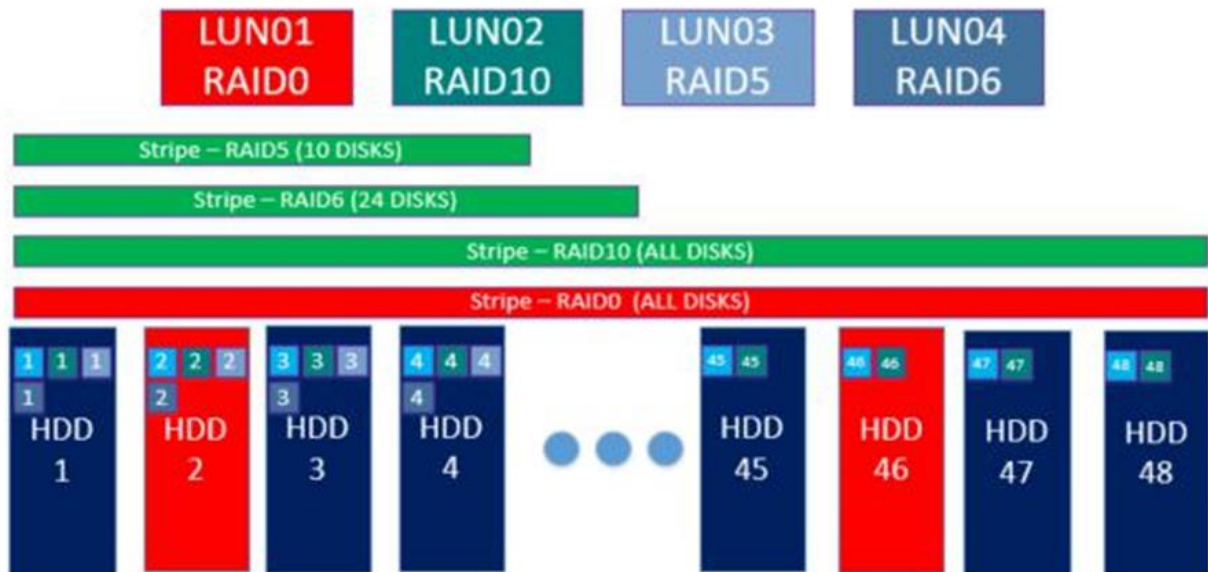


Рисунок 29. Организация RAID-0, RAID-10, RAID-5, RAID-6 с вышедшими из строя двумя дисками

На рисунке 29 показан выход из строя 2-х физических дисков в дисковой группе. Для RAID-5 ситуация не стала фатальной, так как вышедший из строя диск (HDD #46) не входил в его дисковый страйп. Для RAID-6 ситуация не изменилась, так как вышел из строя диск не входящий в страйп для этого RAID. Для RAID-10 ситуация не изменилась, так как вышел из строя диск из другой зеркальной пары.



Рисунок 30. Организация RAID-0, RAID-10, RAID-5, RAID-6 с вышедшими из строя тремя дисками

На рисунке 30 показан выход из строя 3-х физических дисков в дисковой группе. Для RAID-5 ситуация стала фатальной, так как вышел из строя второй диск из страйпа. Для RAID-6 ситуация стала критической, так как вышел из строя второй диск, входящий в страйп для этого RAID. Для RAID-10 ситуация не изменилась, так как вышел из строя диск из другой зеркальной пары.

Организация – SPARE диски

SPARE диски или диски горячей замены – это тип дисков, обеспечивающих максимальную доступность дисковой группы. Все диски SPARE в системе по умолчанию являются дисками глобальной горячей замены (global hot spare).

Особенности использования дисков SPARE:

1. Один диск может быть использован любой дисковой группой (RDG и DDP), состоящей из того же типа дисков (Global hot spare).
2. Чем больше физических дисков используется в дисковой группе, тем больше дисков SPARE рекомендуется резервировать. На 30 физических дисков рекомендуется иметь не менее одного SPARE диска.
3. Рекомендуется использовать диски SPARE для всех типов дисков, в случае выхода из строя одного из дисков с данными, данные перестроятся на диск SPARE в ONLINE режиме, без потери доступа к СХД.
4. Обратное копирование данных со SPARE диска на замененный диск не выполняется.

Различия между RDG и DDP

RDG и DDP следует применять для разного класса задач. Ниже представлена сравнительная таблица этих пулов хранения.

Задачи/функционал	DDP	RDG
Уровни RAID	0, 1/10, 5, 6	0, 1/10, 5/50, 6/60, 6/60P (тройная четность)
Блочный доступ	Да	Да
Файловый доступ	Нет	Да
Протоколы доступа	FC/iSCSI	FC/iSCSI/NFS/SMB
Гибридные группы (SSD+HDD)	Нет	Да
All Flash группы	Да	Да
Разные уровни RAID на одной группе	Да	Нет
Изменение объема дисковой группы	Да (только увеличение)	Да (только увеличение)
Изменение уровня RAID	Нет	Нет
Встроенная компрессия и дедупликация	Нет	Да
Тонкие тома	Да	Да
Онлайн-тиринг (SSD+HDD)	Нет	Да
Снэпшоты	Да	Да
Локальная репликация	Нет	Да

Удаленная репликация (синхронная/асинхронная)	Да	Да
Глобальная автозамена дисков	Да	Да
Политики ребилда RAID	Нет	Да
Поддержка сетевых меток (VLAN)	Да	Да
Объединение сетевых интерфейсов (bonding)	Да	Да
Интеграция	VMware (VAAI), Zabbix	VMware (VAAI), Active Directory, Proxmox, OpenStack, Zabbix
Назначение	Блочный доступ со случайным характером чтения и записи, любые All-Flash сценарии	Файловый или блочный доступ с последовательным характером чтения и записи

В целом RDG-группы более универсальные и их можно использовать в большинстве сценариев. DDP-группы более производительны и их следует использовать в ситуациях, когда нужна максимальная производительность, которую RDG не сможет обеспечить.

Распределение групп RDG и DDP между двумя контроллерами

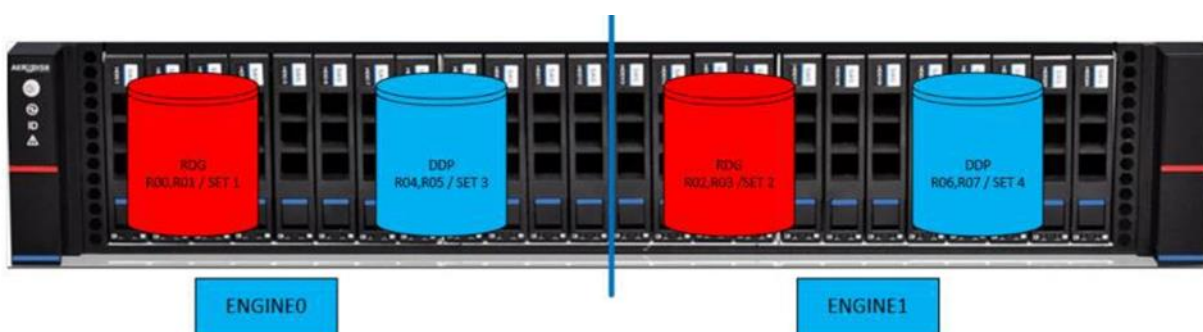


Рисунок 31. Корректная конфигурация СХД АЭРОДИСК

На рисунке 31 по две RDG и DDP-группы равномерно распределены по двум системным контроллерам СХД, СХД работает в режиме Active-Active, системные ресурсы используются сбалансированно.