

ISM v3 модуль 4: интеллектуальные системы хранения



Обзор модуля

Описание	<p>Этот модуль поможет слушателю в освоении интеллектуальной системы хранения. В этом модуле рассматриваются ключевые компоненты интеллектуальной системы хранения. Кроме того, здесь рассматриваются подсистемы хранения, а также параметры компонентов, адресации и производительности жесткого диска и твердотельного диска (SSD). Массивы RAID, реализации, методы и часто используемые уровни RAID также описаны в ходе модуля. Кроме того, в нем представлен обзор типов интеллектуальных систем хранения и их архитектуры.</p>
Аудитория	<p>Заказчики, партнеры, сотрудники EMC и отраслевые специалисты (включая студентов)</p>
Цели	<p>По окончании этого модуля вы должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">• описывать ключевые компоненты интеллектуальной системы хранения;• описывать компоненты, адресацию и производительность жестких и твердотельных дисков (HDD и SSD);• описывать массивы RAID, методы и уровни RAID;• обсуждать типы интеллектуальных систем хранения.

Требования третьей платформы для системы хранения

- Обработка большого объема операций ввода-вывода в секунду (IOPS)
- Гибкое и бесперебойное горизонтальное масштабирование ресурсов
- Интеллектуальное управление ресурсами
- Автоматизированная и управляемая на основе политик конфигурация
- Поддержка нескольких протоколов для доступа к данным
- Поддерживает API для программно-определяемой интеграции и интеграции с облаком
- Централизованное управление и распределение расходов между подразделениями в многопользовательской среде

Технологическое решение

- Интеллектуальная система хранения
 - блочная система хранения;
 - файловая система хранения;
 - объектно-ориентированная система хранения;
 - унифицированная система хранения.
- Виртуализация хранилища
- Программно-определяемая система хранения

Урок 1. Компоненты интеллектуальной системы хранения — I.

В этом занятии рассматриваются следующие темы:

- компоненты интеллектуальной системы хранения;
- компоненты, адресация и производительность жестких дисков (HDD).

Что такое интеллектуальная система хранения?

Интеллектуальная система хранения

Многофункциональные массивы RAID, которые предоставляют высокооптимизированную функциональность обработки операций ввода-вывода.

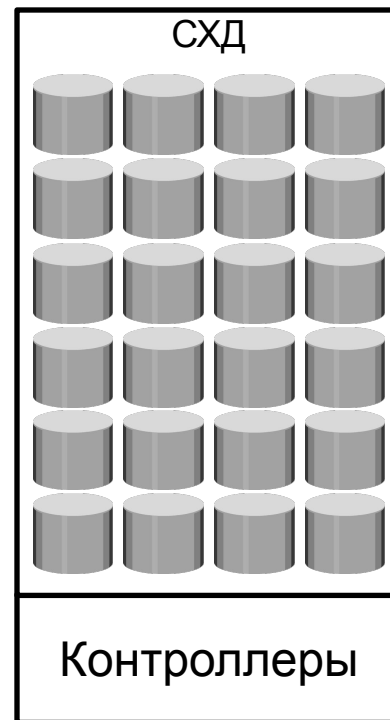
- Имеет специально разработанную операционную среду
 - Обеспечивает функцию интеллектуального управления ресурсами
- Предоставляет большой объем кэш-памяти
- Предоставляет несколько путей ввода-вывода

Функциональность

- Поддержка сочетания жестких и твердотельных дисков
- Обслуживание большого количества IOPS
- Горизонтально масштабируемая архитектура
- Дедупликация, сжатие и шифрование
- Автоматизированное многоуровневое хранение данных
- Выделение виртуальных ресурсов хранения
- Многопользовательская функциональность
- Поддержка API для интеграции с программно-определяемым центром обработки данных и облаком
- Защита данных

Компоненты интеллектуальной системы хранения

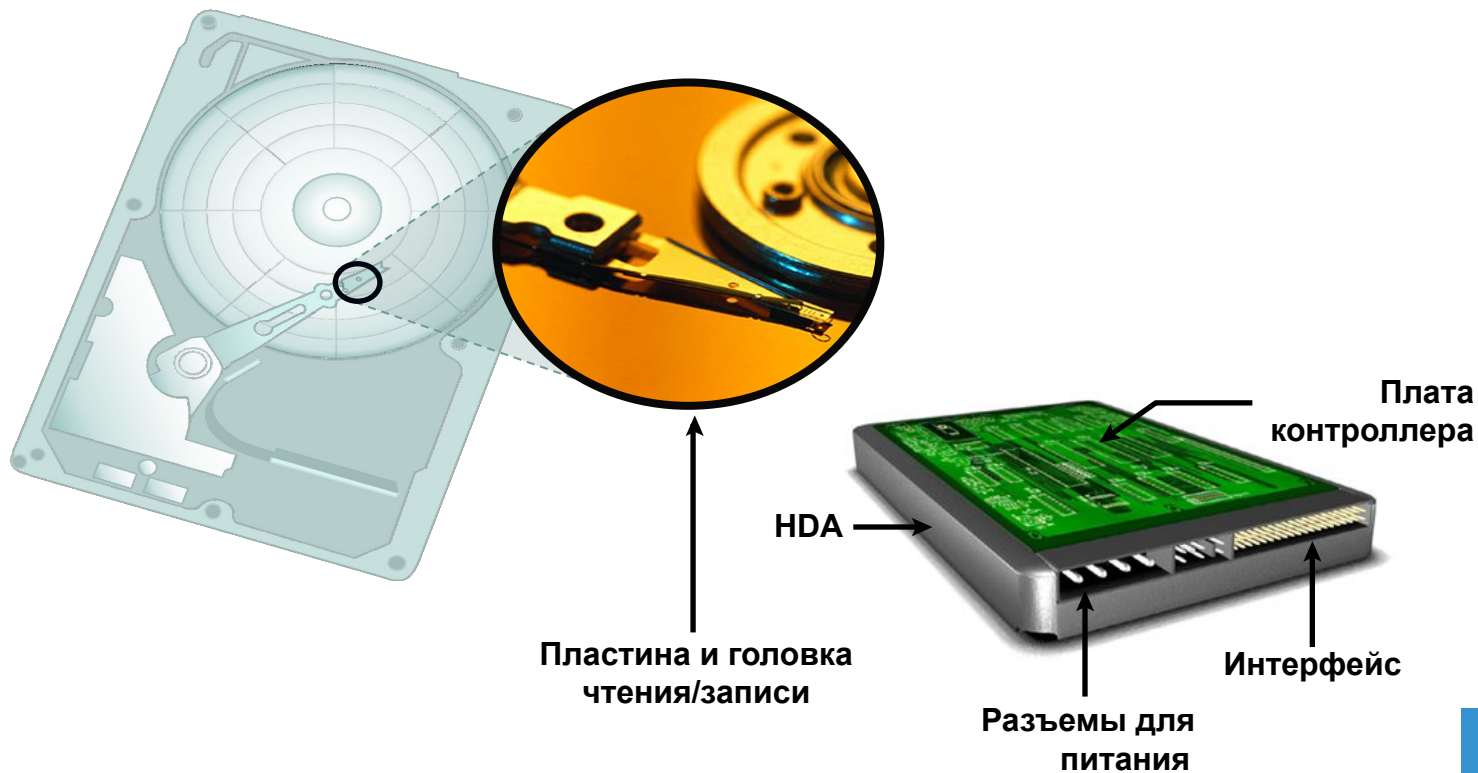
- Два ключевых компонента интеллектуальной системы хранения (ISS)
 - Контроллер
 - блочный;
 - файловый;
 - объектно-ориентированный;
 - унифицированный.
 - СХД
 - все жесткие диски (HDD);
 - все твердотельные диски (SSD);
 - их сочетание.



Интеллектуальная
система хранения

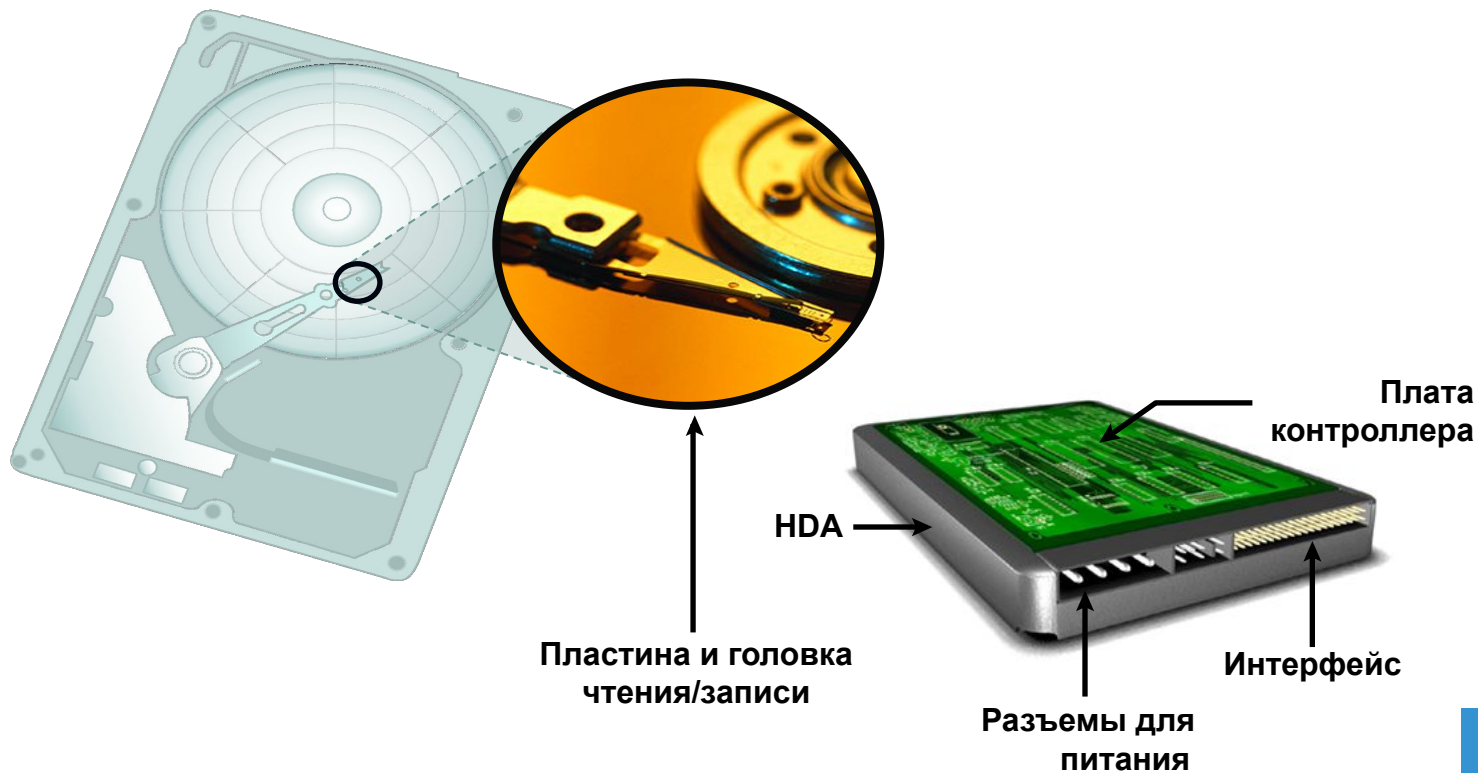
СХД — жесткие диски

Компоненты жестких дисков

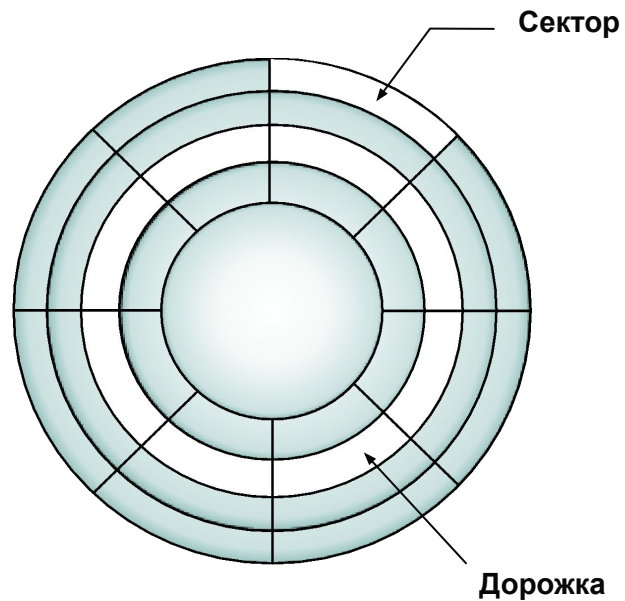
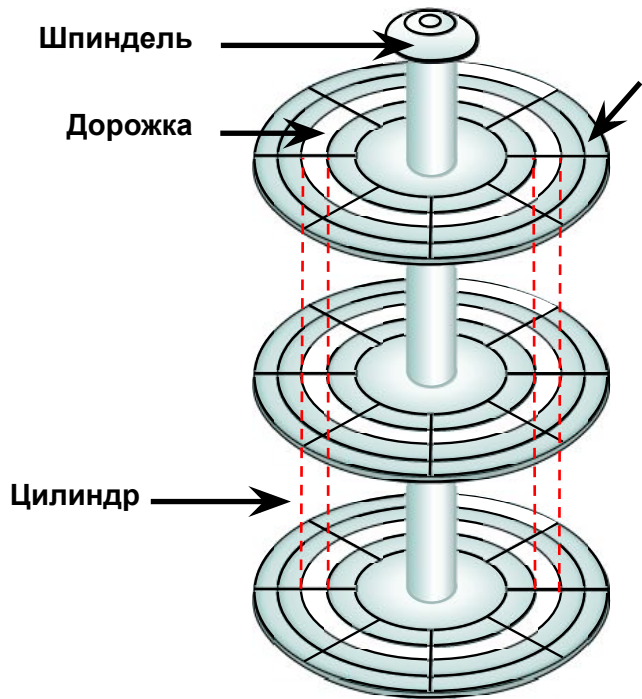


СХД — жесткие диски

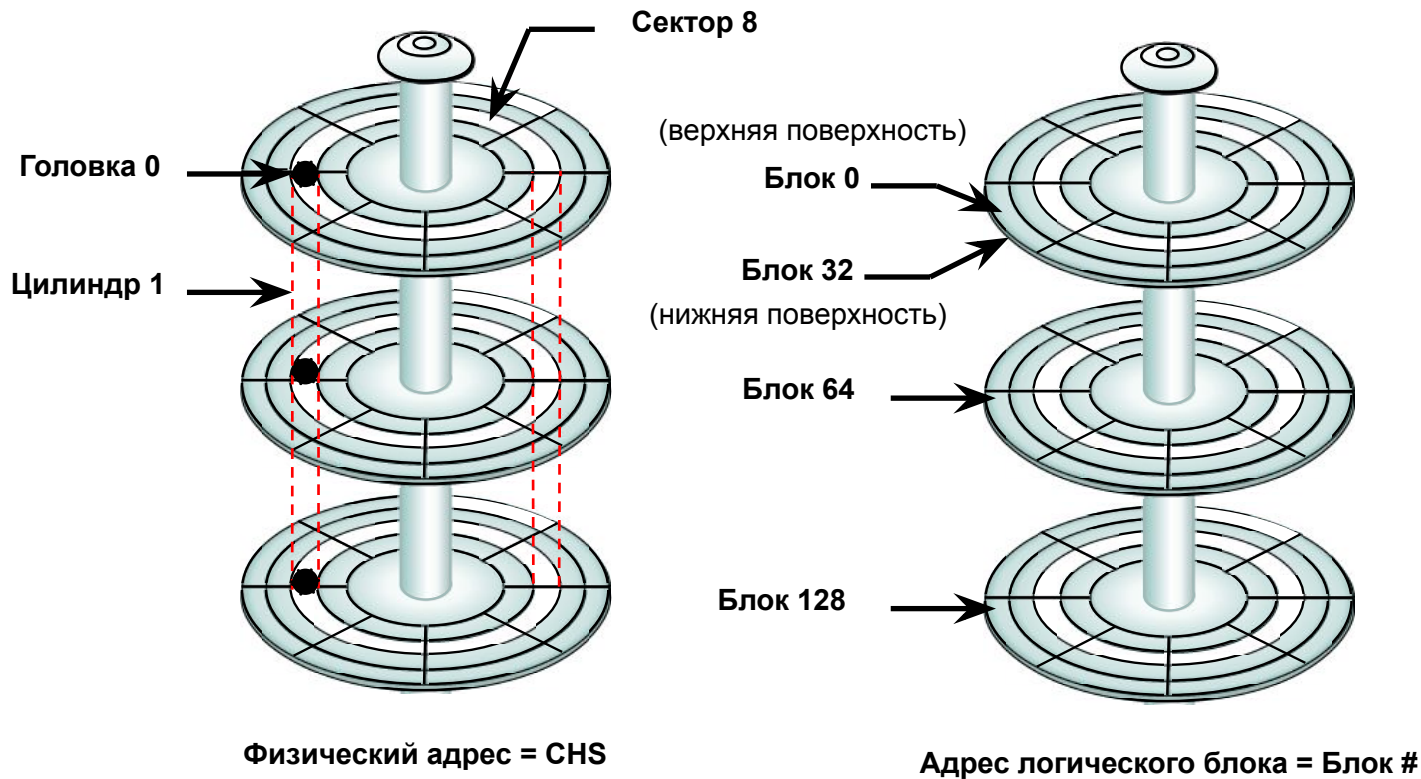
Компоненты жестких дисков



Структура физического диска



Адресация логического блока



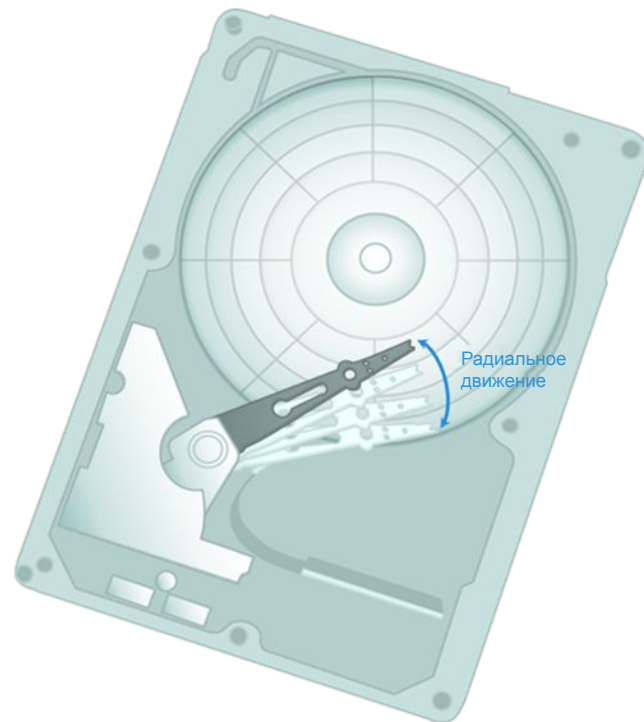
Производительность жесткого диска

- Электромеханическое устройство
 - оказывает воздействие на общую производительность системы хранения
- Время отклика диска
 - время, необходимое диску для выполнения запроса ввода-вывода, зависит от:
 - времени поиска;
 - задержки из-за вращения диска;
 - скорости передачи данных.

Время обработки диска = время поиска + задержка из-за вращения диска + время передачи данных

Время поиска

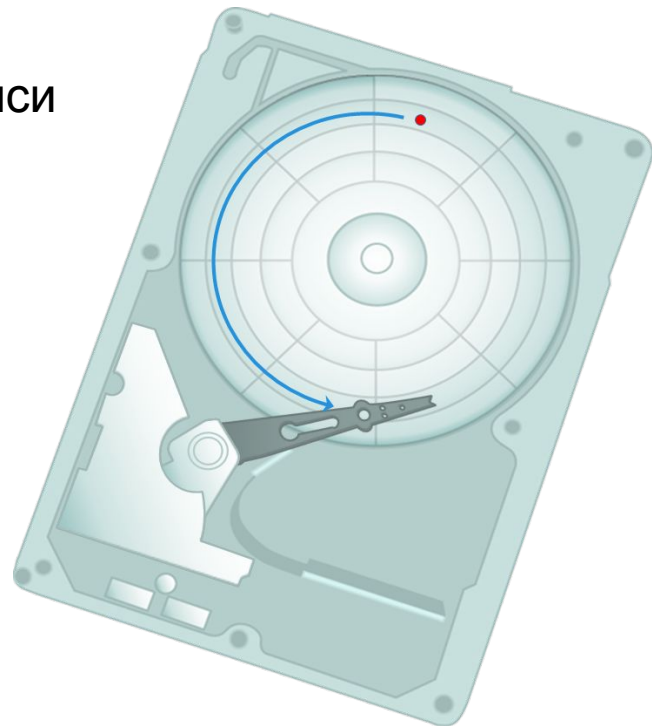
- Время, необходимое для позиционирования головки чтения/записи
- Чем меньше времени занимает поиск, тем быстрее проходят операции ввода-вывода
- Характеристики времени поиска:
 - время для полного оборота;
 - среднее время поиска;
 - время для перехода с дорожки на дорожку.
- Время поиска диска указывается его производителем



Задержка из-за вращения диска

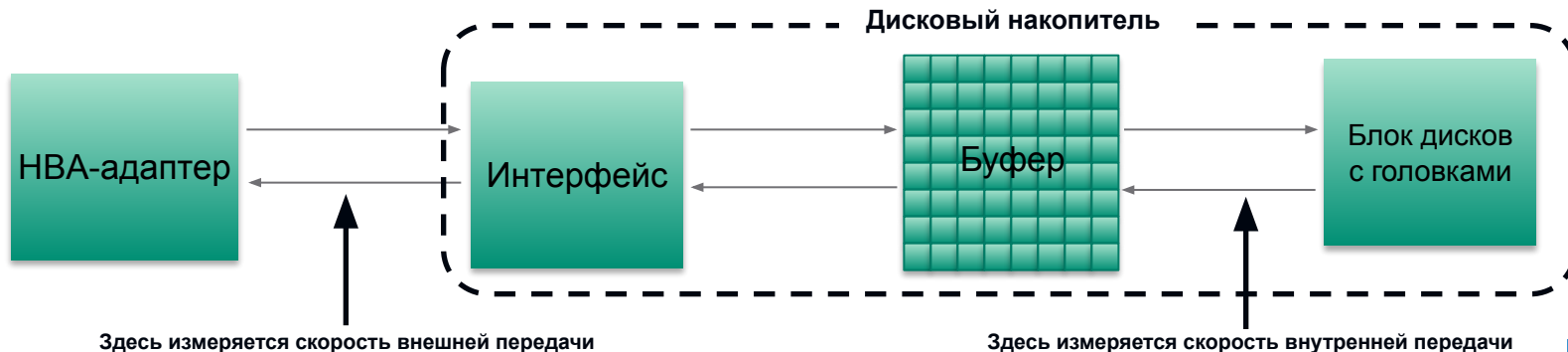
- Время, необходимое пластине для вращения и позиционирования данных в головке чтения/записи
- Зависит от скорости вращения шпинделя
- Средняя задержка из-за вращения диска
 - Половина времени, необходимого для полного оборота
 - Для «X» об/мин задержка диска вычисляется в миллисекундах по формуле:

$$= \frac{\left(\frac{1}{2} \times 1000\right)}{\left(\frac{X}{60}\right)} = \frac{500}{\left(\frac{X}{60}\right)} = \frac{30000}{X}$$



Скорость передачи данных

- Среднее количество данных, которое диск может доставить в НВА-адаптер за единицу времени
 - Скорость внутренней передачи: скорость, с которой данные перемещаются с поверхности пластины во внутренний буфер диска
 - Скорость внешней передачи: скорость, с которой данные перемещаются через интерфейс в НВА-адаптер

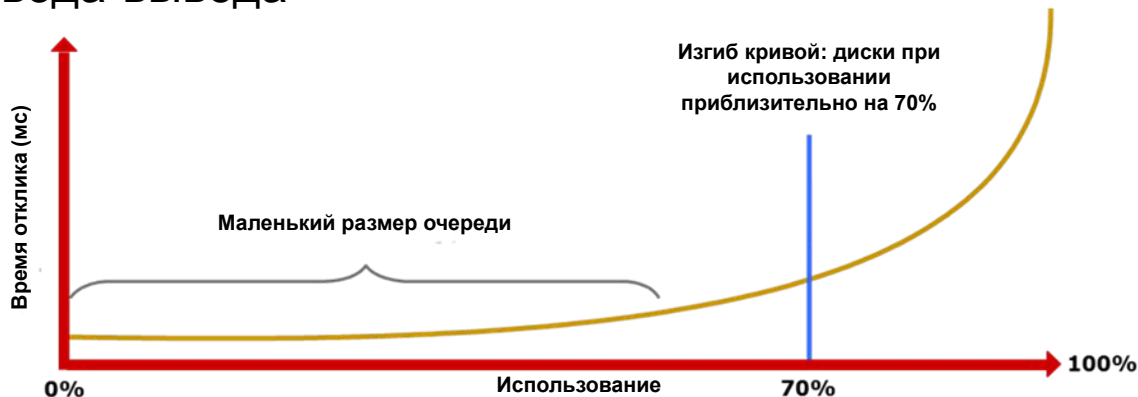


Сравнение использования контроллера ввода-вывода и времени отклика

- На базе основополагающих правил производительности жестких дисков:

$$\text{Среднее времяотклика} = \frac{\text{Время обслуживания}}{(1 - \text{Использование})}$$

- Время, необходимое контроллеру для обработки операций ввода-вывода
- Для приложений с высокими требованиями к производительности дисками обычно используется меньше 70% производительности обслуживания операций ввода-вывода



Конструкция системы хранения на основе требований приложений и производительности жестких дисков

- Количество дисков, необходимое для удовлетворения потребности приложения в емкости (DC):

$$D_c = \frac{\text{Общая необходимая емкость}}{\text{Емкость одного диска}}$$

- Количество дисков, необходимое для удовлетворения потребности приложения в производительности (DP):

$$D_p = \frac{\text{Сгенерированные приложением IOPS при максимальной рабочей нагрузке}}{\text{IOPS, обслуживаемые одним диском}}$$

- Количество операций ввода-вывода в секунду (S), обслуживаемых диском, зависит от времени обслуживания диска (T_s):

$$T_s = \text{Время поиска} + \frac{0.5}{\text{(Скорость вращения диска/60)}} + \frac{\text{Размер блока данных}}{\text{Скорость передачи данных}}$$

- T_s — это время на завершение операции ввода-вывода, поэтому количество операций ввода-вывода в секунду (S), обслуживаемых диском, равняется ($1/T_s$)

- Для приложений, требовательных к производительности (S) = $0.7 \times \frac{1}{T_s}$

Необходимый для приложения диск = Макс. (DC, DP)

Конструкция системы хранения на основе требований приложений и производительности жестких дисков

- Количество дисков, необходимое для удовлетворения потребности приложения в емкости (DC):

$$D_c = \frac{\text{Общая необходимая емкость}}{\text{Емкость одного диска}}$$

- Количество дисков, необходимое для удовлетворения потребности приложения в производительности (DP):

$$D_p = \frac{\text{Сгенерированные приложением IOPS при максимальной рабочей нагрузке}}{\text{IOPS, обслуживаемые одним диском}}$$

- Количество операций ввода-вывода в секунду (S), обслуживаемых диском, зависит от времени обслуживания диска (T_s):

$$T_s = \text{Время поиска} + \frac{0.5}{\text{(Скорость вращения диска/60)}} + \frac{\text{Размер блока данных}}{\text{Скорость передачи данных}}$$

- TS — это время на завершение операции ввода-вывода, поэтому количество операций ввода-вывода в секунду (S), обслуживаемых диском, равняется (1/TS)

- Для приложений, требовательных к производительности (S) = $0.7 \times \frac{1}{T_s}$

Необходимый для приложения диск = Макс. (DC, DP)

Урок 1. Резюме

В этом уроке были рассмотрены следующие темы:

- компоненты интеллектуальной системы хранения;
- компоненты, адресация и производительность жестких дисков (HDD).

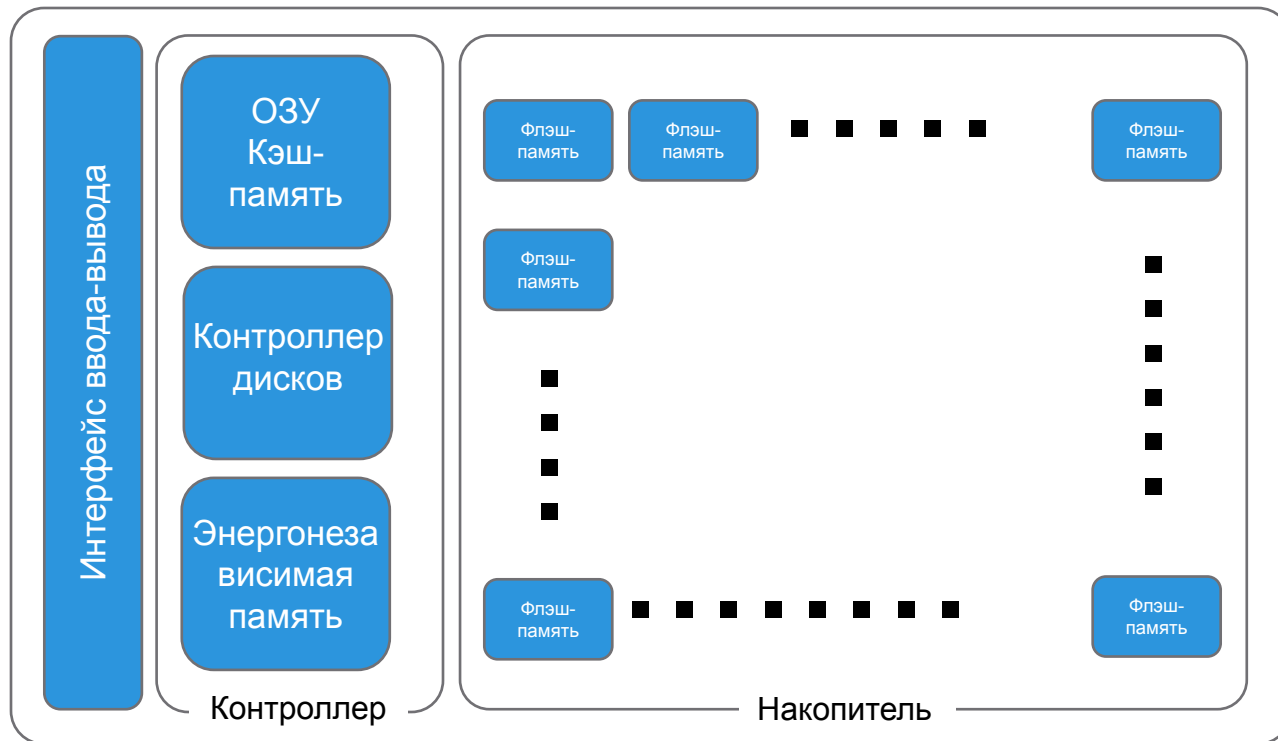
Урок 2. Компоненты интеллектуальной системы хранения — II.

В этом уроке рассматриваются следующие темы:

- компоненты, адресация и производительность твердотельных дисков (SSD).

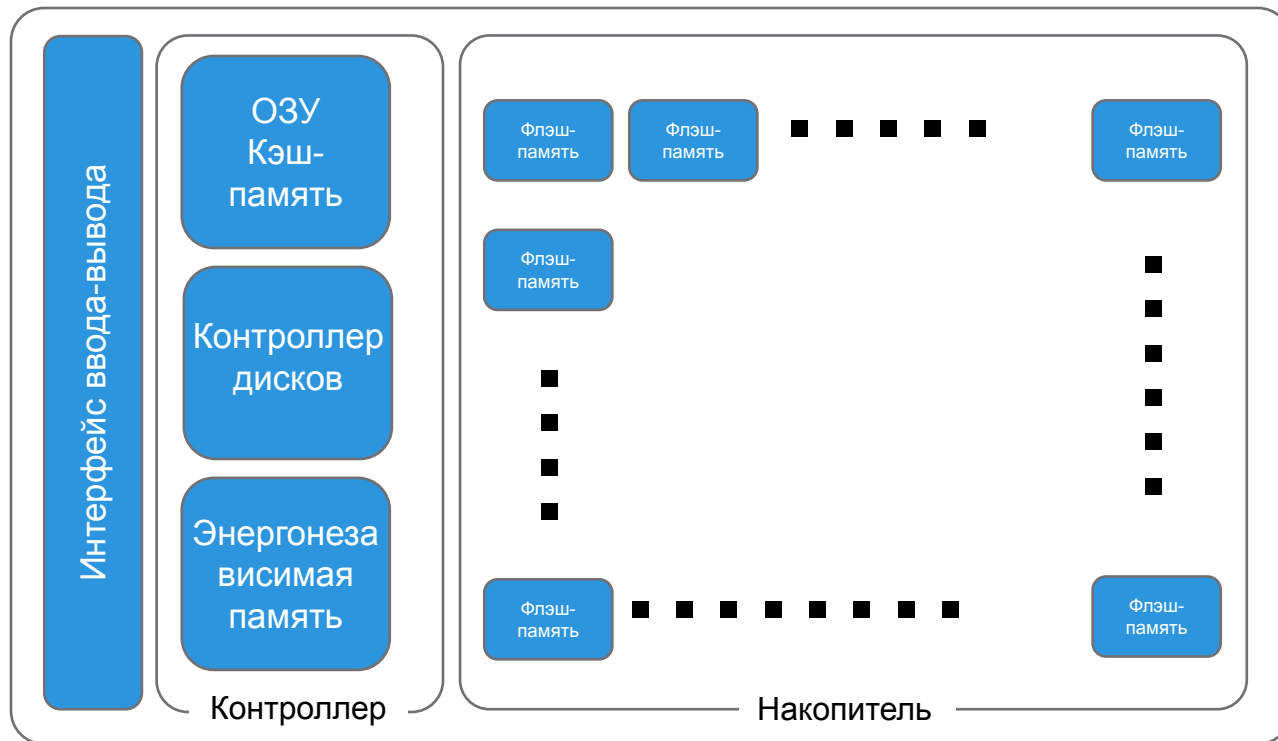
Система хранения — твердотельные диски (SSD)

Компоненты твердотельных дисков



Система хранения — твердотельные диски (SSD)

Компоненты твердотельных дисков

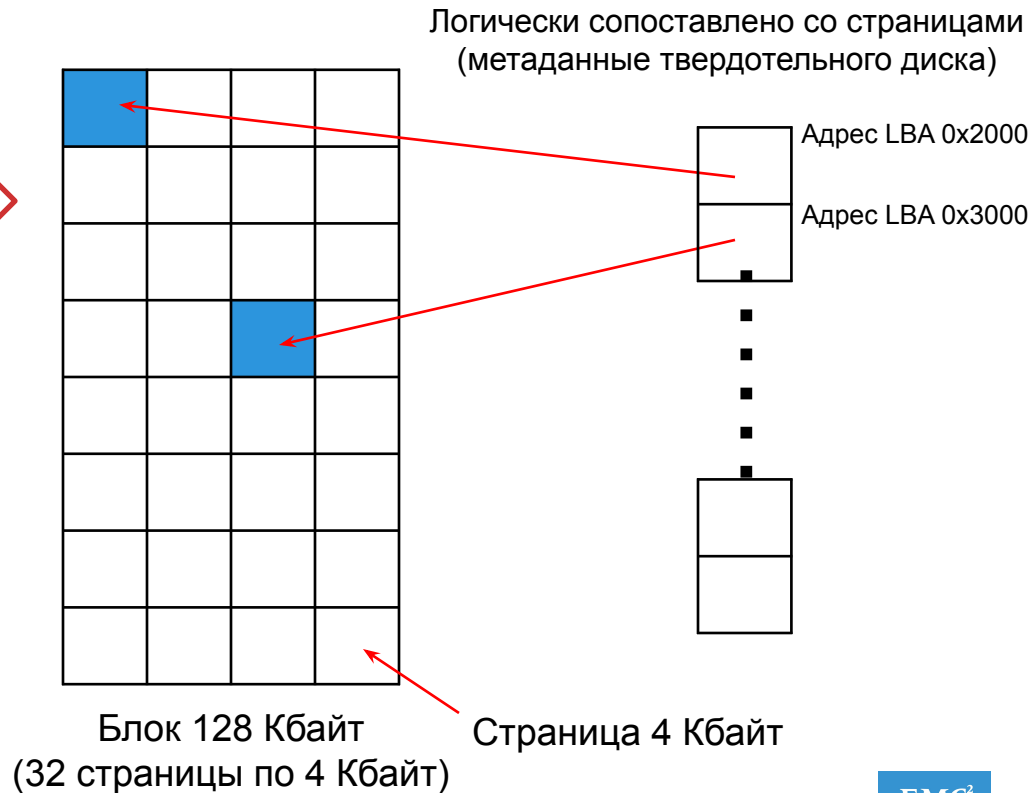


Адресация твердотельных дисков (SSD)

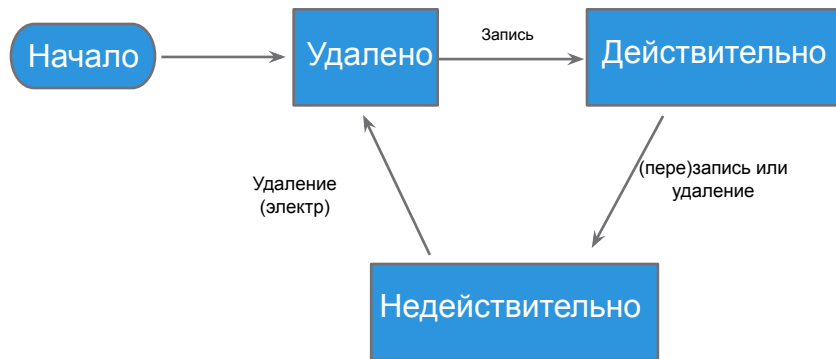
Запись 8 Кбайт на
твердотельный диск



Сохранено как две
страницы по 4 Кбайт



Состояние страницы и блока



Состояния страницы флэш-памяти

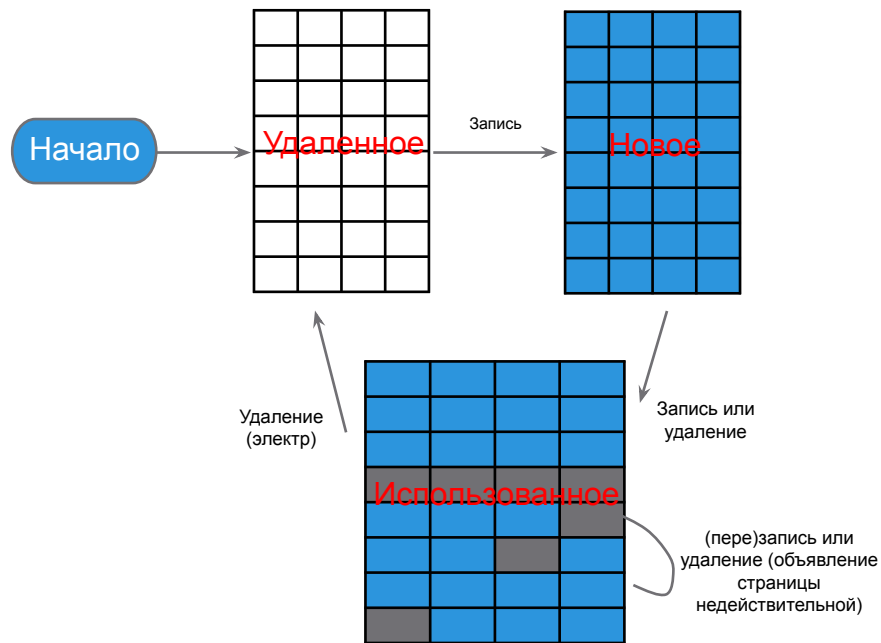


Диаграмма состояния блока

Производительность твердотельного диска

- Тип доступа
 - твердотельный диск лучше всего выполняет произвольные операции чтения
 - твердотельные диски используют все внутренние каналы ввода-вывода параллельно для многопоточных больших блочных операций ввода-вывода
- Состояние диска
 - новый твердотельный диск или твердотельный диск с большим объемом неиспользованного пространства имеет лучшую производительность
- Продолжительность рабочей нагрузки
 - твердотельные диски лучше всего подходят для рабочих нагрузок с кратковременными всплесками активности

Урок 2. Резюме

В этом уроке были рассмотрены следующие темы:

- компоненты твердотельных дисков;
- адресация твердотельных дисков;
- производительность твердотельных дисков.

Урок 3. RAID

В этом уроке рассматриваются следующие темы:

- описание методов реализации массивов RAID;
- описание трех методов RAID;
- описание часто используемых уровней RAID;
- описание воздействия массивов RAID на производительность;
- сравнение уровней RAID исходя из их стоимости, производительности и защиты.

Зачем массив RAID

RAID

Технология, в которой несколько дисков соединяются в логическую единицу (набор RAID) и обеспечивается их защита, производительность или оба компонента одновременно.

- Обеспечивает защиту данных от сбоев дисков
- Улучшает производительность системы хранения, обслуживая операции ввода-вывода с нескольких дисков одновременно
- Два метода реализации
 - программная реализация RAID;
 - аппаратная реализация RAID.

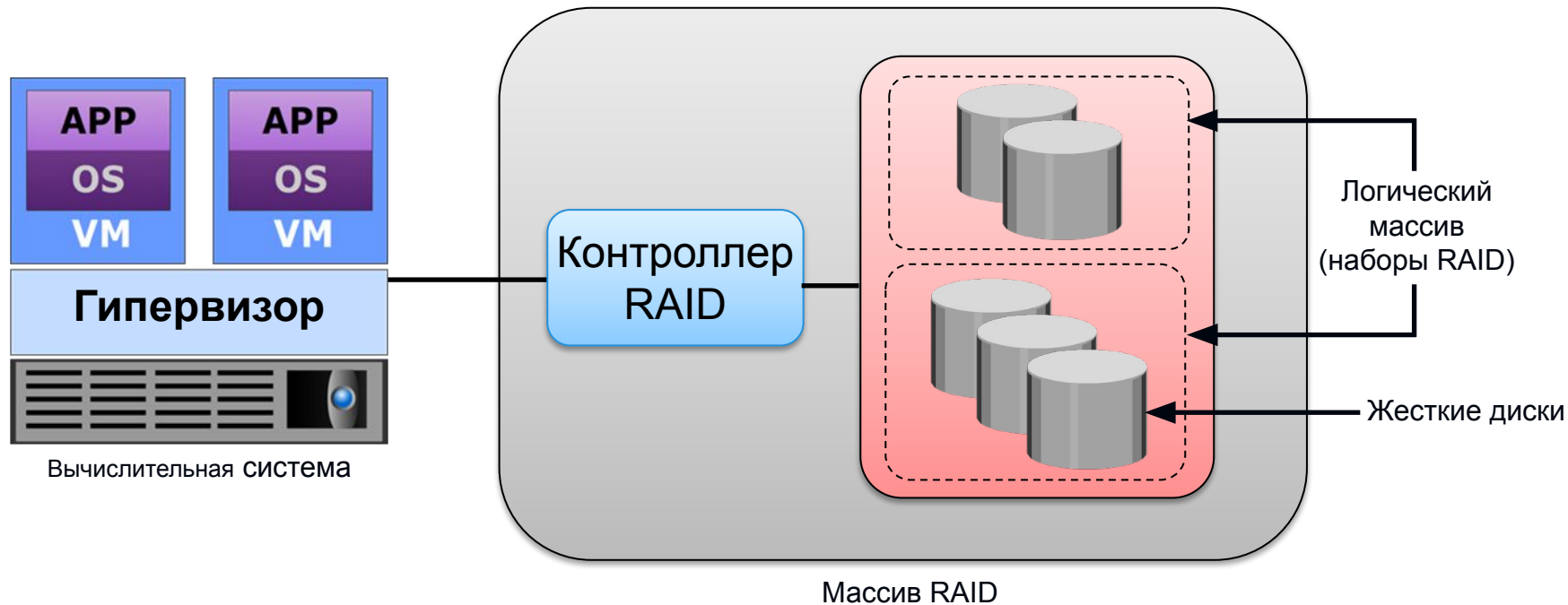
Зачем массив RAID

RAID

Технология, в которой несколько дисков соединяются в логическую единицу (набор RAID) и обеспечивается их защита, производительность или оба компонента одновременно.

- Обеспечивает защиту данных от сбоев дисков
- Улучшает производительность системы хранения, обслуживая операции ввода-вывода с нескольких дисков одновременно
- Два метода реализации
 - программная реализация RAID;
 - аппаратная реализация RAID.

Компоненты массива RAID



Методы RAID

Распределение

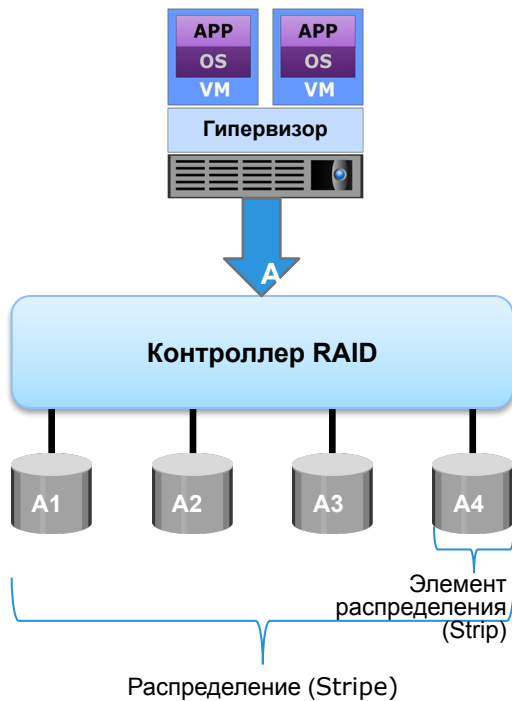


Рисунок 1

Зеркалирование

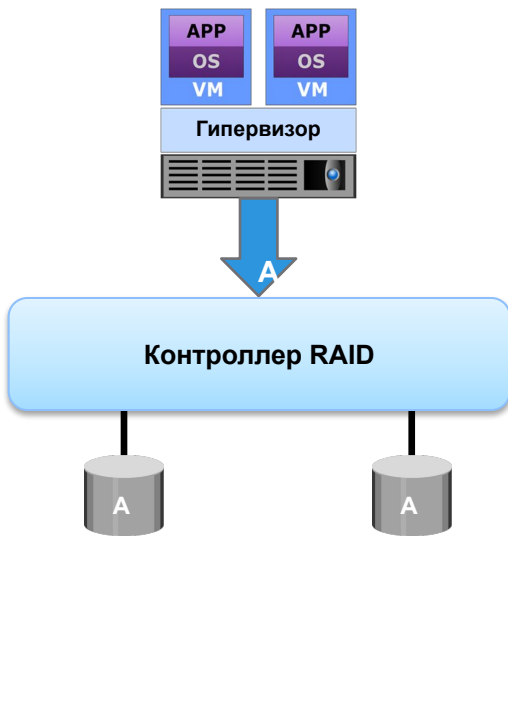


Рисунок 2

Контроль четности

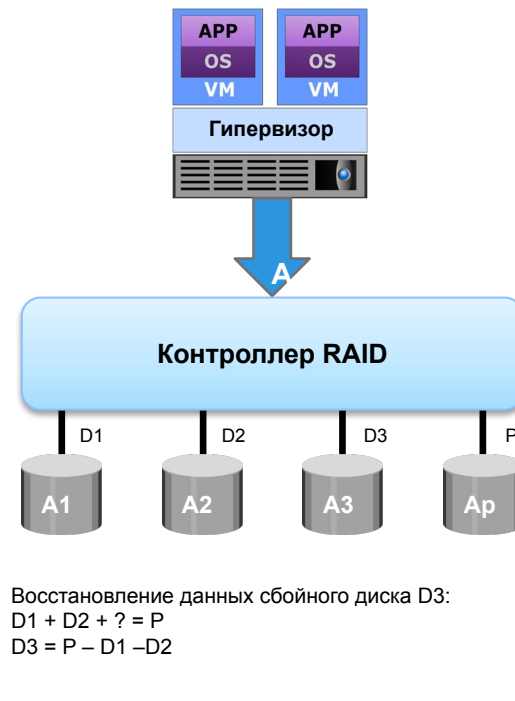


Рисунок 3

Методы RAID

Распределение

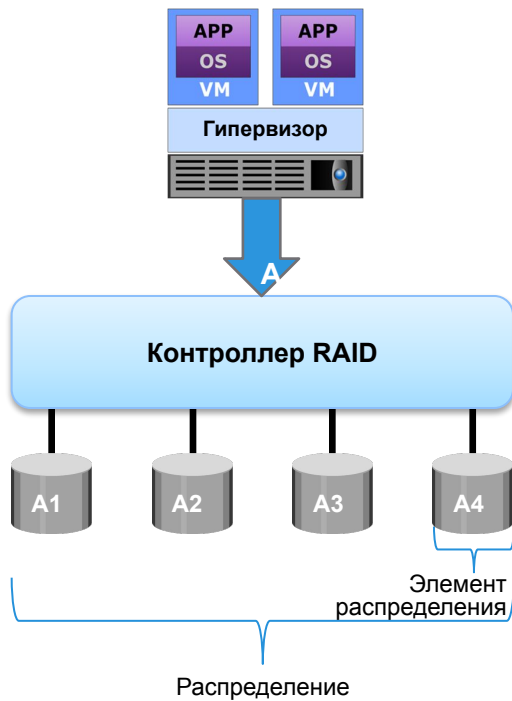


Рисунок 1

Зеркалирование

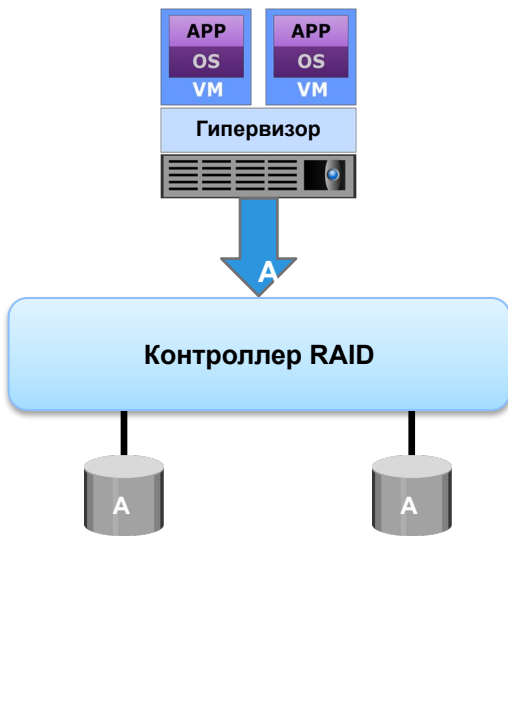


Рисунок 2

Контроль четности

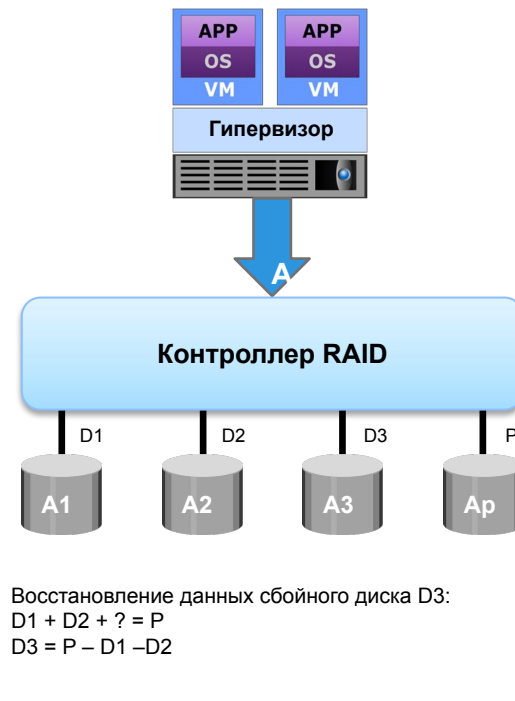


Рисунок 3

Методы RAID

Распределение

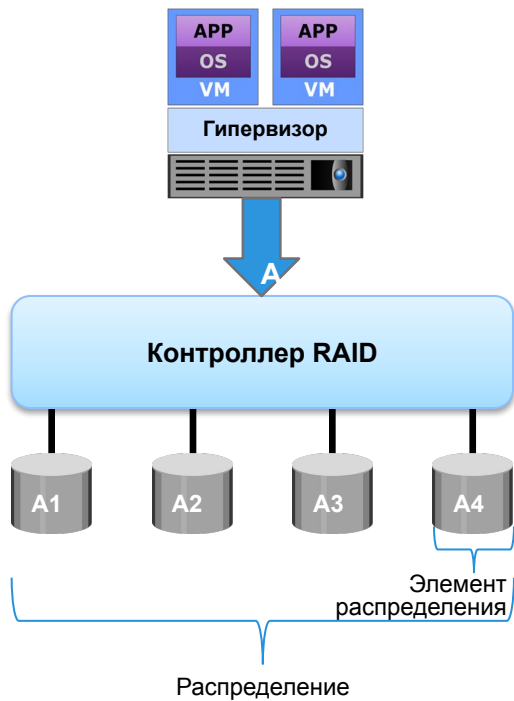


Рисунок 1

Зеркалирование

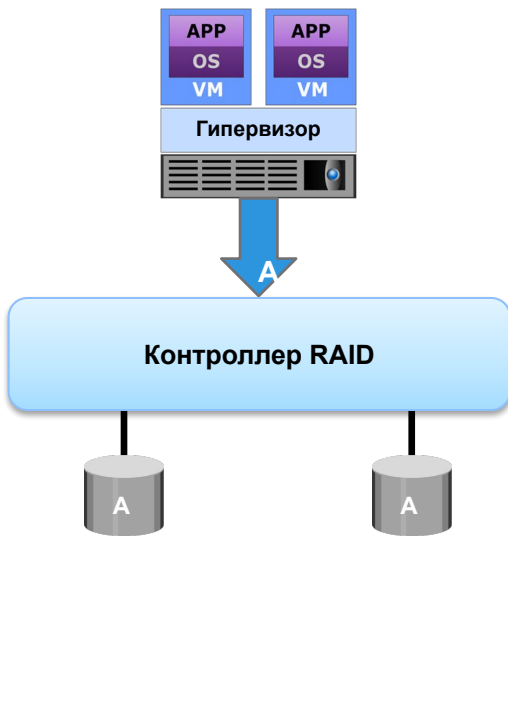


Рисунок 2

Контроль четности

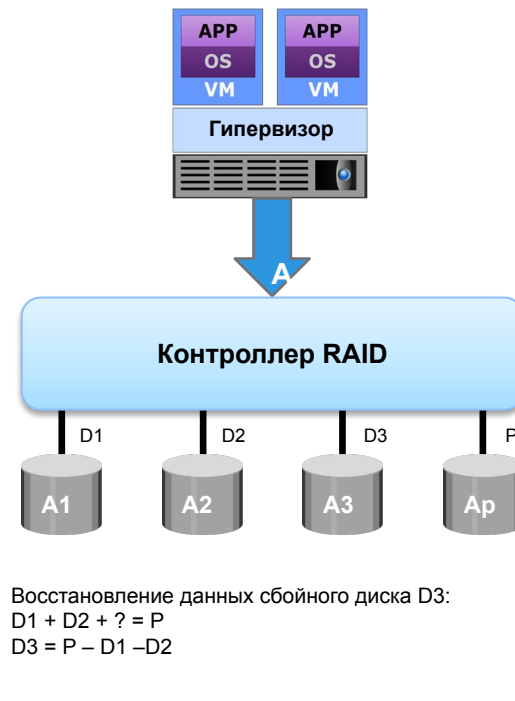
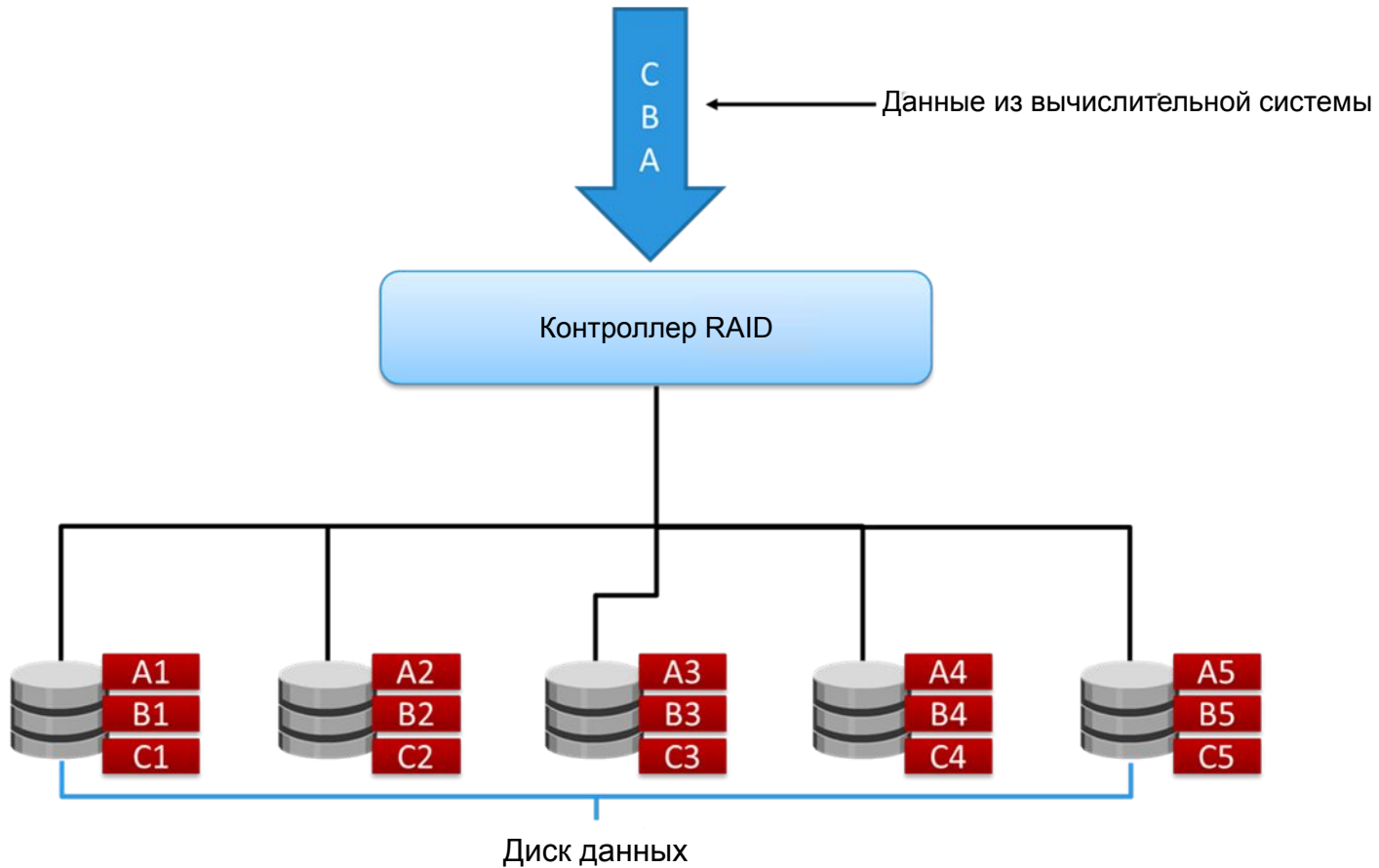


Рисунок 3

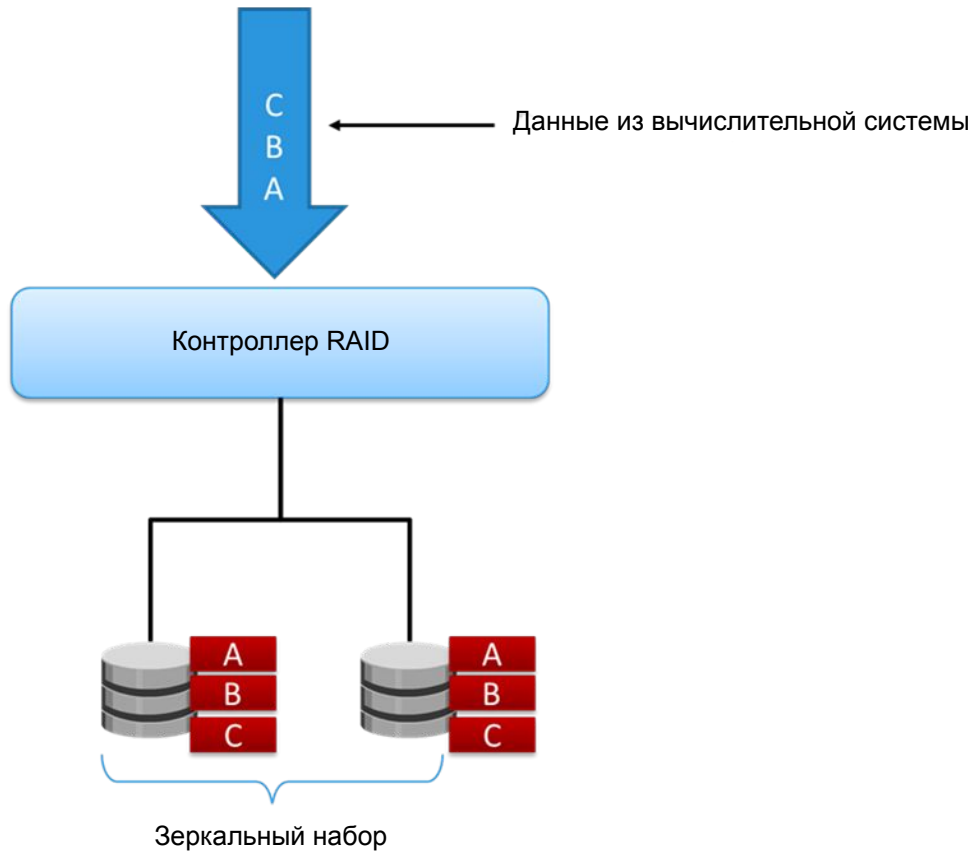
Уровни RAID

- Часто используемые уровни RAID:
 - RAID 0 — распределенный набор без отказоустойчивости (Striped set)
 - RAID 1 — зеркалирование диска (Disk mirroring)
 - RAID 1 + 0 — вложенный RAID (Nested RAID)
 - RAID 3 — распределенный набор с параллельным доступом и выделенным диском четности
 - RAID 5 — распределенный набор с независимым доступом к диску и распределенной четностью
 - RAID 6 — распределенный набор с независимым доступом к диску и двойной распределенной четностью

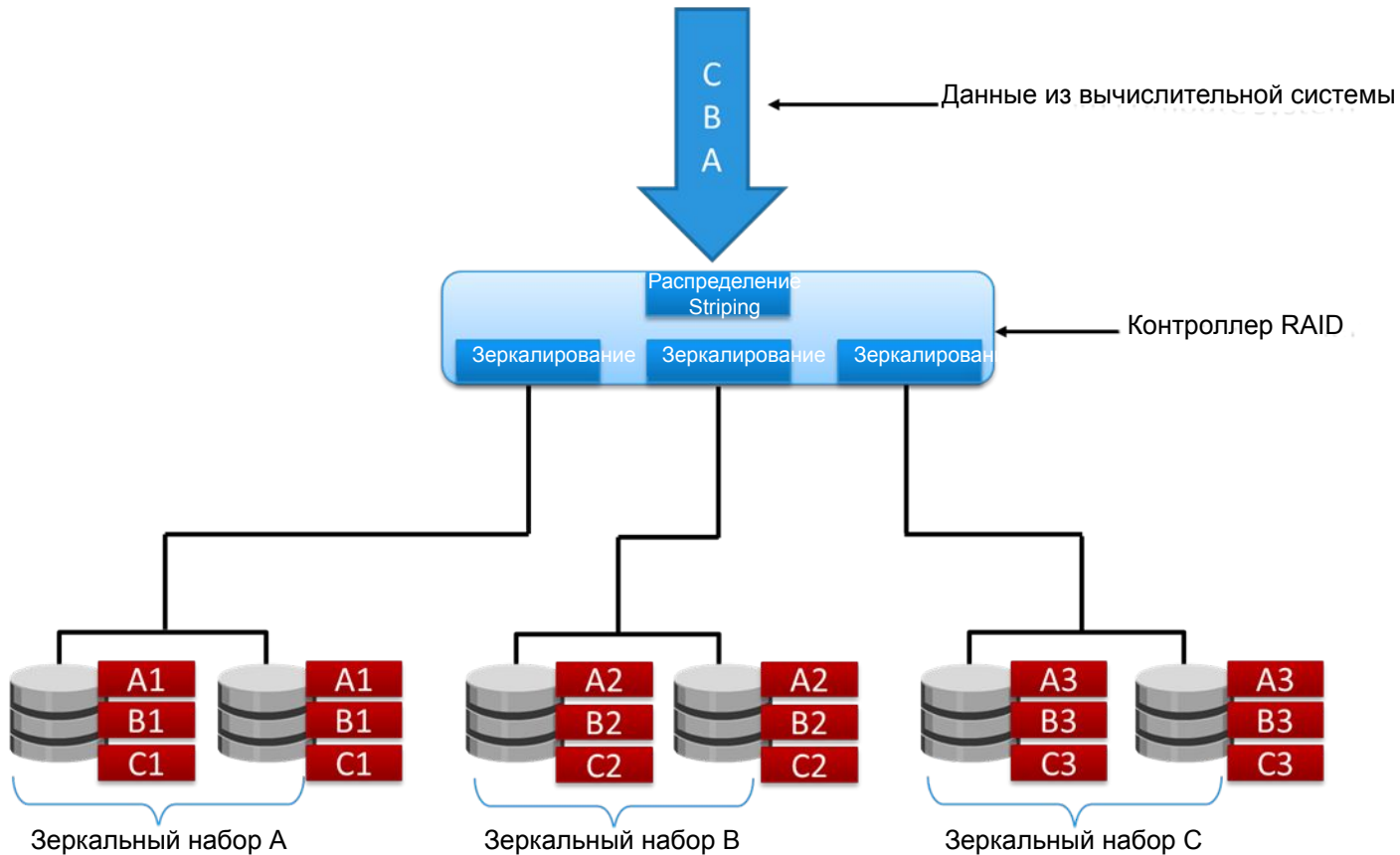
RAID 0



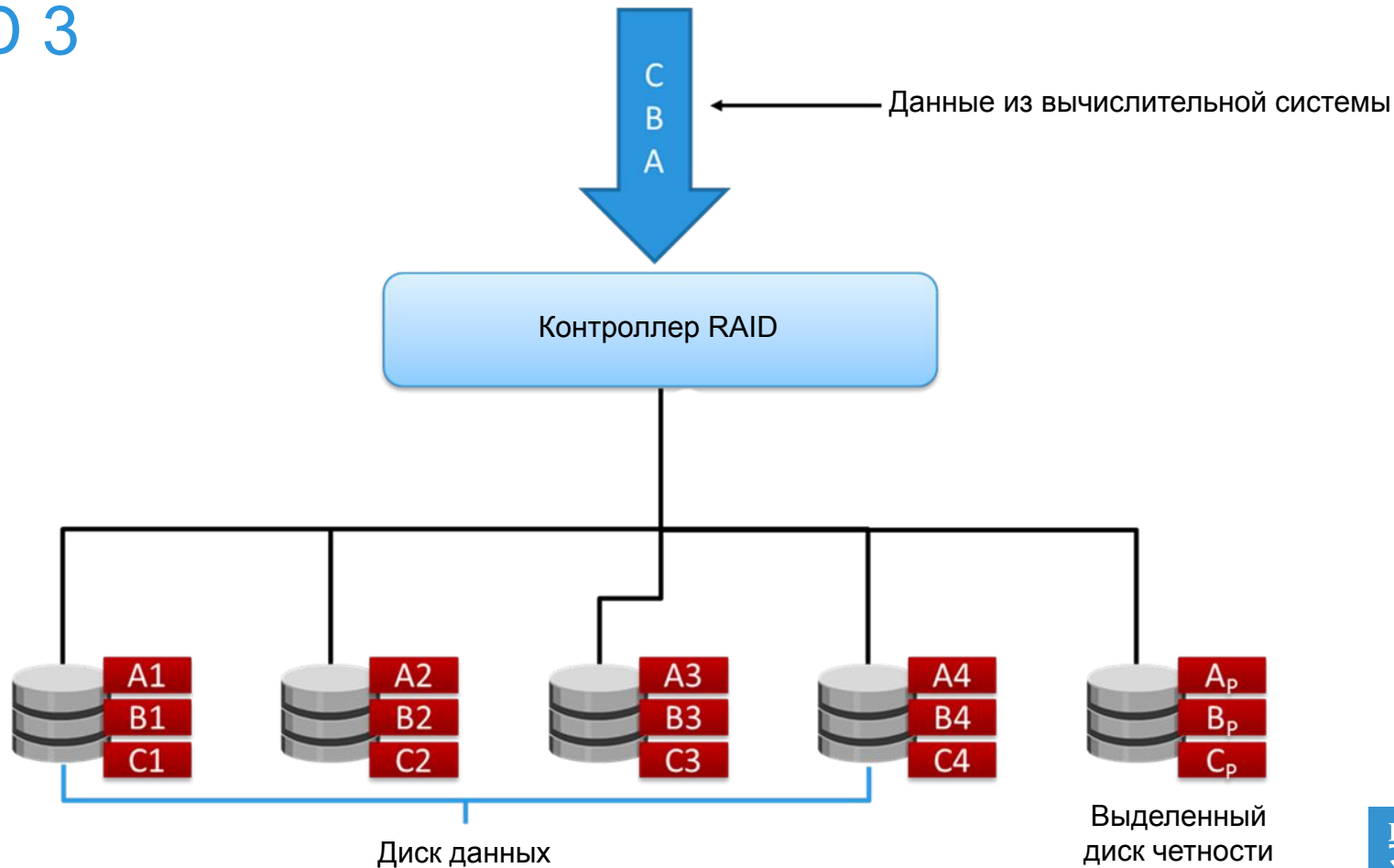
RAID 1



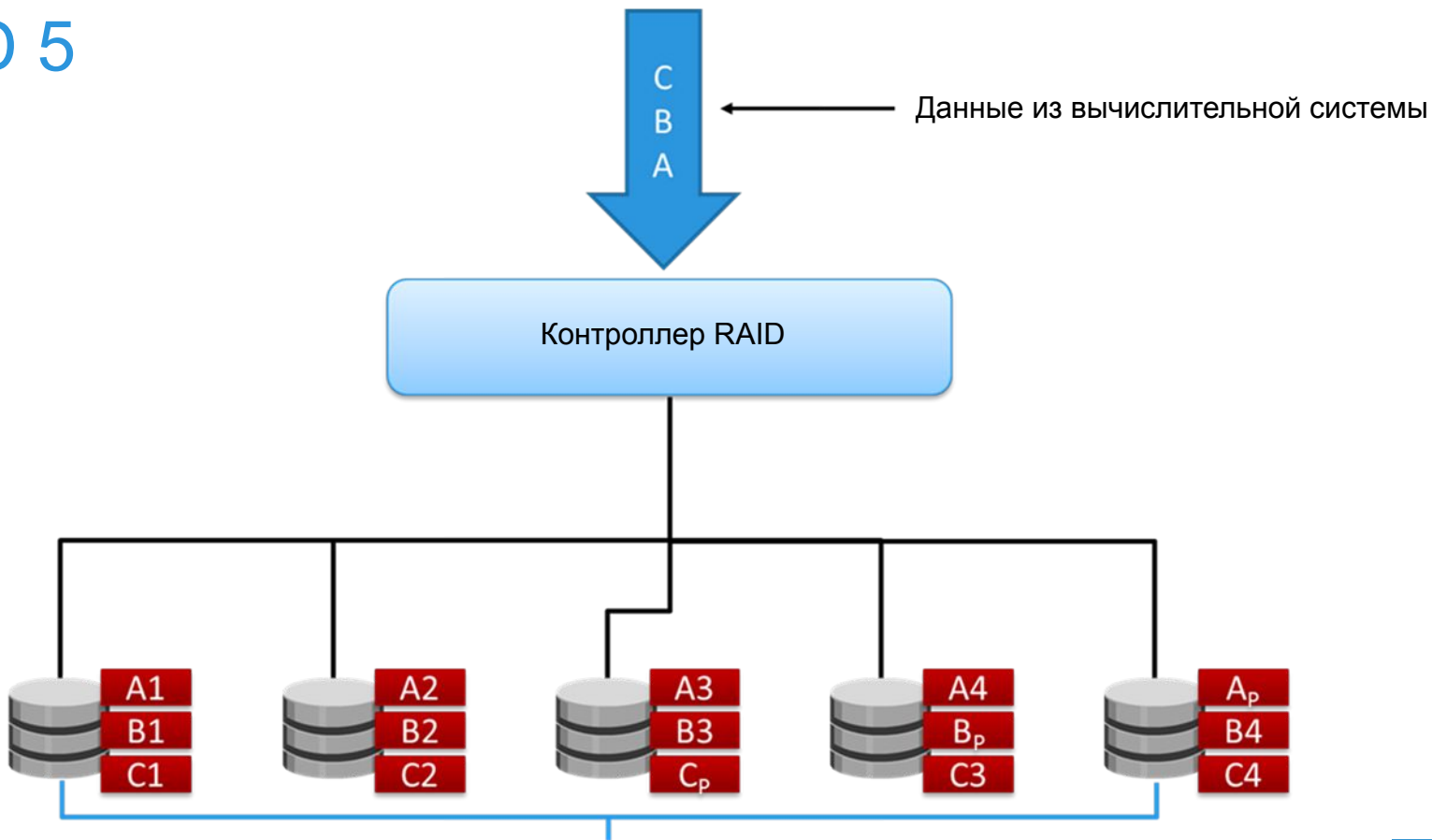
Вложенный RAID — 1+0



RAID 3

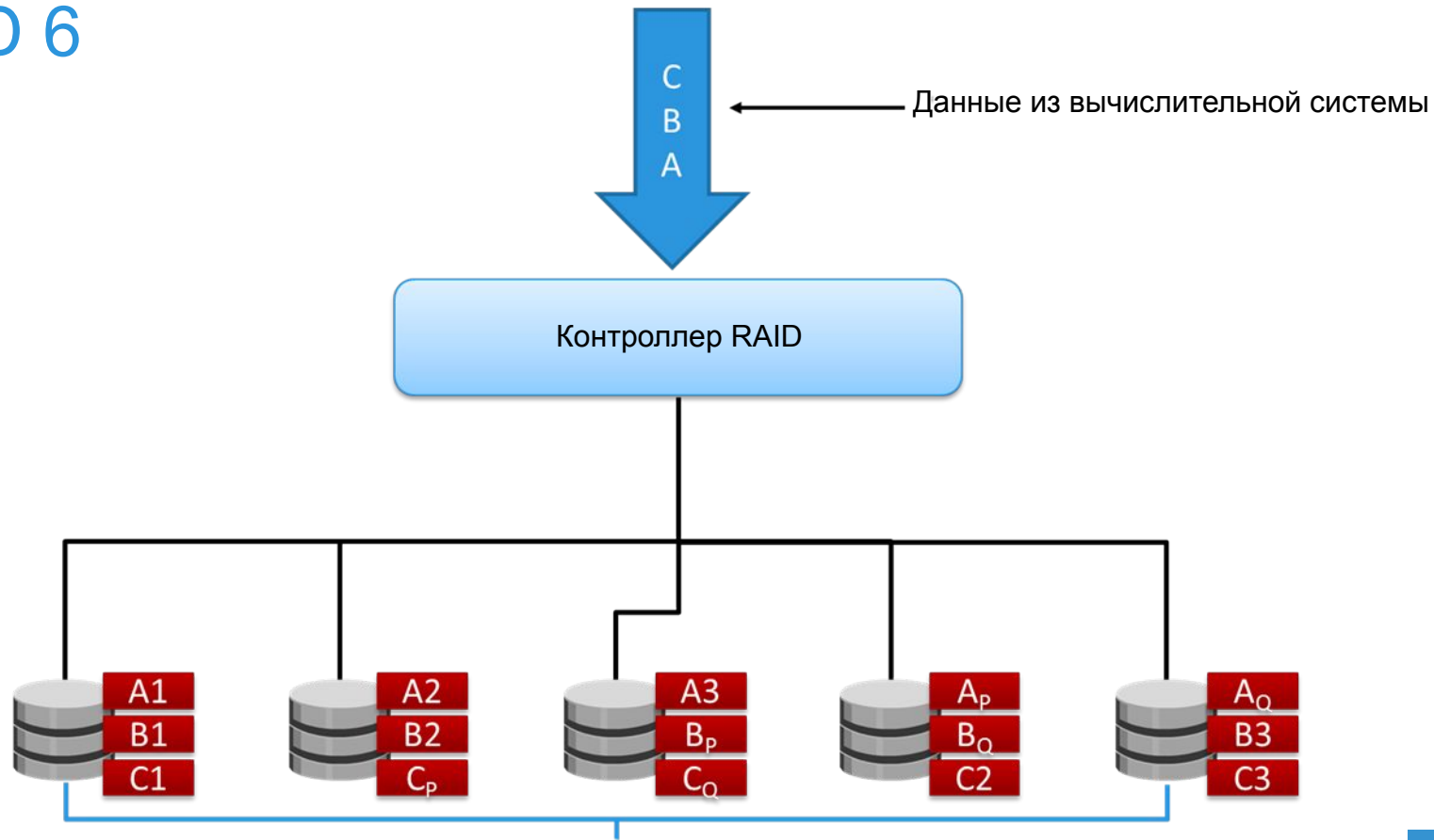


RAID 5



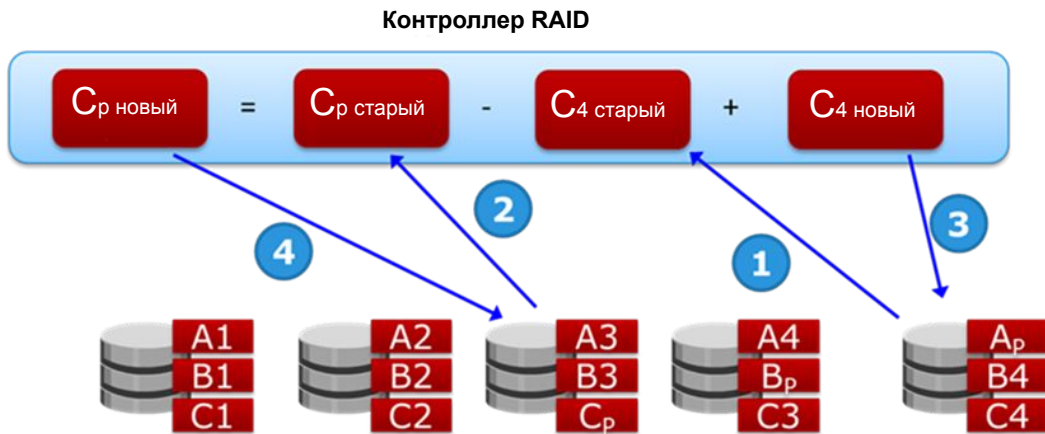
Распределенная четность

RAID 6



Двойная распределенная четность

Воздействие массивов RAID на производительность



- В RAID 5 каждая запись (обновление) на диск оформляется как четыре операции ввода-вывода (2 чтения диска и 2 записи диска)
- В RAID 6 каждая запись (обновление) на диск оформляется как шесть операций ввода-вывода (3 чтения диска и 3 записи диска)
- В RAID 1 каждая запись оформляется как две операции ввода-вывода (2 записи диска)

Сравнение массивов RAID

Уровень RAID	Мин. кол-во дисков	Доступная емкость ресурсов хранения (%)	Дополнительные издержки записи (Write penalty)	Защита данных
1	2	50	2	Зеркало
1+0	4	50	2	Зеркало
3	3	$[(n-1)/n]*100$	4	Контроль четности (поддерживает один сбой дисков)
5	3	$[(n-1)/n]*100$	4	Контроль четности (поддерживает один сбой дисков)
6	4	$[(n-2)/n]*100$	6	Контроль четности (поддерживает два сбоя дисков)

Соответствие уровней RAID для различных приложений

- RAID 1+0
 - Подходит для приложений с операциями I/O с небольшим количеством и интенсивностью произвольных записей (записи более чем 30%)
 - Пример: OLTP - (Online Transaction Processing), RDBMS – временная память
- RAID 3
 - Большие, последовательное чтение и запись
 - Пример: резервирование и потоковое мультимедиа
- RAID 5 and 6
 - Маленькие, случайные нагрузки (запись обычно менее чем 30%)
 - Пример: email, RDBMS – Ввод данных

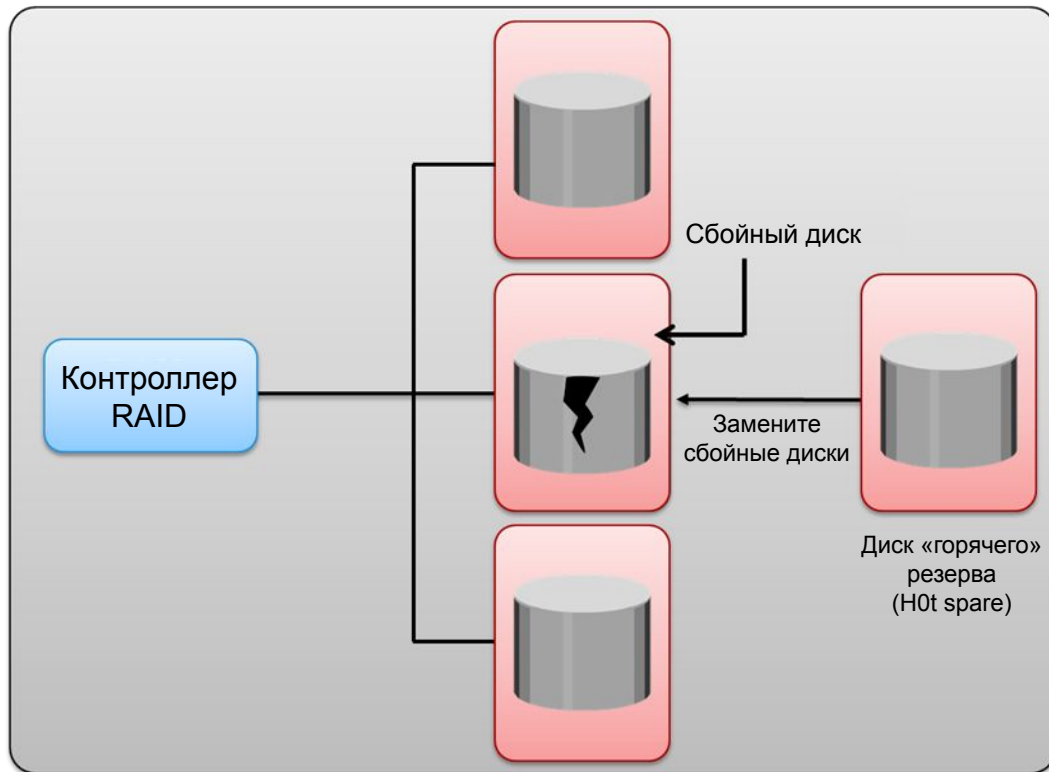
RAID Пример вычисления штрафа

- Общая IOPS в пиковой нагрузке - 1200
- Соотношение Read/Write - 2:1
- Вычислить дисковую нагрузку в пиковую активность для:
 - RAID 1/0
 - RAID 5

Решение: RAID штраф

- Для RAID 1/0, дисковая загрузка (read + write)
= $(1200 \times 2/3) + (1200 \times (1/3) \times 2)$
= $800 + 800$
= 1600 IOPS
- Для RAID 5, дисковая загрузка (read + write)
= $(1200 \times 2/3) + (1200 \times (1/3) \times 4)$
= $800 + 1600$
= 2400 IOPS

Динамическое резервирование дисков («горячее» резервирование) (Hot Sparing)



Урок 3. Резюме

В этом занятии были рассмотрены следующие темы:

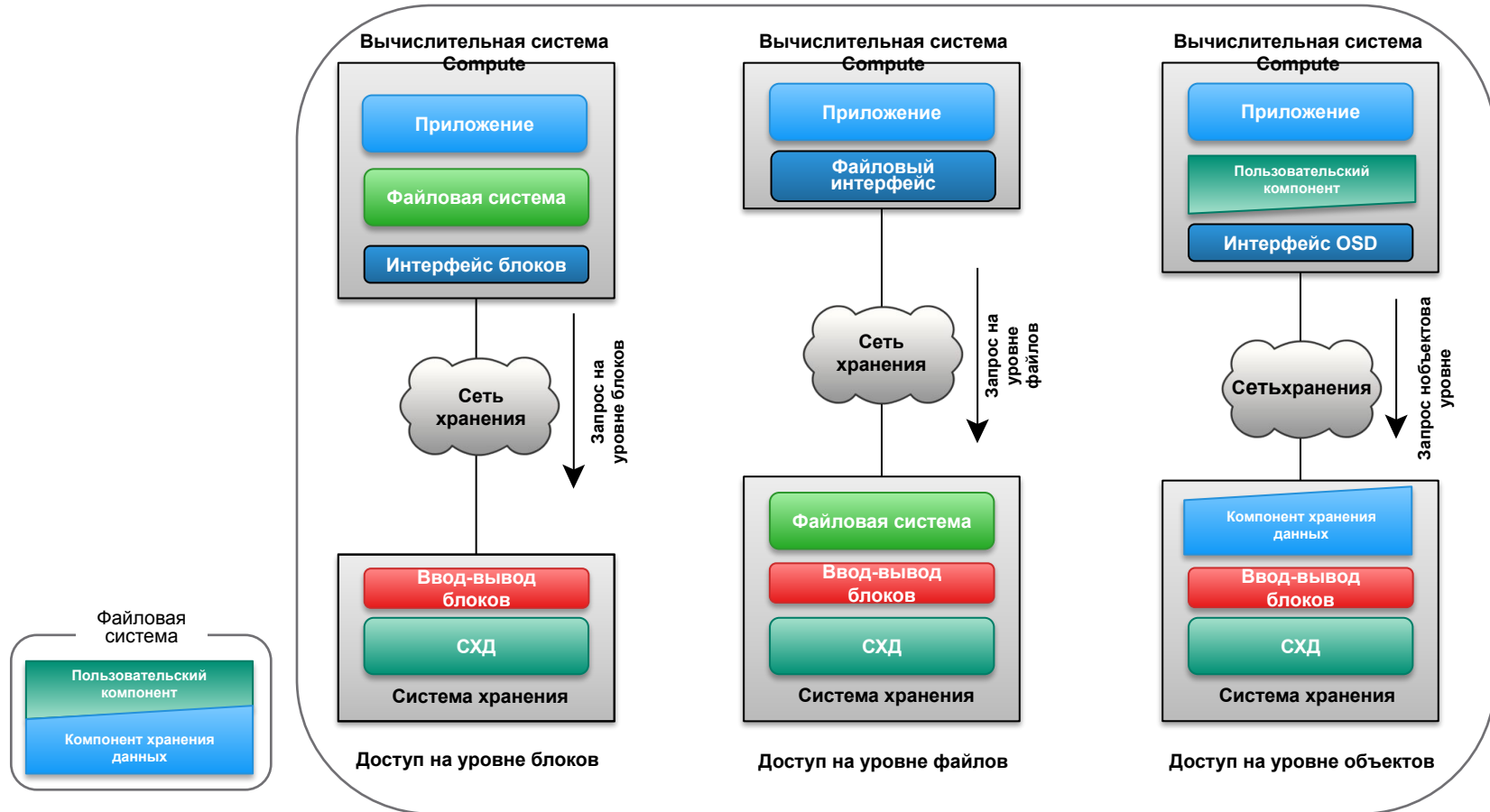
- методы реализации массивов RAID;
- три метода RAID;
- распространенные уровни RAID;
- воздействие массивов RAID на производительность;
- сравнение уровней RAID.

Урок 4. Типы интеллектуальных систем хранения

В этом занятии рассматриваются следующие темы:

- методы доступа к данным;
- типы интеллектуальных систем хранения;
- вертикально и горизонтально масштабируемые архитектуры.

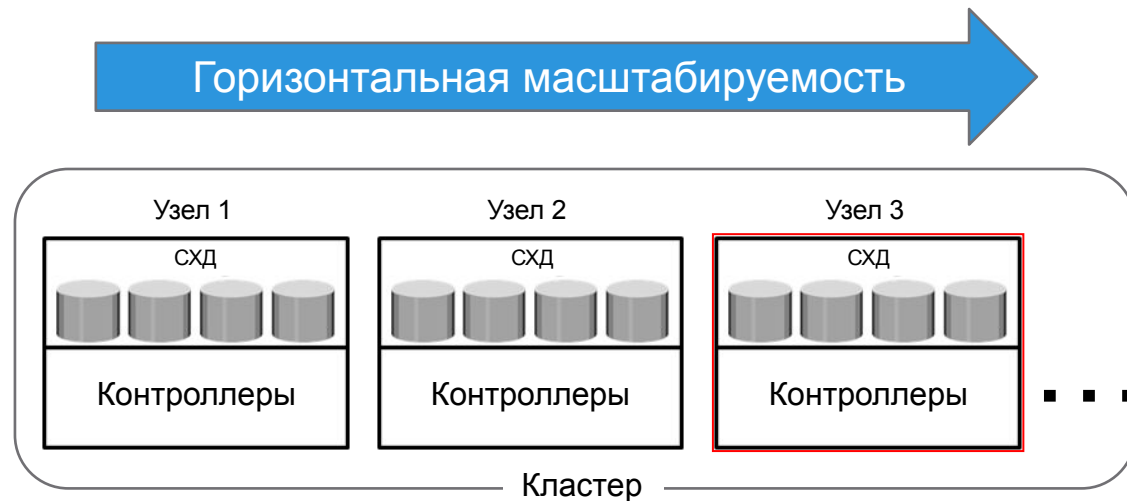
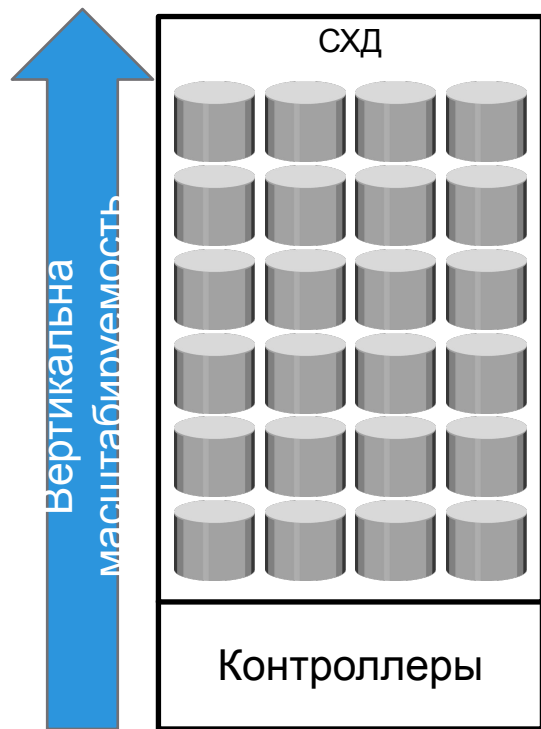
Методы доступа к данным - Data Access Methods



Типы интеллектуальных систем хранения

- Блочные системы хранения
- Файловые системы хранения
- Объектные системы хранения
- Унифицированные системы хранения

Сравнение вертикально и горизонтально масштабируемых архитектур



Урок 4. Резюме

В этом уроке были рассмотрены следующие темы:

- методы доступа к данным;
- типы интеллектуальных систем хранения;
- вертикально и горизонтально масштабируемые архитектуры.

Модуль 3. Резюме

В этом модуле были рассмотрены следующие ключевые вопросы:

- ключевые компоненты интеллектуальной системы хранения;
- компоненты, адресация и производительность жестких и твердотельных дисков (HDD и SSD);
- массивы RAID, методы RAID, а также уровни RAID;
- типы интеллектуальных систем хранения.

Упражнение 2: RAID

- Компания планирует реконфигурацию системы хранения для бухгалтерских операций для повышения доступности
 - Текущая конфигурация и проблемы
 - Приложение выполняет 15% произвольных записей и 85% произвольных чтений
 - Сейчас используется конфигурация из пяти дисков RAID 0
 - Каждый диск имеет емкость 200 GB
 - Общий объем данных приложений бухгалтерии 730 GB, который вряд ли изменится в течение 6 месяцев
 - Приближается конец финансового года, покупка даже одного диска невозможна
- Задача
 - Рекомендовать уровень RAID, который можно использовать компании для реструктуризации системы хранения, удовлетворяющий их требованиям
 - Обоснуйте свой выбор на основе стоимости, производительности и доступности

Упражнение 2: Самостоятельно

- Компания (та же самая, что и в упражнении 1) планирует реконфигурацию СХД для базы данных приложения HA
 - Текущая конфигурация и проблемы
 - Приложение выполняет 40% записей и 60% чтения
 - Текущая конфигурация из шести дисков RAID 0 с емкостью каждого диска 200 GB
 - Размер базы данных 900 GB и ее размер вероятно увеличится на 30% в следующие 6 месяцев
 - Конец финансового года и компания имеет увеличенный бюджет
- Задача
 - Рекомендовать подходящий уровень RAID для удовлетворения потребностей компании
 - Вычислить стоимость нового решения (200GB диск стоит \$1000)
 - Обоснуйте свой выбор на основе стоимости, производительности и доступности

Проверка знаний – 1

- Какое утверждение верно о реализации программного обеспечения RAID?
 - A. Обновление операционной системы не требуют проверки совместимости с программным обеспечением RAID
 - B. Оно дороже, чем аппаратная реализация RAID
 - C. Поддержка всех уровнях RAID
 - D. Использует циклы центрального процессора для выполнения вычислений RAID
- Приложение генерирует 400 малых произвольных IOPS при соотношении чтения/ записи 3:1. Какое количество операций IOPS будет выполнено на диске с RAID 5 ?
 - A. 400
 - B. 500
 - C. 700
 - D. 900

Проверка знаний – 2

- Какой штраф записи в конфигурации для малых произвольных I/Os для RAID 6?
 - A. 2
 - B. 3
 - C. 4
 - D. 6
- Какое из приложений наиболее подходит для использования RAID 3?
 - A. Резервирование (Backup)
 - B. OLTP
 - C. e-commerce
 - D. email

Проверка знаний – 3

- Каков размер дорожки из пяти дисков с четностью набора RAID 5, который имеет размер полосы 64?
 - A. 64 KB
 - B. 128 KB
 - C. 256 KB
 - D. 320 KB
- Какие факторы влияют на производительность диска?
 - A. Задержка вращения, количество пластин и время передачи данных
 - B. Время поиска, задержка вращения и количество головок чтения записи
 - C. Время поиска, задержка вращения и время передачи данных
 - D. время передачи данных, количество цилиндров и задержка вращения