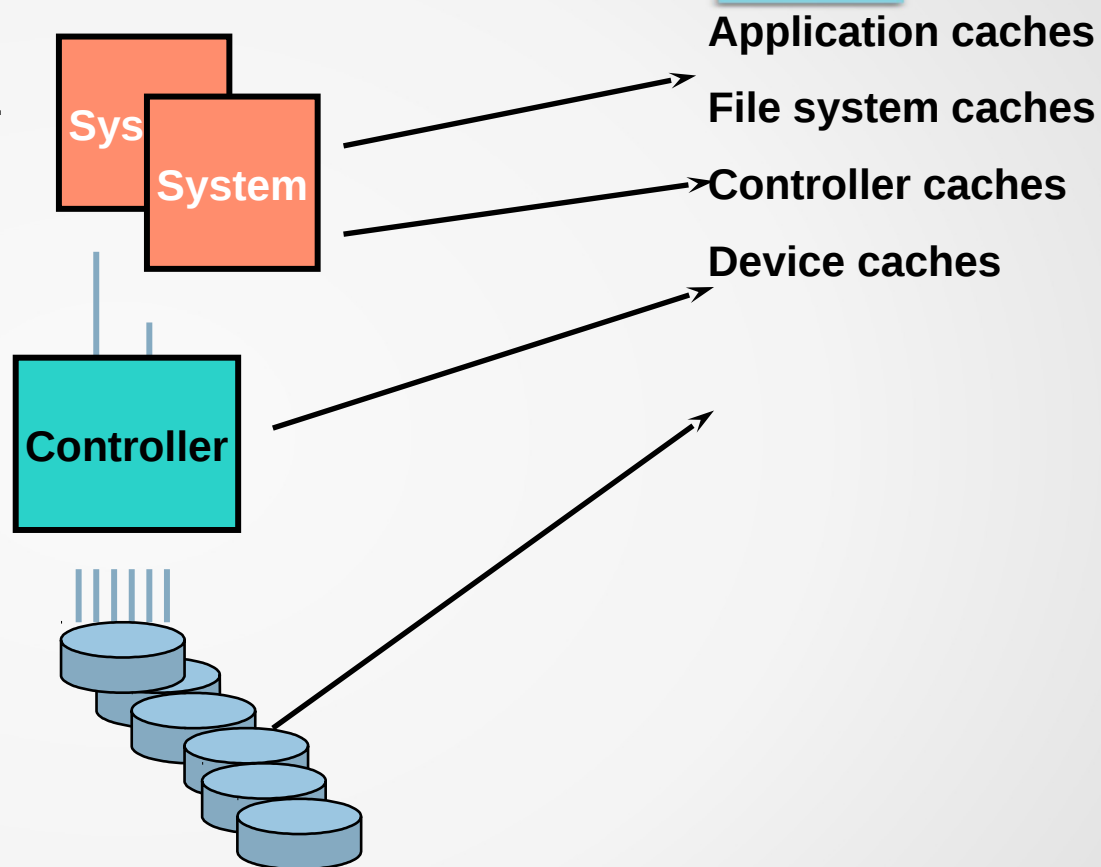


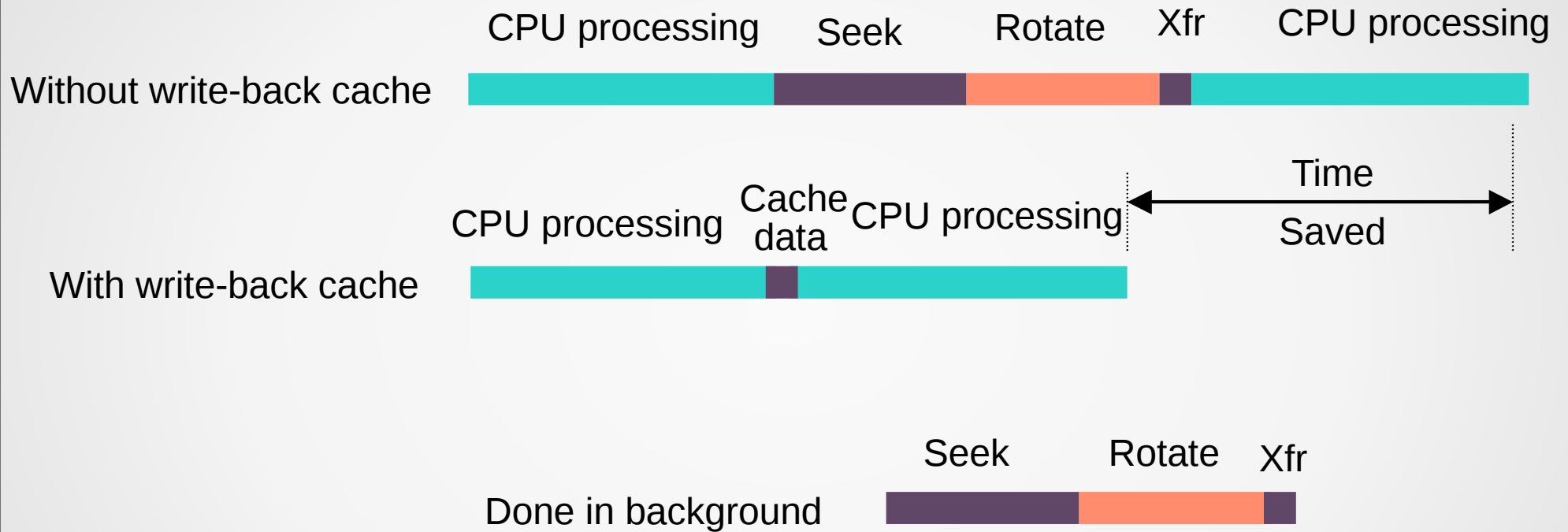
Кеш-память Хранилища

Технология кеширования данных

- Caching affects performance:
 - It reduces disk access (with cache hits).
 - It reduces the negative effects of the RAID overhead.
 - It assists in disk I/O request sorting and queuing.



Кеш отложенной записи



Операция чтения с использованием кэш-памяти

Данные, обнаруженные в кэш-памяти = попадание при чтении



Данные, не обнаруженные в кэш-памяти = промах при чтении



Операция чтения с использованием кэш-памяти

Данные, обнаруженные в кэш-памяти = попадание при чтении



Данные, не обнаруженные в кэш-памяти = промах при чтении

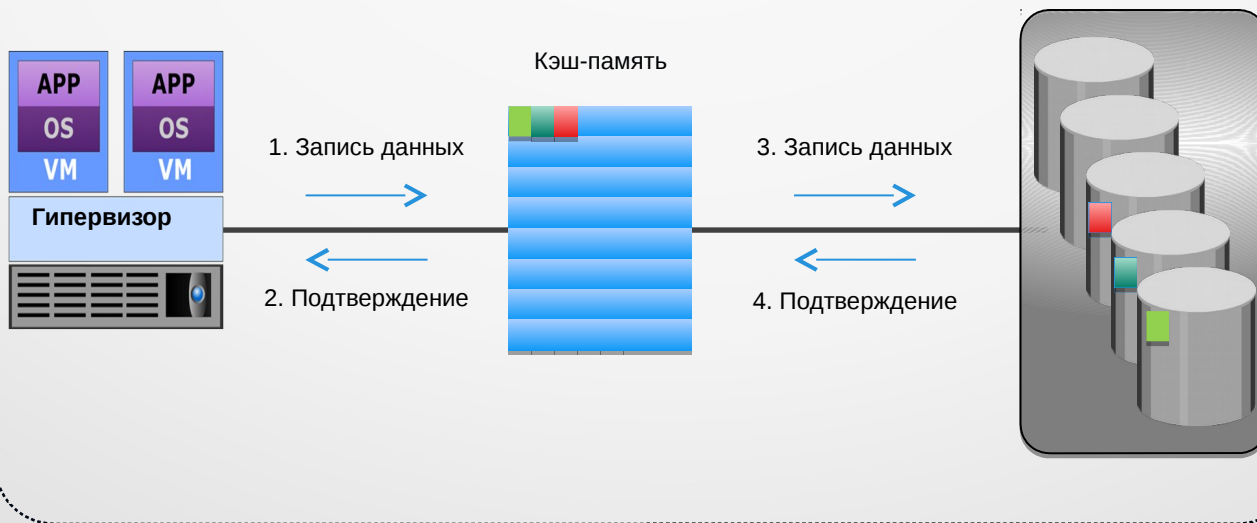


Операция записи с использованием кэш-памяти

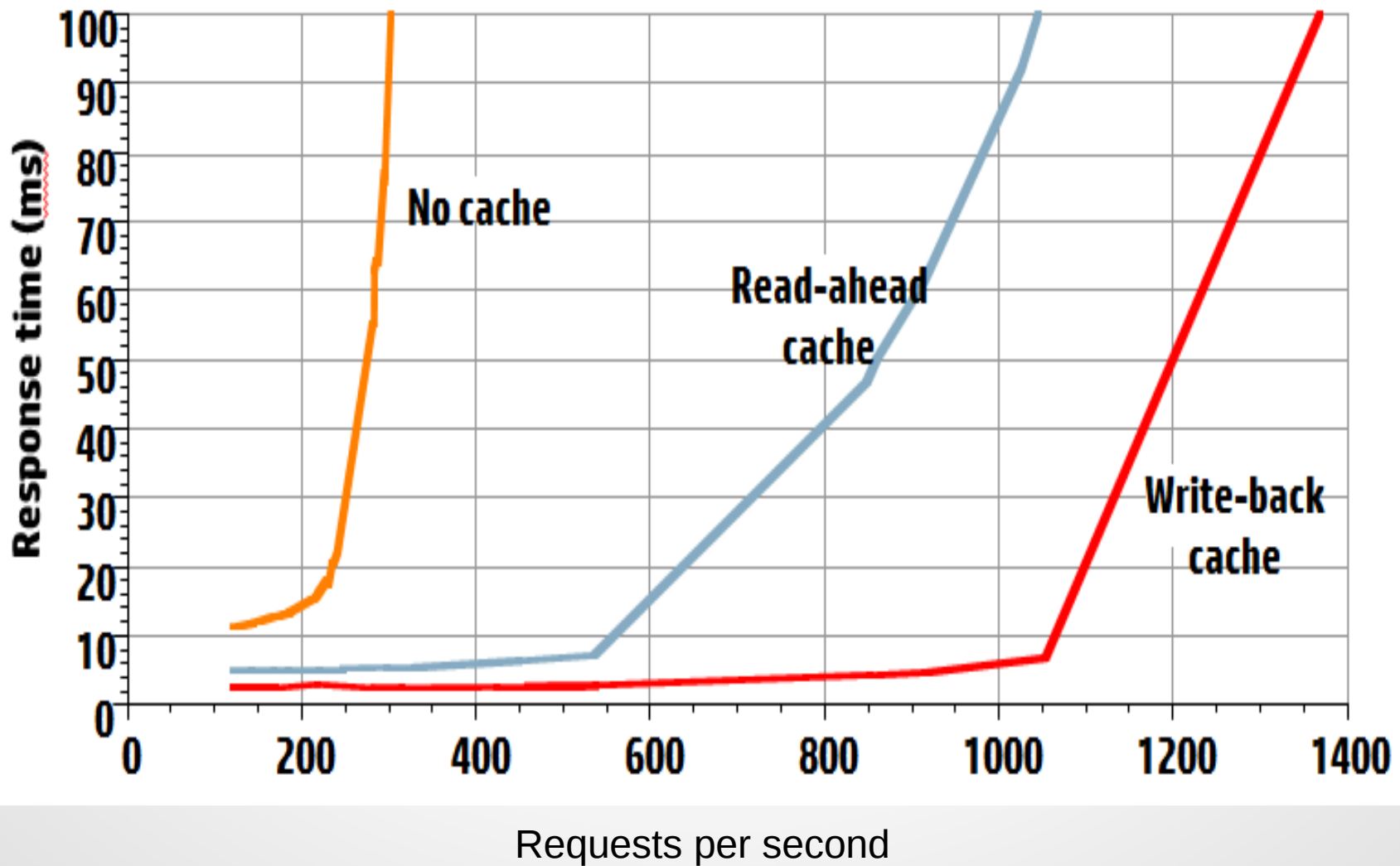
Кэш-память со сквозной записью



Кэш-память с обратной записью

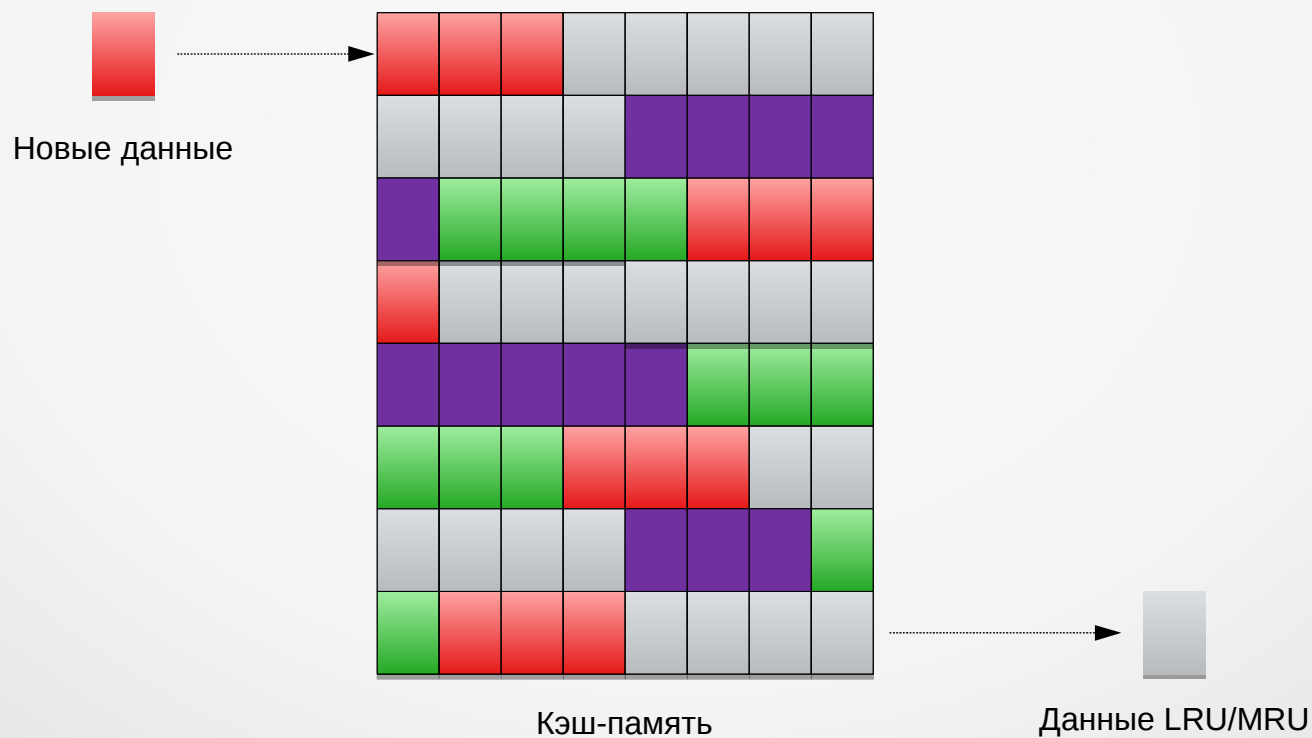


Эффект от кеширования



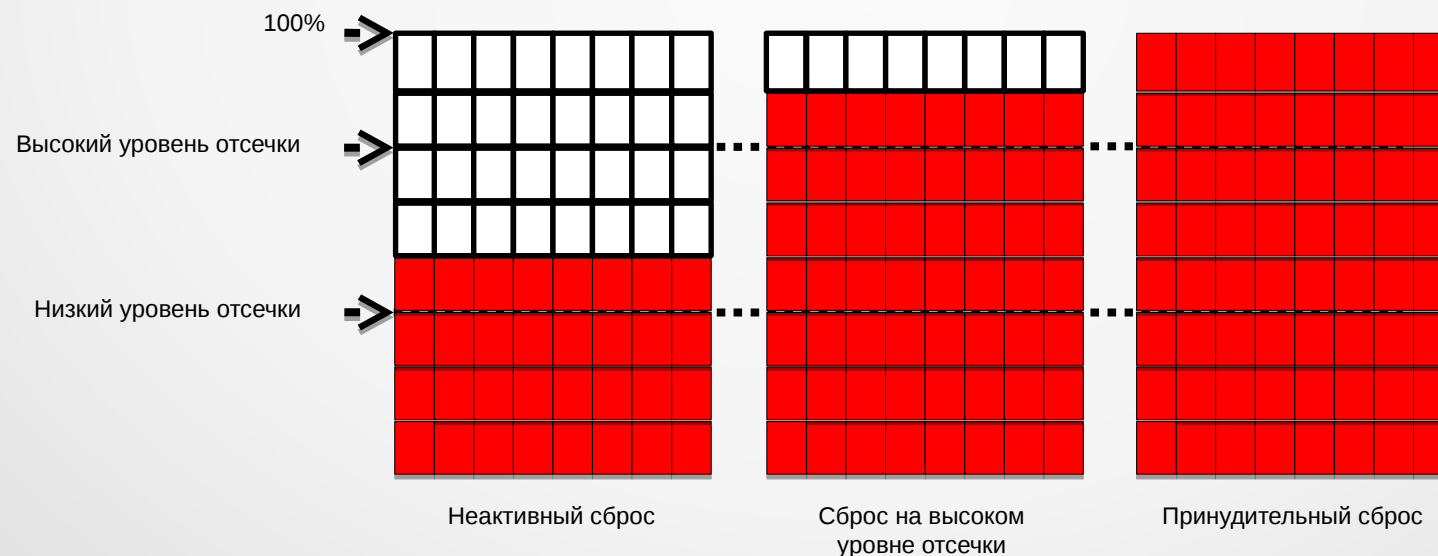
Управление кэш-памятью: алгоритмы

- LRU — элементы с самой большой давностью использования
 - Удаляет данные, доступ к которым не выполнялся долгое время
- MRU — последние по времени использования элементы
 - Удаляет данные, доступ к которым осуществлялся недавно



Управление кэш-памятью: использование уровней отсечки

- Управление пиковыми нагрузками ввода-вывода осуществляется с помощью сброса
 - Сброс — это процесс передачи данных из кэш-памяти на диски системы хранения
- Ниже приведены три режима сброса для управления использованием кэш-памяти.
 - Неактивный сброс
 - Сброс на высоком уровне отсечки
 - Принудительный сброс

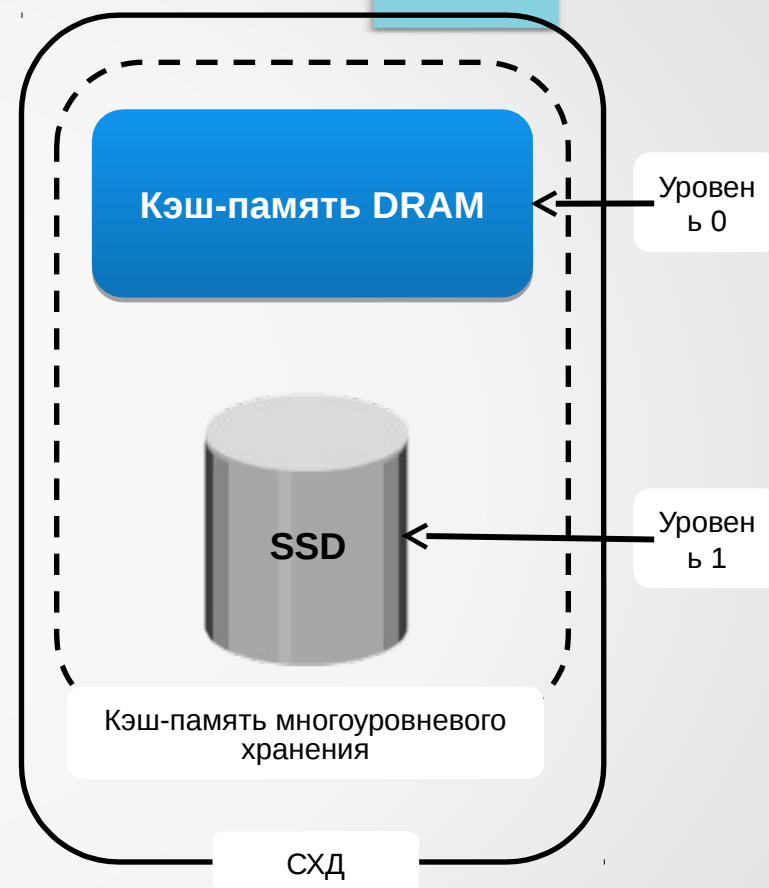


Защита данных кэш-памяти

- Система обеспечивает защиту данных в кэш-памяти от сбоев электропитания или при неполадках в работе кэш-памяти.
 - Зеркалирование кэш-памяти
 - Обеспечивает защиту данных от сбоев в работе кэш-памяти
 - Каждая операция записи в кэш-память выполняется в двух различных областях на двух независимых картах памяти
 - Аварийное сохранение данных из кэш-памяти
 - Обеспечивается защита данных при сбоях электропитания
 - В случае сбоев электропитания переданные данные выгружаются в выделенный набор дисков, которые называются системными дисками

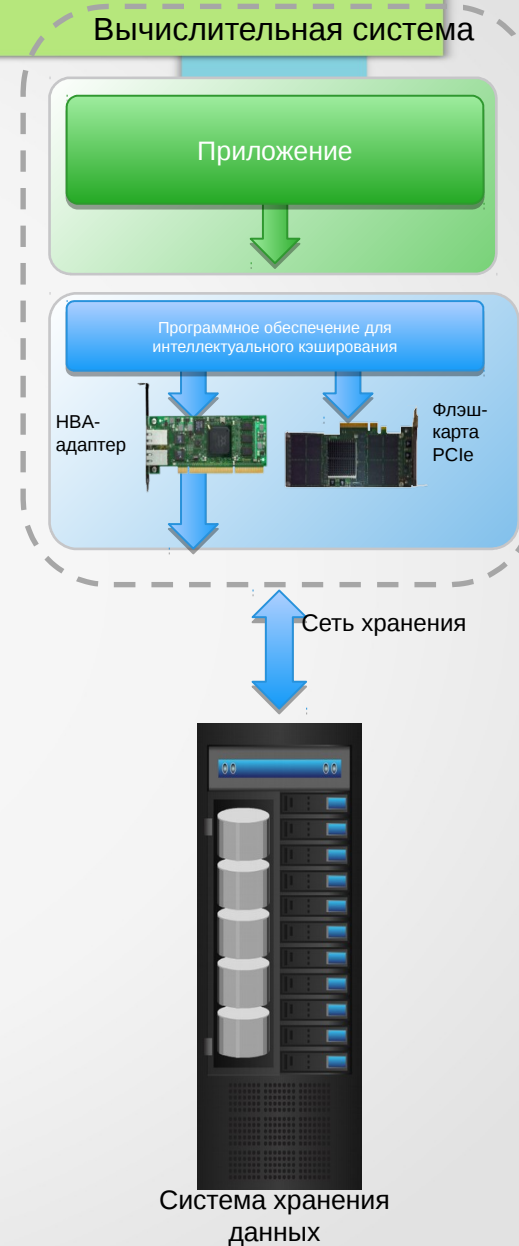
Многоуровневая кэш-память

- Позволяет создавать вторичную кэш-память большой емкости с использованием твердотельных дисков
- Обеспечивает многоуровневое хранение между кэш-памятью DRAM и твердотельными дисками (вторичной кэш-памятью)
- Большинство операций чтения обслуживаются непосредственно из высокопроизводительной кэш-памяти многоуровневого хранения
- Преимущества
 - Улучшенная производительность при пиковой рабочей нагрузке
 - Бесперебойная работа и прозрачность для приложений



Технология серверного кэширования на основе флэш-памяти

- Использует интеллектуальное программное обеспечение для кэширования и флэш-карту PCIe в вычислительной системе
- Значительно повышает производительность приложений
 - Обеспечивает повышение производительности в случае большого количества операций чтения
 - Устраняет задержки в работе сети, связанные с доступом к СХД при выполнении операций ввода-вывода
- Интеллектуально определяет данные, которые целесообразно размещать в вычислительной системе на флэш-карте PCIe
- Использует минимум ресурсов ЦП и памяти
 - Управление флэш-памятью осуществляется с помощью карты PCIe



Warmup time and Cache Hit Rate: Example

- 8TB of Volume
- 32GB of read cache
- 256GB of flash cache
- 288 GB total of array cache

Array Cache Size = (DRAM Read Cache) + (FLASH Read Cache)

Cache Hit Rate:

$288\text{GB}/8\text{TB} = 0.036$

For a random workload, best flash cache hit % would be 3.6%

$$\text{Cache Hit Rate} = \frac{\text{Array Cache Size}}{\text{Working Set Size}}$$

Flash Cache Fill Rate:

Host Workload: 20,000 4kb random reads
 $20,000 * 16 = 320 \text{ MB/sec}$ for filling flash cache

Flash Cache Fill Rate = Read IOPS * (IO Size Modifier)

Time to Fill:

Maximum cache hit rate can be obtained in:
 $288\text{GB} / (320 \text{ MB/sec}) = 900 \text{ seconds}$
15 minutes

$$\text{Time to fill} = \frac{\text{Array Cache Size}}{\text{Flash Cache Fill Rate}}$$