

# СЕМЕЙСТВО МАССИВОВ ХРАНЕНИЯ VMAX ALL FLASH

## Подробный обзор



### АННОТАЦИЯ

Новые достижения в области проектирования, в частности создание технологии более плотной вертикальной многоуровневой ячеистой флэш-памяти, привели к разработке флэш-дисков емкостью в несколько терабайт. Создание этих флэш-дисков увеличенной емкости позволило значительно быстрее вывести экономичность флэш-дисков на уровень традиционных жестких дисков, используемых в качестве основного ресурса хранения данных для корпоративных приложений в центре обработки данных. Специалисты Dell EMC предвидели эту ситуацию и теперь представляют семейство массивов VMAX® All Flash. Эта белая книга содержит подробный обзор семейства массивов VMAX All Flash. В ней представлены сведения о принципах работы, компонентах и уникальных возможностях, благодаря которым эти массивы входят в число лучших продуктов для хранения данных на флэш-дисках для современного центра обработки данных.

Сентябрь 2016 г.

Содержащаяся в данной публикации информация предоставляется на условиях «как есть». Корпорация emc не предоставляет никаких условий или гарантий в отношении указанной информации и отказывается от подразумеваемых гарантий коммерческой ценности и пригодности для определенной цели.

Использование, копирование и распространение любых продуктов EMC, описанных в данной публикации, требует наличия соответствующей лицензии.

EMC<sup>2</sup>, EMC и логотип EMC являются зарегистрированными товарными знаками или товарными знаками Корпорации EMC в США и других странах. Все другие товарные знаки, упомянутые здесь, являются собственностью их владельцев. © Корпорация EMC, 2016 г. Все права защищены. Опубликовано в России. Сентябрь 2016 г., белая книга, номер по каталогу H14920.1

По сведениям EMC информация, содержащаяся в данной публикации, верна на дату публикации. Данная информация может измениться без уведомления.

Корпорация EMC теперь входит в состав группы компаний Dell.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>КРАТКИЙ ОБЗОР</b> .....	<b>5</b>
<b>ЦЕЛЕВАЯ АУДИТОРИЯ</b> .....	<b>5</b>
<b>СЕМЕЙСТВО МАССИВОВ VMAX ALL FLASH</b> .....	<b>5</b>
Общие сведения .....	5
Обзор массивов VMAX All Flash .....	5
Обзор системы VMAX All Flash .....	6
Архитектура с модульными строительными блоками .....	6
Обзор модуля .....	7
Узлы модуля .....	8
Конфигурации ядра ЦП узла модуля .....	8
Конфигурации кэш-памяти узла модуля .....	8
Дисковые полки модуля .....	9
Дисковые полки модуля V-Brick модели VMAX 250F .....	9
Дисковые полки модулей V-Brick моделей VMAX 450F и VMAX 850F .....	9
Важные примечания о емкости дисковой полки модуля в массиве VMAX All Flash .....	11
<b>ОПТИМИЗАЦИЯ ФЛЭШ-ДИСКОВ В МАССИВАХ VMAX ALL FLASH</b> .....	<b>11</b>
Архитектура кэш-памяти и алгоритмы кэширования массива VMAX All Flash .....	11
Основные сведения о сроке службы ячеек флэш-памяти .....	11
Минимизация увеличения объема записи в VMAX All Flash .....	12
Повышение производительности флэш-дисков с FlashBoost .....	12
HYPERMAX OS .....	12
<b>СЕРВИСЫ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ МАССИВА VMAX ALL FLASH</b> .....	<b>13</b>
Удаленная репликация с помощью SRDF .....	13
Локальная репликация с помощью TimeFinder SnapVX .....	13
Консолидация блочных и файловых систем хранения с помощью eNAS .....	14
Встроенные средства управления (встроенное ПО Unisphere for VMAX) .....	14
<b>VMAX ALL FLASH — ВЫСОКАЯ ДОСТУПНОСТЬ И ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТЬ</b> .....	<b>15</b>
<b>КОНФИГУРАЦИИ VMAX ALL FLASH ДЛЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ</b> .....	<b>15</b>
Конфигурации V-Brick для открытых систем в VMAX 250F .....	15
Конфигурации V-Brick для открытых систем в VMAX 450F и VMAX 850F .....	16
Возможности внешнего подключения модулей V-Brick для открытых систем .....	17
Пакеты ПО для VMAX All Flash для открытых систем .....	19
<b>МАССИВ VMAX ALL FLASH ДЛЯ МЕЙНФРЕЙМОВ</b> .....	<b>20</b>
Конфигурации системы zBrick для мейнфреймов в массивах VMAX 450F и 850F .....	20
Варианты внешнего подключения модуля zBrick для мейнфреймов .....	21
Пакеты программного обеспечения VMAX All Flash для мейнфреймов .....	23

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... 24**

**ССЫЛКИ ..... 24**

## КРАТКИЙ ОБЗОР

В 2016 г. наступил переломный момент, когда плотность и экономичность СХД на флэш-дисках вышли на уровень показателей традиционных вращающихся жестких дисков (HDD). Это кардинально изменило ландшафт СХД в корпоративных центрах обработки данных. Чтобы обеспечить соответствие требованиям корпоративных сред хранения данных на флэш-дисках, Dell EMC предлагает семейство массивов VMAX All Flash.

Семейство массивов VMAX All Flash расширяет возможности флэш-решений, гарантируя критически важную отказоустойчивость и консолидацию рабочих нагрузок за пределами блочной системы хранения, а также предоставляя надежные встроенные сервисы управления данными корпоративного класса. Массивы VMAX All Flash выгодно отличаются от конкурентных решений в корпоративном сегменте СХД на флэш-дисках, так как предоставляют заказчикам следующие преимущества.

- Надежная архитектура, которая обеспечивает непревзойденную доступность на уровне «шести девяток», соответствующую требованиям к корпоративным системам хранения на флэш-дисках
- Самые надежные в отрасли сервисы управления данными, включая SRDF и TimeFinder SnapVX — «золотые стандарты» для технологий удаленной и локальной репликации
- Непревзойденная плотность флэш-дисков на напольной плите; обработка блочных и файловых рабочих нагрузок в одной системе

Массивы VMAX All Flash обеспечивают заказчикам непревзойденную простоту планирования, заказа и управления. Существует три модели VMAX All Flash: VMAX 250F, VMAX 450F и VMAX 850F. Заказчики могут выполнять вертикальное и горизонтальное масштабирование с помощью простой модульной архитектуры. Все модели VMAX All Flash можно заказать вместе с готовым пакетом программного обеспечения — пакетом «F» начального уровня или расширенным пакетом «FX». В стандартную комплектацию всех моделей массивов VMAX All Flash входит встроенное ПО Unisphere for VMAX для простого управления СХД и мониторинга. Кроме того, массивы VMAX All Flash обеспечивают непревзойденную простоту обслуживания и лицензирования. Это помогает значительно сократить совокупную стоимость владения продуктом для заказчика.

Семейство массивов VMAX All Flash действительно изменило ландшафт корпоративных центров обработки данных. Основные компоненты и преимущества этих революционных продуктов подробно рассматриваются в следующих разделах данного документа.

## ЦЕЛЕВАЯ АУДИТОРИЯ

Эта белая книга предназначена для существующих и потенциальных заказчиков Dell EMC, менеджеров по продажам и сотрудников службы поддержки Dell EMC, партнеров нашей корпорации и всех, кто хочет узнать больше о массиве хранения VMAX All Flash и его функциональных возможностях.

## Семейство массивов VMAX All Flash

### Общие сведения

В последние годы требования к емкости и производительности корпоративных СХД значительно выросли в связи с необходимостью поддерживать миллионы виртуальных устройств и виртуальных машин. Хотя традиционные вращающиеся диски по-прежнему могут удовлетворить требования к емкости СХД, с их помощью сложно обеспечить необходимую производительность (теперь она измеряется в миллионах IOPS) для этих сред.

До недавнего времени отрасль пребывала в затруднительном положении, поскольку экономичность СХД на флэш-дисках по-прежнему была недостаточной. Однако новые достижения в области флэш-технологий, в частности разработка вертикальных 3-разрядных архитектур NAND с ловушкой заряда, привели к прорыву в показателях емкости и экономичности флэш-памяти. Этот прорыв позволил СХД на флэш-дисках значительно быстрее достичь экономичности традиционных вращающихся дисков. Создание новых флэш-дисков позволило корпоративным центрам обработки данных обеспечить соответствие требованиям к емкости и производительности СХД для высоковиртуализированных сред по доступной цене.

### Обзор массивов VMAX All Flash

Корпорация Dell EMC представляет семейство массивов VMAX All Flash, соответствующих новым требованиям корпоративных сред хранения данных. Семейство массивов VMAX All Flash включает в себя три базовые модели: VMAX 250F, VMAX 450F и VMAX 850F. В основе массивов VMAX All Flash лежат надежная архитектура Dynamic Virtual Matrix и HYPERMAX OS. Однако они отличаются от гибридных массивов VMAX, так как используют исключительно флэш-диски. Эти продукты VMAX специально разработаны в соответствии с требованиями к емкости и производительности СХД на флэш-дисках корпоративного центра обработки данных. Продукты VMAX All Flash представляют собой многофункциональные решения на флэш-дисках со специальными функциями, позволяющими использовать преимущества новых флэш-дисков более высокой емкости, которые применяются в максимально плотных конфигурациях. Массивы VMAX All Flash предлагают корпоративным заказчикам надежные сервисы управления данными VMAX, простоту, емкость и производительность, которые требуются для высоковиртуализированных сред. При этом сохраняется экономичность более традиционных рабочих нагрузок системы хранения.

Основные возможности линейки продуктов VMAX All Flash перечислены ниже.

- **Производительность.** Вне зависимости от рабочей нагрузки и коэффициента использования ресурса хранения массив VMAX All Flash обеспечивает стабильную и предсказуемую высокую производительность для корпоративного центра обработки данных: до 4 млн IOPS с задержкой на уровне менее 0,5 мс с полосой пропускания 150 Гбайт/с.
- **Высокая доступность и отказоустойчивость.** Массив VMAX All Flash создан на базе надежной архитектуры без критических точек отказа с проверенной доступностью на уровне «шести девяток». Возможность использовать SRDF позволяет заказчикам применять полную многоузловую репликацию для аварийного восстановления и быстрого перезапуска.
- **Сжатие на лету.** Сжатие — это функция экономии пространства, позволяющая HYPERMAX OS максимально эффективно управлять емкостью. HYPERMAX OS выполняет сжатие в системе с помощью нескольких диапазонов сжатия, чтобы достичь для системы среднего соотношения 2:1.
- **Бесперебойная миграция (NDM).** Функция NDM помогает автоматизировать процесс миграции хостов и приложений в новый массив VMAX All Flash без каких-либо простоев.
- **Увеличенный срок службы флэш-дисков.** Уникальные возможности массива VMAX All Flash позволяют свести к минимуму увеличение объема записи на флэш-дисках. Он использует большой объем кэш-памяти для хранения записей и интеллектуальные алгоритмы переноса, чтобы объединять записи в более масштабные последовательные операции, сводя к минимуму число внутренних операций ввода-вывода с произвольной записью. Кроме того, в массиве VMAX All Flash используются проверенные алгоритмы однократной отправки данных, многократно обновляемых в одном и том же наборе Delta Set, которые значительно сокращают число внутренних операций ввода-вывода.
- **Плотность флэш-дисков.** За счет флэш-дисков высокой емкости массив VMAX All Flash обеспечивает самые лучшие показатели IOPS, емкости и компактности в отрасли. Массив VMAX All Flash поддерживает флэш-диски высокой емкости, чем выгодно отличается от многих других альтернативных решений на флэш-дисках. Это позволяет системе использовать преимущества стандартных для отрасли флэш-дисков: повышенную плотность, экономичное масштабирование и быстрый выход на рынок.
- **Масштабируемость.** Конфигурации VMAX All Flash построены на базе модульных строительных блоков, также называемых просто модулями. Модуль включает в себя один узел и две дисковые полки, предварительно настроенные с начальной совокупной полезной емкостью. Емкость модуля можно вертикально масштабировать с определенным шагом полезной емкости, добавляя так называемые пакеты флэш-емкости.
- **Сервисы управления данными.** Полная поддержка «золотых стандартов» отрасли в плане удаленной репликации с SRDF и локальной репликации TimeFinder SnapVX. Массив VMAX All Flash также будет иметь полную интеграцию с Dell EMC AppSync. Это упростит управление локальной репликацией критически важных приложений.
- **Консолидация.** Массивы VMAX All Flash — это единственные в отрасли продукты для хранения данных на флэш-дисках, которые позволяют консолидировать открытые блочные и файловые системы на одной напольной плите. Массив VMAX All Flash поддерживает множество вариантов внешних подключений, включая Fibre Channel, iSCSI и FICON для мейнфреймов.
- **Оптимизированная компоновка.** Для семейства массивов VMAX All Flash (450F и 850F) будут предлагаться пакеты ПО «F» и «FX». Различия между этими моделями связаны со значительно упрощенными пакетами программного обеспечения для линейки продуктов VMAX All Flash. Базовые модели VMAX All Flash всегда будут называться VMAX 250F, 450F и 850F. Базовая модель «F» будет предлагаться с пакетом ПО начального уровня, который будет включать в себя встроенное ПО Unisphere и т. п. Пакет «FX» содержит пакет ПО «F» начального уровня, а также дополнительное программное обеспечение, например SRDF.
- **Простота управления.** Встроенное ПО Unisphere for VMAX включено в оба пакета: F и FX. Интуитивно понятный интерфейс управления Unisphere for VMAX позволяет ИТ-руководителям максимально повысить производительность, существенно ускорив выделение и мониторинг ресурсов хранения VMAX All Flash, а также управление ими. Встроенное ПО Unisphere for VMAX в массиве VMAX All Flash обеспечивает такую простоту управления без необходимости использовать дополнительные серверы и оборудование. Пакет FX также включает в себя ПО Unisphere 360, с помощью которого администраторы систем хранения данных могут получать отчеты о состоянии каждого массива VMAX в ЦОД на уровне площадки или координировать соответствие версиям кода и другим требованиям регуляторов к техническому обслуживанию инфраструктуры.

## Обзор системы VMAX All Flash

Массив VMAX All Flash создан для поддержки конфигурации флэш-дисков с максимальной плотностью. Массив VMAX All Flash поддерживает флэш-диски высокой емкости, чем выгодно отличается от многих других альтернативных решений на флэш-дисках. Это позволяет массиву VMAX All Flash использовать преимущества стандартных для отрасли флэш-дисков: повышенную плотность флэш-дисков, экономичное масштабирование и быстрый выход на рынок.

Переход к флэш-дискам более высокой емкости представляет собой хорошую альтернативу гибридным массивам с точки зрения стоимости приобретения и совокупной стоимости владения. Другие преимущества VMAX All Flash, например более высокая производительность, предсказуемая задержка, повышенная плотность, сокращение энергопотребления и расходов на охлаждение, а также уменьшение частоты замены дисков, ускоряют развертывание систем хранения данных VMAX All Flash в будущем.

## Архитектура с модульными строительными блоками

Массив VMAX All Flash имеет упрощенную компоновку ПО на базе устройств и конфигурацию с модульными строительными блоками, которые уменьшают сложность настройки и развертывания. Такая архитектура позволяет выполнять масштабирование, чтобы при необходимости обеспечивать предсказуемую высокую производительность. Строительные блоки массива называются модулями.

Существует два типа модулей, доступных для VMAX All Flash:

- **Модуль V-Brick**, который поддерживает конфигурации открытых систем с подключениями по Fibre Channel и/или iSCSI и форматированием устройств FBA.
- **Модуль zBrick**, который поддерживает конфигурации мейнфреймов с подключениями по FICON и форматированием устройств CKD.

Примечание. В этом документе термин «модуль» будет использоваться при обсуждении возможностей и функций, применимых к модулям V-Brick и zBrick. Модуль zBrick рассматривается более подробно в разделе данного документа, посвященном поддержке мейнфреймов в VMAX All Flash.

## Обзор модуля

Модуль — это базовый элемент массива VMAX All Flash. Каждый модуль включает в себя перечисленные ниже компоненты.

- Один узел, использующий архитектуру Dynamic Virtual Matrix под управлением HYPERMAX OS
- Оборудование с полным резервированием, использующее несколько источников питания и взаимосвязанные фабрики
  - Архитектура без критических точек отказа
  - Проверенная доступность на уровне «шести девяток»
- 2 дисковые полки со слотами для 2,5-дюймовых дисков
  - Массив VMAX 250F имеет 2 полки с 25 слотами для 2,5-дюймовых дисков, а VMAX 450F и 850F — 2 полки с 120 слотами для 2,5-дюймовых дисков
  - Начальная конфигурация модулей массива VMAX All Flash имеет заданное количество полезной емкости
  - Дополнительная емкость модуля V-Brick инкрементно наращивается путем добавления так называемых «пакетов флэш-емкости», а дополнительная емкость zBrick инкрементно наращивается путем добавления так называемых «пакетов zCapacity».
- До 32 портов для внешнего подключения
- До 2 Тбайт кэш-памяти на один модуль

В таблице ниже подробно представлены технические характеристики модулей различных моделей VMAX All Flash.

**Таблица 1. Технические характеристики модулей для различных моделей VMAX All Flash**

Компонент	Характеристика	VMAX 250F	VMAX 450F	VMAX 850F
Размещение системы	Количество необходимых напольных плит	1	1–2	1–4
Вычислительные ресурсы	Количество модулей на систему	1–2	1–4	1–8
	Поддержка модулей zBrick для мейнфреймов	Нет	Да	Да
	Максимальное количество ядер на систему	96	128	384
Кэш-память	Варианты кэш-памяти на модуль	512 Гбайт, 1 Тбайт и 2 Тбайт	1 Тбайт и 2 Тбайт	
	Поддержка кэш-памяти смешанного типа	Да	Нет	Нет
Порты и модули	Максимальное количество модулей FE на модуль V-Brick	8 (всего 32 порта FE на модуль V-Brick)	6 (всего 24 порта FE на модуль V-Brick)	
	Максимальное количество модулей FE на модуль zBrick	Нет	6 (всего 24 порта FICON на модуль zBrick) (1)	
	Максимальное количество портов FE на систему	64	96	192
Диски и емкость	Тип и количество дисковых полок модуля	2 на 25 слотов для 2,5-дюймовых дисков (DAE25)	2 на 120 слотов для 2,5-дюймовых дисков	
	Максимальное количество дисков в системе	100	960	1920
	Максимальная эффективная емкость открытых систем на одну систему (1)	1 Пбайт эффективной емкости	2 Пбайт эффективной емкости	4 Пбайт эффективной емкости
	Максимальная полезная емкость мейнфреймов на одну систему (2)	Нет	800 Тбайт полезной емкости	1,7 Пбайт полезной емкости
	Полезная емкость модуля начального уровня	11 Тбайт полезной емкости	53 Тбайт полезной емкости	
	Размер пакета флэш-емкости	11 Тбайт полезной емкости	13 Тбайт полезной емкости	
	Варианты RAID	RAID 5 (3+1), RAID 6 (6+2)	RAID 5 (7+1), RAID 6 (14+2)	
	Поддерживаемые размеры флэш-дисков модуля V-Brick	960 Гбайт, 1,92 Тбайт, 3,84 Тбайт, 7,68 Тбайт, 15,36 Тбайт	960 Гбайт, 1,92 Тбайт, 3,84 Тбайт	
	Поддерживаемые размеры флэш-дисков модуля zBrick	Нет	960 Гбайт, 1,92 Тбайт, 3,84 Тбайт	



- (1) По умолчанию zBrick поставляется с 2 модулями FICON. Дополнительные модули FICON можно заказать отдельно
- (2) Dell EMC использует термин «Пбайт полезной емкости» (и «Тбайт полезной емкости»), чтобы определять полезную емкость хранения без сжатия, т. е. эти показатели характеризуют изначальный объем физической системы хранения. Dell EMC использует термин «Пбайт эффективной емкости» (и «Тбайт эффективной емкости»), чтобы определять емкость хранения при наличии сжатия,
  - (а) т. е. если у заказчика есть 50 Тбайт полезной емкости физической системы хранения, которую можно сжать с соотношением 2:1, то у него есть 100 Тбайт эффективной емкости системы хранения.

Концепция модуля позволяет выполнять «вертикальное» и «горизонтальное масштабирование» массива VMAX All Flash. Заказчики могут выполнять вертикальное масштабирование путем добавления пакетов флэш-емкости. Каждый пакет флэш-емкости имеет полезную емкость, кратную 13 Тбайт для моделей VMAX 450F и VMAX 850F и 11 Тбайт для модели VMAX 250F. Массив VMAX All Flash поддерживает горизонтальное масштабирование до двух модулей для VMAX 250F и до восьми модулей для VMAX 450F или 850F в одной системе. При этом обеспечивается совместное использование сети, вычислительных ресурсов и емкости. Горизонтальное масштабирование системы VMAX All Flash путем добавления дополнительных модулей обеспечивает предсказуемое линейное повышение производительности вне зависимости от рабочей нагрузки.

## Узлы модуля

Узел модуля — это центральный обработчик операций ввода-вывода, обеспечивающий высокую доступность и резервирование. Он включает в себя резервные директоры, каждый из которых состоит из многоядерных ЦП, модулей памяти и интерфейсов для подключения к модулям ввода-вывода, например внешним и внутренним модулям, модулям InfiniBand и флэш-модулям ввода-вывода.

В основе узла модуля лежит надежная архитектура Dynamic Virtual Matrix. По сути, Virtual Matrix обеспечивает обмен данными между директорами посредством резервных внутренних фабрик InfiniBand. Фабрика InfiniBand создает основу для магистрали с высокой масштабируемостью, чрезвычайно малой задержкой и широкой полосой пропускания, необходимой для массива на флэш-дисках. Эта возможность также важна для правильного вертикального и горизонтального масштабирования модулей.

### Конфигурации ядра ЦП узла модуля

Каждый узел модуля содержит два директора с двумя сокетами для ЦП, которые могут поддерживать многоядерные и многопоточные процессоры Intel. В таблице ниже приведены сведения о структуре ядер ЦП узла для каждой модели VMAX All Flash.

**Таблица 2. Количество ядер ЦП узла модуля для различных моделей VMAX All Flash**

Модель массива VMAX All Flash	Тип ЦП узла	Количество ядер на один директор	Количество ядер на один модуль	Максимальное количество ядер в системе
250F (только V-Brick)	Два процессора Intel Broadwell с 12 ядрами	24	48	96 (не более 2 модулей)
450F	Два процессора Intel на базе архитектуры Ivy Bridge с 8 ядрами	16	32	128 (не более 4 модулей)
850F	Два процессора Intel на базе архитектуры Ivy Bridge с 12 ядрами	24	48	384 (не более 8 модулей)

Узел модуля использует механизм объединения ядер в пулы, который может динамически балансировать нагрузку ядер, распределяя их между клиентской и серверной частями системы и сервисами управления данными (например, SRDF, eNAS и встроенными средствами управления), для которых используется этот узел. Пулы ядер можно в любое время динамически настраивать для смещения сдвига пулов на высокие внешние или внутренние рабочие нагрузки, чтобы оптимизировать решение для определенного сценария использования.

Помимо возможности динамически настраивать пулы ядер, массив VMAX All Flash позволяет использовать дополнительные параметры контроля качества обслуживания (QoS), например задать максимальный показатель IOPS для определенной группы хранения. Это чрезвычайно полезно для эффективного управления использованием ядер системы, так как не позволяет перегруженной виртуальной машине или хосту использовать слишком много системных ресурсов. Контроль качества обслуживания помогает гарантировать равномерное распределение ресурсов между всеми подключенными хостами и виртуальными машинами, чтобы обеспечить максимальную производительность в аспектах IOPS и пропускной способности.

### Конфигурации кэш-памяти узла модуля

Каждый директор модуля имеет 16 слотов памяти, которые можно заполнить модулями DDR4 DIMMS 32 Гбайт и 64 Гбайт, чтобы получить до 1 Тбайт кэш-памяти на один директор (не более 2 Тбайт кэш-памяти на узел модуля).



**Таблица 3. Конфигурация кэш-памяти узла модуля для различных моделей VMAX All Flash**

Модель массива VMAX All Flash	Объем кэш-памяти на модуль	Максимальный объем системной кэш-памяти
250F (только V-Brick)	512 Гбайт, 1 Тбайт, 2 Тбайт	4 Тбайт (не более 2 модулей)
450F	1 Тбайт или 2 Тбайт	8 Тбайт (не более 4 модулей)
850F	1 Тбайт или 2 Тбайт	16 Тбайт (не более 8 модулей)

Для моделей VMAX All Flash 250F с двумя модулями система может использовать узлы с разным объемом кэш-памяти (смешанная память). Например, кэш-память узла модуля А может быть 1 Тбайт, а кэш-память узла модуля В — 512 Гбайт. В результате общий объем системной кэш-памяти составит 1,5 Тбайт. Разница в объеме кэш-памяти узлов должна равняться одному шагу масштабирования емкости. В таблице ниже показаны допустимые конфигурации смешанной памяти для VMAX 250F.

**Таблица 4. Конфигурации смешанной кэш-памяти узлов VMAX 250F**

Конфигурация смешанной памяти	Минимальный объем кэш-памяти узла	Максимальный объем кэш-памяти узла	Общий объем системной кэш-памяти
Конфигурация 1	512 Гбайт	1 Тбайт	1,5 Тбайт
Конфигурация 2	1 Тбайт	2 Тбайт	3 Тбайт

Примечание. Модели VMAX 450F и 850F не поддерживают смешанный объем кэш-памяти между узлами. В этих системах объем кэш-памяти между узлами должен быть одинаковым.

Семейство массивов VMAX All Flash поддерживает динамическое разбиение кэш-памяти (DCP) на узлах системы. DCP — это функция контроля качества обслуживания, которая позволяет выделять определенный объем кэш-памяти для конкретных сред, например «производственной среды» из «среды разработки». Другой пример — разделение ресурсов кэш-памяти для «файловых данных» и «блочных данных» в системах, где используются сервисы eNAS. Возможность выделять и изолировать ресурсы кэш-памяти — ключевой фактор для многопользовательских сред.

## Дисковые полки модуля

### Дисковые полки модуля V-Brick модели VMAX 250F

Каждый модуль для VMAX 250F поставляется с двумя дисковыми полками на 25 слотов для 2,5-дюймовых дисков в формфакторе 2U с фронтальной загрузкой, а также с 11 Тбайт предварительно настроенной начальной полезной емкости, которая может использовать защиту RAID 5 3+1 или RAID 6 6+2. Дисковая полка VMAX 250F поддерживает возможность подключения SAS 12 Гбит/с и требует наличия флэш-дисков 12 Гбит/с SAS. В VMAX 250F не поддерживаются флэш-диски, которые используют возможности подключения SAS 6 Гбит/с. Дисковая полка VMAX 250F включает в себя слоты для дисков с двумя портами и две зоны питания для обеспечения высокой доступности.

**Рисунок 1. Заполненная дисковая полка модуля V-Brick в VMAX 250F**

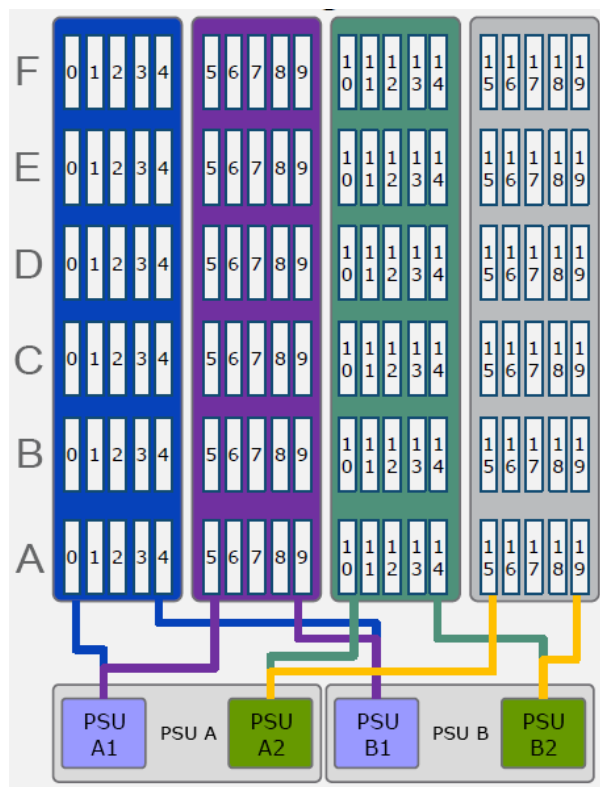


Дополнительная емкость для вертикального масштабирования инкрементно добавляется в систему VMAX 250F с помощью пакетов полезной флэш-емкости объемом 11 Тбайт. Возможно вертикальное масштабирование до 500 Тбайт эффективной емкости на один модуль. VMAX 250F с двумя модулями можно масштабировать до 1 Пбайт эффективной общей емкости в половине стойки (20U) на одной напольной плите.

### Дисковые полки модулей V-Brick моделей VMAX 450F и VMAX 850F

Каждый модуль для VMAX 450F и VMAX 850F поставляется с двумя выдвижными дисковыми полками на 120 слотов для 2,5-дюймовых дисков в формфакторе 3U, а также с 53 Тбайт предварительно настроенной начальной полезной емкости, которая может использовать защиту RAID 5 7+1 или RAID 6 14+2. В каждой полке модулей VMAX 450F и VMAX 850F используются слоты для дисков с двумя портами и четыре отдельные зоны питания для устранения критических точек отказа. На диаграмме ниже показана структура дисковой полки модуля VMAX 450F или VMAX 850F.

**Рисунок 2. Структура дисковой полки модуля VMAX 450F или 850F — дисковые слоты и зоны питания**



Дополнительная емкость для вертикального масштабирования инкрементно добавляется в систему с шагом 13 Тбайт полезной емкости в так называемых «пакетах флэш-емкости» для модулей V-Brick и «пакетах zCapacity» для модулей zBrick. Концепция пакетов емкости позволяет значительно увеличивать внутреннюю емкость на протяжении жизненного цикла массивов VMAX 450F и VMAX 850F, особенно при использовании флэш-дисков большей емкости. Каждая система VMAX 450F или VMAX 850F может сначала иметь всего 53 Тбайт полезной емкости, а затем вертикально масштабироваться до 500 Тбайт полезной емкости, используя один узел кэш-памяти емкостью 2 Тбайт. Дополнительную емкость можно добавлять в пустые слоты дисковых полок. Это обеспечивает простое расширение, так как в системный отсек не потребуется добавлять дополнительные дисковые полки. Когда разворачивается системный отсек VMAX 450F или VMAX 850F с двумя модулями и узлами с кэш-памятью 2 Тбайт при использовании сжатия (2:1), заказчик может получить до 1 Пбайт эффективной емкости флэш-дисков на одной напольной плите, при этом используя только 500 Тбайт емкости физической СХД. Используя сжатие со средним соотношением 2:1, система VMAX 450F может масштабироваться до 2 Пбайт эффективной емкости, а система VMAX 850F — до 4 Пбайт эффективной емкости.

**Рисунок 3. Заполненная дисковая полка модуля V-Brick в VMAX 450F или 850F**



## Важные примечания о емкости дисковой полки модуля в массиве VMAX All Flash

- Массивы VMAX All Flash будут использовать одну схему защиты RAID для всей системы. Конкретная схема защиты определяется начальной полезной емкостью системы. Для всей последующей добавленной емкости и модулей будет использоваться та же схема защиты RAID, что и для начальной полезной емкости (53 Тбайт полезной емкости для VMAX 450F и VMAX 850F, 11 Тбайт полезной емкости для VMAX 250F), независимо от размера дисков, используемых в дополнительном пакете флэш-емкости.
- Адресуемая емкость массива VMAX All Flash, то есть пространство, доступное для операций ввода-вывода хоста, зависит от общего объема кэш-памяти в системе. Как правило, 1 Тбайт кэш-памяти узла модуля V-Brick обычно может поддерживать до 250 Тбайт емкости открытой СХД с адресацией со стороны хостов. При этом 1 Тбайт кэш-памяти узла модуля zBrick обычно может поддерживать до 100 Тбайт емкости СХД мейнфрейма с адресацией со стороны хостов. Это важно для правильного определения конфигурации системы VMAX All Flash со сжатием. Пример: если заказчику необходимо иметь 1 Пбайт эффективной емкости СХД с адресацией, сжатой в соотношении 2:1, то системе потребуется 4 Тбайт кэш-памяти и 500 Тбайт емкости физической СХД.
- В массивах VMAX 250F, VMAX 450F и VMAX 850F в пределах дисковой полки модуля можно одновременно использовать флэш-диски различной емкости.
- Группы RAID модуля распределяются по обоим дисковым полкам.
- Массив VMAX All Flash будет предлагать уровень обслуживания Diamond для внутренней системы хранения и уровень обслуживания Optimized для внешних дисковых СХД, например Cloud Array.
- Требования к количеству резервных дисков рассчитываются отдельно для каждого узла по принципу «1 резервный диск на 50 дисков каждого типа».
- Дисковые полки модуля zBrick для мейнфреймов будут поддерживать 960 Гбайт, 1,92 Тбайт и 3,84 Тбайт емкости флэш-дисков.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ФЛЭШ-ДИСКОВ В МАССИВАХ VMAX ALL FLASH

Системам хранения на флэш-дисках требуется поддержка корпоративных платформ хранения данных с самыми высокими уровнями производительности и отказоустойчивости. Основа полнофункционального массива на флэш-дисках — это архитектура, которая может в полной мере использовать общую производительность современных флэш-дисков высокой плотности и обеспечивать максимальный срок их службы. Массив VMAX All Flash имеет ряд особенностей архитектуры, которые обеспечивают максимальную производительность и длительный срок службы флэш-дисков. В этом разделе эти особенности рассмотрены более подробно.

## Архитектура кэш-памяти и алгоритмы кэширования массива VMAX All Flash

В основе массивов семейства VMAX лежит архитектура на базе быстрой кэш-памяти DRAM большого размера, в которой применяются очень сложные и оптимизированные алгоритмы. Эти алгоритмы позволяют по возможности избегать физического доступа к серверной части системы, таким образом ускоряя доступ к данным.

Специалисты Dell EMC потратили многие годы на разработку и оптимизацию алгоритмов кэширования. Алгоритмы кэширования в VMAX оптимизируют операции чтения и записи, чтобы максимально повысить число обрабатываемых операций ввода-вывода и уменьшить частоту доступа к внутренним флэш-дискам. Система также по возможности предсказывает, какие данные могут потребоваться приложениям в будущем, определяя локальность обращений для операций ввода-вывода. Эти данные также извлекаются в кэш-память.

Ниже перечислены некоторые методы, используемые алгоритмами кэш-памяти, чтобы свести к минимуму доступ к дискам.

- Кэшируются 100% серверных операций записи
- Кэшируются более 50% операций чтения
- Последние использованные данные и данные, которые, вероятно, будут запрошены снова, хранятся в кэш-памяти длительное время
  - Интеллектуальные алгоритмы переносят данные из оперативной памяти в промежуточную в последовательном порядке

## Основные сведения о сроке службы ячеек флэш-памяти

Управление кэш-памятью записи очень важно для повышения производительности, но оно также играет ключевую роль в увеличении срока службы флэш-дисков массива VMAX. На срок службы и износоустойчивость флэш-дисков самое большое влияние оказывают операции записи, особенно произвольные операции записи небольших блоков. Для записи в ячейку флэш-диска требуется сначала стереть из ячейки все старые данные, а затем запрограммировать ее с учетом новых данных. Этот процесс называется циклом Program and Erase (P/E). Каждая ячейка флэш-памяти имеет ограниченное количество циклов P/E, которое она может выдержать до своего износа (когда она больше не сможет содержать данные). Ячейки большинства современных флэш-дисков могут выдержать несколько тысяч циклов P/E.

Одна из особенностей флэш-дисков заключается в том, что записи распределяются по странице флэш-памяти (обычно размером в несколько килобайт). Тем не менее перед операцией записи существующие данные во всем блоке флэш-памяти (обычно размером в несколько мегабайт), в котором находится страница, необходимо стереть. Перед стиранием данных со страницы микросхема контроллера флэш-памяти обнаруживает пустое (стертое) расположение на диске и копирует (записывает) любые существующие данные со страницы в это расположение. Из-за способа записи данных во флэш-памяти простая запись данных объемом 4 Кбайт с хоста может привести к записи во много раз большего объема данных на внутренний диск, что приводит к выполнению циклов P/E в

большом количестве ячеек. Этот эффект называется увеличением объема записи и сокращает срок службы ячеек флэш-памяти. Данный эффект имеет даже более значительные последствия при наличии рабочих нагрузок произвольных операций записи небольших блоков. В этом случае большое количество произвольных операций записи небольших блоков обычно распределяется по всему диску, воздействуя на еще больше ячеек. В результате циклы Р/Е выполняются в гораздо более крупной области. Увеличение объема записи имеет намного менее значительные последствия при более крупных последовательных операциях записи, так как при этом данные последовательно записываются только в один блок флэш-памяти. Это обеспечивает лучшее согласование с размерами страниц флэш-памяти и выполнение циклов Р/Е в меньшей области.

## Минимизация увеличения объема записи в VMAX All Flash

Увеличение объема записи необходимо надлежащим образом контролировать и сдерживать, чтобы обеспечить длительный срок службы флэш-устройств, поскольку неконтролируемое увеличение объема записи — это основная причина преждевременного износа СХД на флэш-дисках. Управление увеличением объема записи в ячейки флэш-памяти — одно из основных преимуществ массива VMAX All Flash. Оно выгодно отличает его от конкурентных массивов на флэш-дисках. Помимо интеллектуальных алгоритмов эширования, которые обеспечивают максимально длительное хранение данных в кэш-памяти, в массиве VMAX All Flash используются дополнительные методы, чтобы свести к минимуму количество операций записи на флэш-диски. Эти методы описаны ниже.

- Однократная посылка данных, многократно обновляемых в одном и том же наборе Delta Set, предотвращает ненужные операции ввода-вывода для диска, когда хосты перезаписывают определенный диапазон адресов. Эти переписанные данные просто заменяются в кэш-памяти и не записываются на флэш-диск. Однократная посылка данных, многократно обновляемых в одном и том же наборе Delta Set, может уменьшить число операций записи на флэш-диски на 50%.
- Объединение операций записи объединяет последовательные произвольные операции записи небольшого объема, выполняемые в разное время, в одну последовательную запись большого объема. Эти операции записи большого объема данных на флэш-диски гораздо лучше согласуются с размерами страниц в самом флэш-диске. Путем объединения операций записи массив VMAX All Flash может превратить серверную рабочую нагрузку ввода-вывода с произвольными операциями записи в нагрузку последовательных операций записи на флэш-диски.
- Функциональность связанных целевых систем TimeFinder SnapVX в режиме без копирования обеспечивает для исходных томов создание компактных снимков на определенный момент времени с минимальным влиянием на производительность. Обычно, если пользователю необходимо разорвать связь целевого тома со снимком, как часто бывает при настройке среды разработки, для этой операции требуется создать полную копию исходного тома в системе назначения, чтобы целевой том можно было использовать после разрыва связи. Это также приводит к значительно более активному использованию внутренней емкости и большому количеству операций записи на внутренние диски. SnapVX устраняет это требование, так как образ на определенный момент времени по-прежнему доступен после разрыва связи с целевым томом в режиме без копирования. В результате уменьшается нагрузка операций записи на внутренние флэш-устройства.
- Расширенная аналитика износа — массив VMAX All Flash также включает в себя функцию аналитики износа дисков, оптимизированную для флэш-дисков высокой емкости. Эта функция позволяет распределить операции записи по всему пулу флэш-памяти, чтобы сбалансировать нагрузку и избежать чрезмерного количества операций записи, которые могут привести к износу определенных дисков. Это не только помогает управлять флэш-дисками в пулах хранения данных, но и упрощает добавление дополнительных ресурсов хранения в систему и их повторную балансировку.

Все методы ограничения увеличения объема записи, используемые массивом VMAX All Flash, приводят к значительному сокращению числа операций записи на внутренние диски, что в свою очередь значительно повышает срок службы флэш-дисков, используемых в массиве.

## Повышение производительности флэш-дисков с FlashBoost

Dell EMC всегда ищет возможности повысить производительность своих продуктов. С каждым выпуском новой аппаратной платформы или версии программного обеспечения компания стремится устранить потенциальные узкие места, которые могут каким-либо образом снизить производительность. Одна из функций, представленных Dell EMC, которая стала стандартной для HYPERMAX OS, — это FlashBoost. FlashBoost значительно повышает эффективность HYPERMAX OS, обслуживая запросы на чтение непосредственно из внутренних флэш-дисков. Такой подход устраняет этапы, необходимые для обработки операций ввода-вывода через глобальную кэш-память, и сокращает задержку для операций чтения, особенно для флэш-дисков. Заказчики с рабочими нагрузками с высоким числом промахов при чтении на флэш-дисках могут повысить показатель IOPS на 100%.

## HYPERMAX OS

В узлах массива VMAX All Flash используется надежная и проверенная HYPERMAX OS. Это открытая платформа приложений, сочетающая в себе проверенную ведущую в отрасли высокую доступность, управление операциями ввода-вывода, обеспечение качества обслуживания, валидацию целостности данных, перенос данных и их защиту. В HYPERMAX OS впервые используется гипервизор систем хранения, который поддерживает бесперебойное подключение и работает в режиме реального времени. Этот гипервизор управляет интегрированными сервисами и обеспечивает их безопасность за счет применения для них функций высокой доступности (традиционно эти сервисы запускаются вне массива). Основные функции HYPERMAX OS — управление базовыми операциями, выполняемыми в массиве, среди которых:

- обработка операций ввода-вывода с хостов;
- внедрение защиты RAID;
- оптимизация производительности за счет предоставления прямого доступа к аппаратным ресурсам;
- управление системой и ее мониторинг;
- внедрение сервисов управления данными, включая локальную и удаленную репликацию.

## СЕРВИСЫ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ МАССИВА VMAX ALL FLASH

Линейка продуктов VMAX All Flash поставляется в готовом виде с лучшими в своем классе сервисами управления данными. В массивах VMAX сервисы управления данными представляют собой процессы, которые помогают защищать и перемещать данные заказчика в массиве, а также управлять этими данными. Это встроенные сервисы, внедренные непосредственно в массив VMAX с помощью гипервизора с HYPERMAX OS, чтобы создать уровень абстрагирования ресурсов. Благодаря этому сервисы управления данными могут совместно использовать пулы ресурсов (ядер ЦП, кэш-памяти и полосы пропускания) в самом массиве. Это позволяет оптимизировать производительность во всей системе, а также снизить сложность в среде, так как устраняется необходимость выделять ресурсы (кэш-память системы, ядра ЦП и внешние устройства).

Ниже перечислены некоторые из самых востребованных сервисов управления данными, которые будут предлагаться в линейке продуктов VMAX All Flash:

- удаленная репликация с помощью SRDF;
- локальная репликация с помощью TimeFinder SnapVX;
- встроенная сетевая система хранения данных (eNAS);
- eManagement — встроенное ПО Unisphere for VMAX.

### Удаленная репликация с помощью SRDF

SRDF — это, вероятно, самый популярный сервис управления данными в корпоративном центре обработки данных, поскольку он считается «золотым стандартом» для удаленной репликации. До 70% компаний из списка Fortune 500, использующих VMAX, применяют этот инструмент для репликации критически важных данных в географически рассредоточенных центрах обработки данных по всему миру. SRDF предлагает заказчикам возможность реплицировать десятки тысяч томов на несколько (вплоть до четырех) площадок по всему миру.

В массиве VMAX All Flash работает улучшенная версия SRDF, специально предназначенная для всех сценариев использования флэш-дисков. Эта версия использует многоядерные и многопоточные методики для повышения производительности. Кроме того, применяются мощные алгоритмы однократной отправки данных, многократно обновляемых в одном и том же наборе Delta Set, позволяющие существенно снизить требования к полосе пропускания репликации, а также уменьшить количество записей исходного и целевого внутренних массивов на флэш-диски.

Существует три основных варианта SRDF, доступных заказчикам:

- (1) SRDF Synchronous (SRDF/S) — обеспечивает удаленное зеркалирование данных без потерь между центрами обработки данных, на расстоянии до 100 км.
- (2) SRDF Asynchronous (SRDF/A) — обеспечивает асинхронную удаленную репликацию данных между центрами обработки данных на расстоянии до 12 875 км. SRDF/A можно использовать для поддержки топологий с тремя или четырьмя площадками, которые требуются критически важным приложениям.
- (3) SRDF/Metro — обеспечивает высокую доступность в режиме «активный—активный», непрерывный доступ к данным и мобильность рабочих нагрузок в пределах ЦОД или между центрами обработки данных на расстоянии до 100 км. SRDF/Metro позволяет использовать кластеризацию массивов хранения, а также более высокую отказоустойчивость, оперативность и мобильность данных. SRDF/Metro позволяет хостам или кластерам получать доступ к томам, которые реплицируются между двумя разными площадками. Хосты могут получать оба представления тома с репликацией Metro (R1 и R2), но он отображается для серверной ОС как один и тот же том. Затем хост может выполнять запись одновременно на устройства R1 и R2. В этом сценарии использования обеспечиваются автоматизированное восстановление и бесперебойное переключение приложений при отказе. Это позволяет избежать всех возможных сценариев восстановления. Ниже перечислены другие основные особенности SRDF Metro.
  - SRDF Metro обеспечивает параллельный доступ к томам и группам хранения для бесперебойного доступа к данным и повышения доступности на расстоянии в конфигурациях Metro.
  - Это решение обеспечивает более простую и комплексную мобильность данных.
  - Оно поддерживает расширение кластеризации, которое идеально подходит для сред Microsoft и VMware.

Программное обеспечение SRDF входит в состав пакета ПО FX для массива VMAX All Flash и не лицензируется по емкости. Его можно заказать отдельно в дополнение к пакету ПО F. Все оборудование, необходимое для поддержки SRDF, приобретается отдельно.

### Локальная репликация с помощью TimeFinder SnapVX

В стандартную комплектацию каждого массива VMAX All Flash входит сервис локальной репликации данных TimeFinder SnapVX, который включен в пакет F. SnapVX обеспечивает возможность создания снимков и клонов для томов VMAX и при этом практически не влияет на производительность. SnapVX позволяет создавать до 256 снимков на исходный том и до 16 млн снимков на массив. Пользователи могут присваивать имена для идентификации снимков, а также устанавливать для каждого из них дату автоматического истечения срока действия.

SnapVX позволяет управлять согласованными копиями на определенный момент времени для групп хранения данных с помощью одной операции. К одному исходному тому можно подключить до 1024 целевых томов с обеспечением доступа для чтения и записи как к указателям или полным копиям (клонам).

Эффективная локальная репликация с использованием SnapVX начинается с создания снимка — структуры на основе указателя, в которой сохраняется представление исходного тома на определенный момент времени. Для снимков не требуются целевые тома, они используют выделенные ресурсы внутреннего хранилища совместно с исходным томом и другими снимками исходного тома и занимают дополнительное пространство только в случае изменения исходного тома. Один исходный том может иметь до 256 снимков.



Каждому снимку назначается определяемое пользователем имя, а также при необходимости может быть назначена дата истечения срока действия. Оба параметра можно впоследствии менять. Новые интерфейсы управления предоставляют пользователю возможность создавать снимки всей группы хранения при помощи одной команды.

К снимку на определенный момент времени можно получить доступ путем связывания его с томом, доступным для хоста и называемым целевым томом. Целевые тома представляют собой стандартные «тонкие» тома. Со снимком (или снимками) одного исходного тома можно связать до 1024 целевых томов. Это ограничение может быть достигнуто либо путем связывания всех 1024 целевых томов с одним снимком исходного тома, либо путем связывания нескольких целевых томов с несколькими снимками одного исходного тома. При этом целевой том в каждый момент времени можно связать только с одним снимком.

По умолчанию связь с целевыми томами осуществляется в режиме без копирования. Эта функциональность связи целевого тома без копирования значительно сокращает число операций записи на внутренние флэш-диски, поскольку избавляет от необходимости создавать полную копию исходного тома во время разрыва связи, чтобы использовать целевой том для операций ввода-вывода хоста. В результате уменьшается нагрузка операций записи на внутренние флэш-устройства во время разрыва связи. Это еще больше сокращает потенциальное увеличение объема записи в массиве VMAX All Flash.

## Консолидация блочных и файловых систем хранения с помощью eNAS

Сервис управления данными Embedded NAS (eNAS) позволяет воспользоваться преимуществами VMAX All Flash в файловых системах хранения: он дает заказчикам возможность использовать важные функции корпоративного класса, включая производительность флэш-уровня для блочных и файловых систем хранения, а также упростить управление и сократить затраты на развертывание на 33%. Массив VMAX All Flash с сервисом управления данными eNAS становится унифицированной блочной и файловой платформой. Она использует транзакционное решение NAS с несколькими контроллерами, разработанное для заказчиков, которым необходима гиперконсолидация для блочных систем хранения (традиционный сценарий использования VMAX) в сочетании с высокопроизводительными файловыми системами хранения средних размеров в критически важных средах. В числе стандартных сценариев использования системы eNAS можно отметить следующие: Oracle® на сетевых файловых системах NFS, VMware® на сетевых файловых системах NFS, Microsoft® SQL на SMB 3.0, домашние каталоги и консолидация серверов Windows.

eNAS использует гипервизор операционной системы HYPERMAX для создания и запуска набора виртуальных машин в массиве VMAX All Flash. На этих виртуальных машинах размещены два основных компонента eNAS: программные модули Data Mover и управляющие станции. Встроенные модули Data Mover и управляющие станции имеют доступ к общим системным пулам ресурсов. За счет этого они могут равномерно распределять использование ресурсов VMAX All Flash в плане производительности и емкости.

Помимо производительности и консолидации, VMAX All Flash с eNAS может предоставить заказчику следующие преимущества.

- Масштабируемость — массив может с легкостью обслуживать более 6000 активных подключений SMB
- Файловая система ведения журнала метаданных, которая идеально подходит для среды на флэш-дисках
- Встроенная асинхронная удаленная репликация на уровне файлов с помощью File Replicator
- Интеграция с SRDF/S
- Минимальная поверхность атаки — неустойчивость к вирусам, направленным на стандартные ОС

Сервис управления данными eNAS входит в пакет программного обеспечения FX. Его можно заказать отдельно в дополнение к пакету ПО F. Все оборудование, необходимое для поддержки eNAS в массиве VMAX All Flash, приобретается отдельно.

## Встроенные средства управления (встроенное ПО Unisphere for VMAX)

Заказчики массивов VMAX All Flash могут воспользоваться преимуществами упрощенного управления массивами с помощью встроенного ПО Unisphere for VMAX. ПО Unisphere for VMAX предоставляет интуитивно понятный интерфейс управления, с помощью которого ИТ-руководители могут оптимизировать производительность труда персонала, существенно сократив время, которое требуется на выделение и мониторинг ресурсов хранения VMAX All Flash, а также управление ими.

Встроенное ПО Unisphere позволяет заказчикам упростить управление, снизить затраты и повысить доступность благодаря работе программного обеспечения для управления VMAX All Flash непосредственно в массиве. Встроенные средства управления настраиваются на заводе для обеспечения максимальной быстрой установки на площадке. Эта функция работает как контейнер в гипервизоре с HYPERMAX OS, поэтому заказчику не требуется выделять собственное оборудование для управления массивами. Помимо Unisphere, другие ключевые элементы сервиса управления данными eManagement включают в себя Solutions Enabler, Database Storage Analyzer и программное обеспечение для управления SMI-S.

Unisphere for VMAX обеспечивает простоту, гибкость и автоматизацию — ключевые требования для ускорения трансформации в центре обработки данных на флэш-дисках. С Unisphere для VMAX пользователи, которые часто создают и сворачивают конфигурации системы хранения, проще повторно настроить массивы, поскольку для удаления и перепрофилирования томов требуется меньшее количество действий. С массивом VMAX All Flash выделение ресурсов хранения на хост или в виртуальную машину выполняется в четыре простых шага с использованием уровня обслуживания СХД класса Diamond, заданного по умолчанию. Это гарантирует, что время отклика всех приложений будет на уровне доли миллисекунды. С помощью Unisphere for VMAX заказчик может настроить конфигурации SRDF с несколькими площадками всего за несколько минут.

Встроенное ПО Unisphere — это прекрасное средство для управления одним массивом VMAX All Flash. При этом заказчикам, которым требуется более полное представление всего центра обработки данных, Dell EMC предлагает Unisphere 360. Программное обеспечение Unisphere 360 может агрегировать до 200 массивов VMAX или VMAX All Flash в одном центре обработки данных и осуществлять их мониторинг. Это решение идеально подходит для заказчиков, использующих несколько массивов VMAX All Flash со встроенными средствами управления (eManagement). Оно позволяет получить более полное представление всего центра обработки данных. С помощью Unisphere 360 администраторы систем хранения данных могут просматривать отчеты о состоянии каждого массива VMAX на уровне площадки или координировать соответствие версиям кода и другим требованиям регуляторов к техническому обслуживанию инфраструктуры. Теперь заказчики могут воспользоваться упрощенным управлением VMAX All Flash в масштабах центра обработки данных.

Встроенные программные продукты Unisphere и Database Storage Analyzer доступны в любом массиве VMAX All Flash, так как они включены в пакет программного обеспечения F. ПО Unisphere 360 входит в пакет программного обеспечения FX. Его также можно заказать в дополнение к программному пакету F. ПО Unisphere 360 не работает во встроенной среде. Для него потребуется дополнительное серверное оборудование, поставляемое заказчиком.

## VMAX All Flash — высокая доступность и отказоустойчивость

Благодаря надежности, доступности и удобству обслуживания массивы VMAX All Flash идеально подходят для сред, требующих постоянной доступности. В архитектуру этих массивов заложена возможность обеспечить надежность на уровне «шести девяток» в критически важных средах с самыми высокими требованиями. Ниже перечислены функциональные особенности, которые обеспечивают доступность, возможность резервирования и безопасность VMAX All Flash.

- В массиве отсутствуют критические точки отказа. Для всех компонентов VMAX All Flash предусмотрены резервные элементы, что позволяет выдержать собой любого из них.
- Зарезервированные в полном объеме узлы с поддержкой «горячего» подключения, заменяемые в ходе эксплуатации (FRU), обеспечивают возможность устранения неполадок без вывода системы из оперативного режима.
- Несколько вариантов развертывания RAID 5 и RAID 6 позволяют при необходимости обеспечить самый высокий уровень защиты
- Зеркалируемая кэш-память, в которой распределяются копии записей кэш-памяти для обеспечения максимальной доступности.
- Мониторинг срока службы флэш-дисков в HYPERMAX OS — особенность флэш-дисков заключается в том, что данные в их ячейки флэш-памяти NAND можно записывать ограниченное количество раз. Это называется износоустойчивостью флэш-дисков. Встроенное ПО дисков сообщает об этом показателе как о «процентах использования жизненного цикла». HYPERMAX OS периодически собирает и отслеживает эту информацию и использует ее для активации оповещений, направляемых в центр обслуживания заказчиков Dell EMC незадолго до окончания срока службы конкретного диска.
- Хранилище на флэш-дисках с резервным аккумулятором, обеспечивающее перенос содержимого кэш-памяти на флэш-диски и правильное завершение работы для защиты данных в случае сбоя электропитания.
- Удаленная репликация в режиме «активный-активный» посредством SRDF/Metro с доступом к площадкам A и B для чтения и записи обеспечивает мгновенный доступ к данным в случае аварии на площадке.
- В массиве поддерживается полностью бесперебойная модернизация, в том числе загрузка ПО для HYPERMAX OS (от малых обновлений до выпусков основных версий).
- непрерывный мониторинг системы, уведомление службы поддержки (функция «звонок домой») и расширенные возможности удаленной диагностики.
- Шифрование данных в состоянии покоя (D@RE) с интегрированным диспетчером ключей RSA®, соответствующее стандарту FIPS 140-2, позволяет удовлетворить самые строгие требования законодательства.
- Кодирование данных по стандарту T10 DIF с расширениями для защиты от потери записей.
- Подробный анализ возможных причин и последствий сбоев (FMEA) во время разработки каждого компонента, позволяющий надлежащим образом устранить неисправности.
- Расширенное обнаружение и выявление ошибок, позволяющее идентифицировать износ на ранних стадиях и предотвратить передачу недопустимых данных в качестве допустимых.
- Обслуживание определено и расписано так, чтобы обеспечить успешную работу системы. Сценарии обслуживания, в частности, предусматривают цветную индикацию жил и схему прокладки кабелей, пошаговые инструкции и проверку ключевых параметров.
- Хранилище данных с кэш-памятью на твердотельных дисках, способное продолжать работу после сбоев двух ключевых компонентов, что обеспечивает восстановление системы даже после поломки компонентов оборудования до сбоя хранилища и поломки еще одного компонента после цикла включения/выключения.
- Надлежащая обработка тепловых колебаний с безопасным выключением, например при отключении системы кондиционирования воздуха в центре обработки данных.
- **Для интегрированной защиты данных с помощью резервного копирования и быстрого восстановления используется технология DELL EMC ProtectPoint. В ней объединены «золотые стандарты» резервного копирования и ведущая в отрасли технология репликации SRDF.**

## Конфигурации VMAX All Flash для открытых систем

Для конфигураций открытых систем модуль массива VMAX All Flash называется «V-Brick». Для каждого начального модуля V-Brick для открытых систем на заводе-изготовителе Dell EMC предварительно настраивается собственный системный отсек. В систему добавляются конфигурации системного отсека с двумя узлами, используемые исключительно в качестве дополнительных модулей V-Brick. Можно также использовать стойки заказчиков — при условии, что это стандартные 19-дюймовые стойки NEMA, соответствующие стандартам Dell EMC для кабельного доступа и охлаждения.

## Конфигурации V-Brick для открытых систем в VMAX 250F

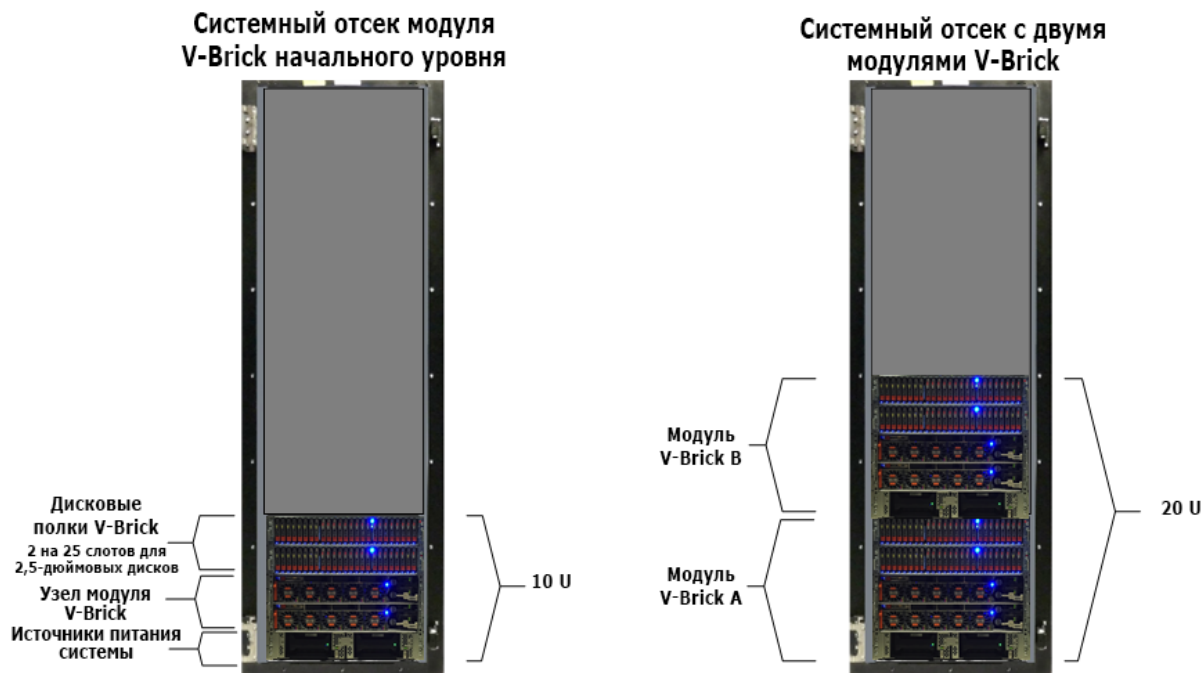
Все модули V-Brick массива VMAX 250F имеют 11 Тбайт базовой полезной емкости. Эту емкость обеспечивают флэш-диски по 960 Гбайт, 1,92 Тбайт, 3,84 Тбайт, 7,68 Тбайт и 15,36 Тбайт. Ее можно увеличивать, добавляя пакеты полезной флэш-емкости по 11 Тбайт. Узлы модулей V-Brick в VMAX 250F содержат по 2 директора, каждый из которых имеет 512 Гбайт, 1 Тбайт или 2 Тбайт памяти, а также включает в себя два 12-ядерных процессора. VMAX 250F поставляется в конфигурации с двумя узлами в одном



шкафу. Шкаф системы VMAX 250F можно горизонтально масштабировать для не более чем 2 полных модулей V-Brick и 100 дисков на напольной плите, получив до 1 Пбайт полезной емкости в пространстве стойки 20U. Оставшееся пространство стойки можно использовать для размещения дополнительной системы VMAX 250F или оборудования заказчика, например серверов и коммутаторов.

На рисунке ниже показаны конфигурация системного отсека модуля V-Brick начального уровня в массиве VMAX 250F и конфигурация системного отсека с двумя модулями V-Brick.

**Рисунок 4. Конфигурация модуля V-Brick начального уровня в VMAX 250F и системный отсек с двумя модулями V-Brick**

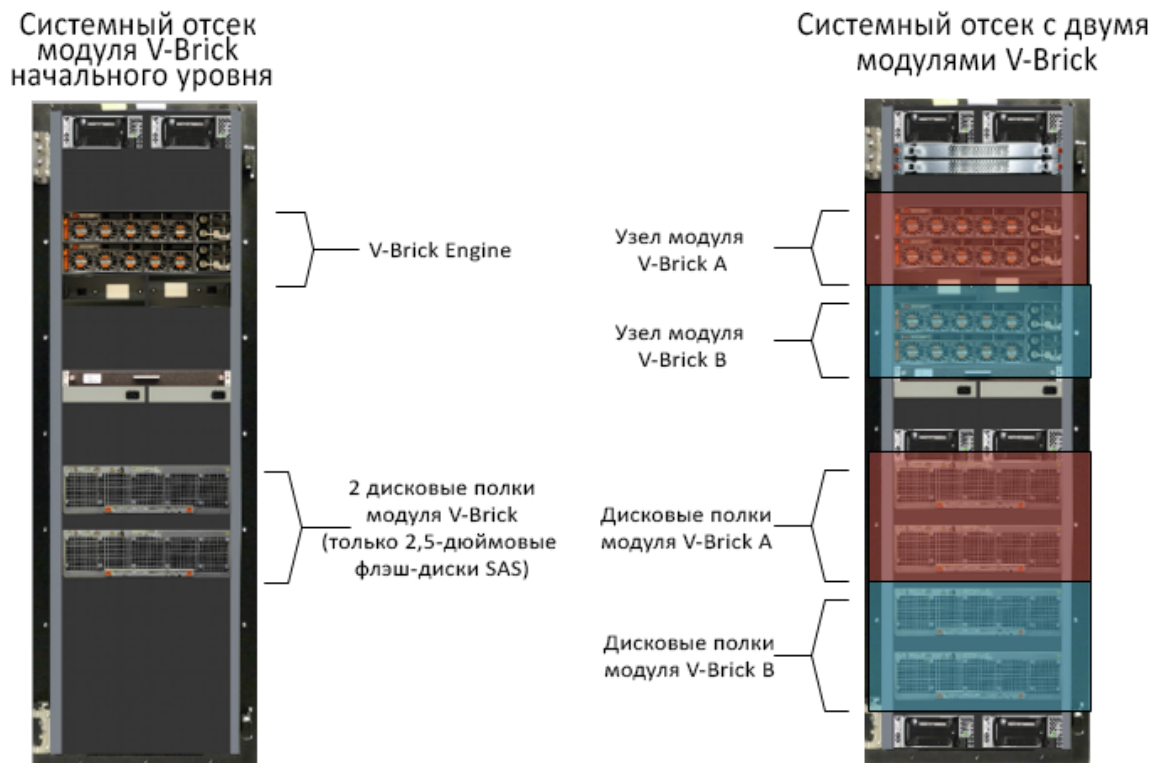


### Конфигурации V-Brick для открытых систем в VMAX 450F и VMAX 850F

Все конфигурации VMAX 450F и 850F для открытых систем также имеют встроенные модули V-Brick, которые включают в себя ресурсы и базовую полезную емкость 53 Тбайт. Эту емкость обеспечивают флэш-диски по 960 Гбайт, 1,92 Тбайт и 3,84 Тбайт. Ее можно увеличивать, добавляя пакеты полезной флэш-емкости по 13 Тбайт. Узлы 450F и 850F содержат по 2 директора с 1 Тбайт или 2 Тбайт памяти и двумя процессорами на один директор (8-ядерными с частотой 2,6 ГГц для 450F и 12-ядерными с частотой 2,7 ГГц для 850F) и поставляются в шкафах с двумя узлами. В одном шкафу можно разместить 2 полных модуля V-Brick и 480 дисков на напольной плите с 1 Пбайт полезной емкости. VMAX 450F вертикально масштабируется до 4 модулей V-Brick и 2 Пбайт полезной емкости на систему, а 850F — до 8 модулей V-Brick и 4 Пбайт полезной емкости на систему.

На рисунке ниже показаны конфигурация системного отсека модуля V-Brick начального уровня в массивах VMAX 450F и 850F и конфигурация системного отсека с двумя модулями V-Brick.

**Рисунок 5. Конфигурация модуля V-Brick начального уровня в VMAX 450F/850F и системный отсек с двумя модулями V-Brick**



Модель VMAX 450F можно горизонтально масштабировать до четырех модулей V-Brick. Для этого потребуется два системных отсека (две напольные плиты). VMAX 850F можно масштабировать до восьми модулей V-Brick, для которых потребуется четыре системных отсека (четыре напольные плиты). Системные отсеки можно размещать на расстоянии до 25 метров друг от друга, используя оптические кабели.

### **Возможности внешнего подключения модулей V-Brick для открытых систем**

Для модулей V-Brick можно обеспечить доступ к охлаждающим вентиляторам узла и блокам питания с лицевой стороны, а к модулям ввода-вывода, модулям управления и управляющим станциям — с тыльной. Количество используемых в узле модуля V-Brick универсальных модулей ввода-вывода зависит от требований заказчика к функциональности, поэтому некоторые слоты могут не использоваться.

Существует несколько поддерживаемых типов внешнего подключения модуля V-Brick, доступных для поддержки нескольких протоколов и разных скоростей. В таблице ниже приведены различные модули внешнего подключения, доступные для модулей V-Brick в массивах VMAX All Flash.

**Таблица 5. Модули внешнего подключения узла V-Brick для открытых систем в массиве VMAX All Flash**

Тип подключения	Тип модуля	Число портов	Сочетание с протоколами	Поддерживаемая скорость (Гбит/с)
Fibre Channel	Fibre Channel 8 Гбит/с	4	SRDF	2/4/8
Fibre Channel	Fibre Channel 16 Гбит/с	4	SRDF	2/8/16
SRDF	10 гигабит Ethernet	4	iSCSI	10
SRDF	Gigabit Ethernet	2	Нет	1
iSCSI	10 гигабит Ethernet	4	SRDF	10
Cloud Array (CA)	Fibre Channel 8 Гбит/с	4	Fibre Channel, SRDF	2/4/8
eNAS	10 гигабит Ethernet	2	Нет	10
eNAS	10 гигабит Ethernet (медный кабель)	2	Нет	10
Резервное копирование на ленту eNAS	Fibre Channel 8 Гбит/с	4	Нет	2/4/8

Количество внешних портов модуля V-Brick масштабируется в зависимости от типа протокола: до 32 для VMAX 250F и до 24 для VMAX 450F и 850F.

Используя модули операций ввода-вывода с четырьмя портами Fibre Channel 8 Гбит/с и 16 Гбит/с, заказчик может комбинировать серверные подключения по Fibre Channel и SRDF, применяя различные порты. Аналогично в 4-портовом модуле ввода-вывода 10 гигабит Ethernet можно сочетать возможности серверного подключения по iSCSI и GigE SRDF, используя разные порты в модуле. Кроме того, заказчик может сочетать подключение по Fibre Channel с DELL EMC Cloud Array, а также серверное подключение по Fibre Channel с SRDF, используя модули Fibre Channel 8 Гбит/с. Модули ввода-вывода с пропускной способностью в гигабит Ethernet, предназначенные для eNAS, выделяются и не могут использоваться для других типов подключения по Ethernet, например iSCSI и SRDF.

В таблице ниже показаны другие модули, которые используются модулем V-Brick.

**Таблица 6. Другие модули узла V-Brick для открытых систем в массивах VMAX 250F, 450F и 850F**

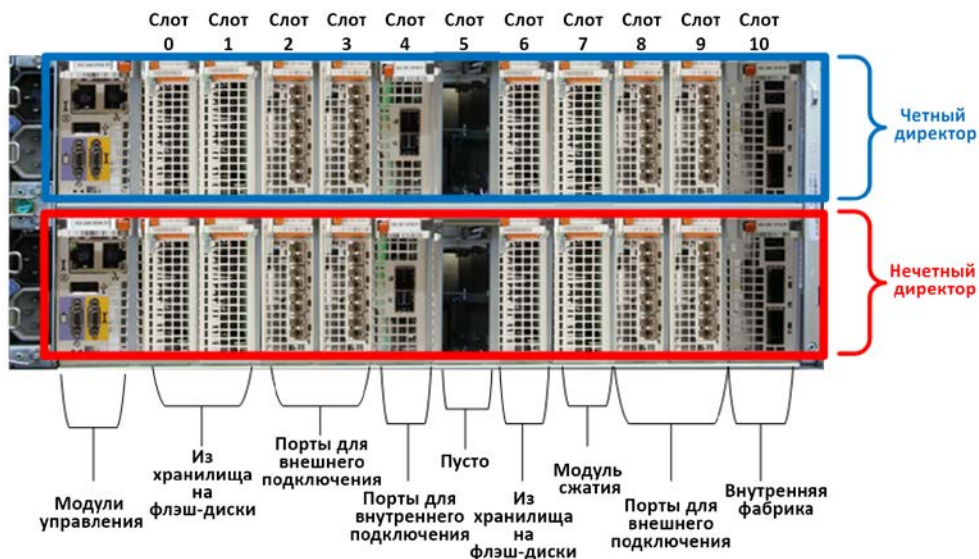
Тип модуля	Назначение
Из хранилища на флэш-диски	Флэш-диски для хранилища и метаданных (4 диска емкостью 800 Гбайт для VMAX 450F и 850F, 3 диска емкостью 400 Гбайт или 800 Гбайт для VMAX 250F)
Внутренняя фабрика	Внутренние подключения к фабрике InfiniBand
Внутренний модуль SAS	Внутреннее подключение SAS к дисковым полкам (12 Гбит/с для VMAX 250F, 6 Гбит/с для VMAX 450F и 850F)
Модуль сжатия	Модуль адаптивного сжатия (ACE) и сжатие SRDF

VMAX 250F будет использовать до 3 модулей, сохраняющих данные на флэш-диски, а в системах VMAX 450F и VMAX 850F используется до 4 таких модулей. Для систем VMAX 450F и VMAX 850F требуется дополнительный флэш-модуль из-за большей полезной емкости, до которой можно масштабировать VMAX 450F и 850F. Модули, сохраняющие данные на флэш-диски, обычно занимают слоты 0, 1 и 6 узла модуля V-Brick в VMAX 250F, а аналогичные модули в VMAX 850F и VMAX 450F обычно занимают слоты 0, 1, 6 и 7 узла модуля V-Brick.

Модули сжатия выполняют все операции узла адаптивного сжатия (ACE), а также сжатие SRDF для систем VMAX All Flash. В результате, чтобы выполнить задачу сжатия, не требуется использовать циклы ядер ЦП узла. Каждый модуль V-Brick будет использовать пару модулей сжатия (по одному на один директор каждого модуля V-Brick). Модули сжатия обычно находятся в слоте 7 в массиве VMAX 250F и в слоте 9 в массивах VMAX 450F и 850F.

На рисунке ниже показана стандартная структура узла модуля V-Brick в массиве VMAX 250F.

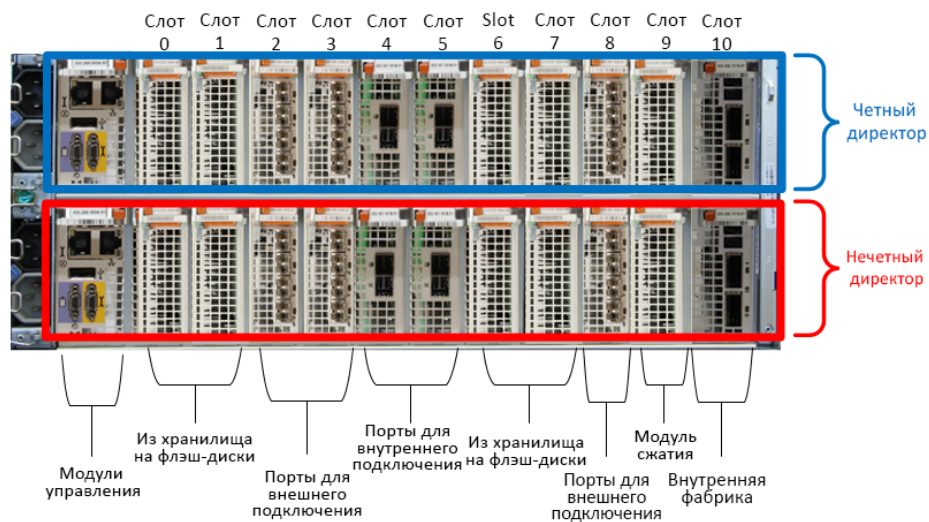
**Рисунок 6. Стандартная структура узла модуля V-Brick в массиве VMAX 250F**



Примечание. В массиве VMAX 250F слот 5 остается пустым (не используется).

На рисунке ниже показана стандартная структура узла модуля V-Brick в массивах VMAX 450F и 850F.

**Рисунок 7. Стандартная структура узла модуля V-Brick в массивах VMAX 450F и 850F**



## Пакеты ПО для VMAX All Flash для открытых систем

Чтобы упростить заказ программного обеспечения и управление им, VMAX All Flash будет предлагать два разных пакета программного обеспечения для VMAX 250F, VMAX 450F и VMAX 850F в средах открытых систем.

Первый из них — «пакет F». Его можно считать пакетом начального уровня. Пакет F включает в себя HYPERMAX OS, встроенные средства управления, SnapVX и AppSync Starter Pack. Любое программное обеспечение, поддерживаемое в VMAX All Flash, можно добавить в пакет F по заказу как дополнительное ПО. Модели VMAX All Flash, которые используют пакет F, называются VMAX 250F, VMAX 450F и VMAX 850F.

Второй вариант — «пакет FX» — включает в себя больше ПО. Пакет FX включает в себя все компоненты пакета F, а также SRDF/S, SRDF/A, SRDF/STAR, SRDF/Metro, CloudArray Enabler, D@RE, eNAS, Unisphere 360 и ViPR Suite. FX предлагается с пакетной скидкой по сравнению с эквивалентным предложением F, которое включает в себя возможность заказа множества дополнительных программных продуктов. Заказчики могут добавить в пакет FX любой продукт, который поддерживается в массивах VMAX All Flash, заказав его отдельно, включая ProtectPoint, полный пакет AppSync и Dell EMC Storage Analytics. Модели VMAX All Flash, которые используют пакет FX, называются VMAX 250FX, VMAX 450FX и VMAX 850FX. В таблице ниже приведено программное обеспечение, которое входит в каждый пакет для VMAX All Flash.

Таблица 7. Пакеты ПО для открытых систем с массивами VMAX All Flash

Функциональность	Входит в пакет F	Доступно для пакета F по заказу	Входит в пакет FX	Доступно для пакета FX по заказу	Примечания
HYPERMAX OS	✓		✓		Включает в себя инструменты миграции, виртуальные тома и средства контроля качества обслуживания (3)
Комплексное управление	✓		✓		Включает в себя Unisphere for VMAX, Database Storage Analyzer, Solutions Enabler и SMI-S
Локальная репликация	✓		✓		Включает в себя TimeFinder SnapVX
AppSync Starter Pack	✓		✓		
Пакет Remote Replication Suite (1)		✓	✓		Включает в себя SRDF/S/A/STAR
SRDF/Metro (1)		✓	✓		
Unisphere 360		✓	✓		
Cloud Array Enabler (1)		✓	✓		
D@RE (2)		✓	✓		
eNAS (1) (2)		✓	✓		
ViPR Suite		✓	✓		Включает в себя ViPR Controller и ViPR SRM
ProtectPoint		✓		✓	
PowerPath		✓		✓	
Полный пакет AppSync		✓		✓	
DELL EMC Storage Analytics		✓		✓	

- (1) Пакет FX включает в себя лицензирование программного обеспечения. Необходимое оборудование требуется заказывать отдельно
- (2) Заводская конфигурация должна быть включена во время процесса заказа
- (3) Включает в себя ограничение числа серверных операций ввода-вывода

## Массив VMAX All Flash для мейнфреймов

Для конфигураций мейнфреймов модуль массива VMAX All Flash называется «zBrick». Для каждого начального модуля zBrick для мейнфреймов на заводе-изготовителе Dell EMC предварительно настраивается собственный системный отсек. В систему добавляются конфигурации системного отсека с двумя узлами, используемые исключительно в качестве дополнительных модулей zBrick.

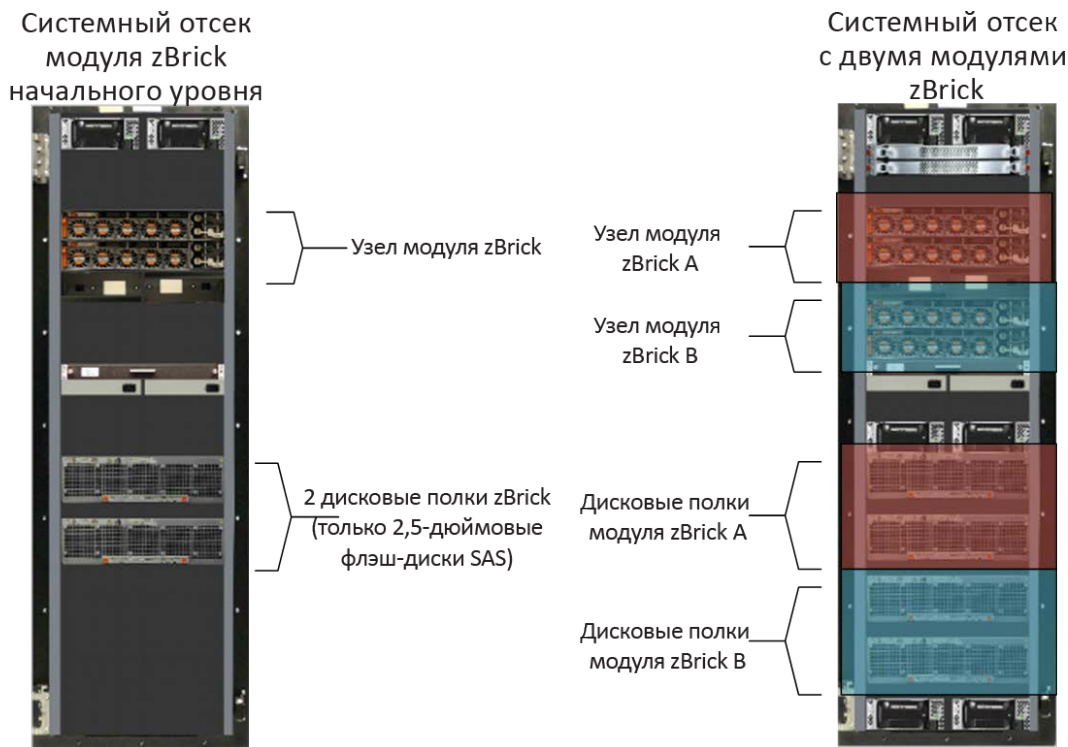
К массивам VMAX All Flash для мейнфреймов относятся только продукты VMAX 450F и 850F. Они должны выполнять только рабочие нагрузки мейнфреймов. Не допускается сочетание рабочих нагрузок мейнфреймов и открытых систем. VMAX 250F не поддерживает рабочие нагрузки мейнфреймов.

## Конфигурации системы zBrick для мейнфреймов в массивах VMAX 450F и 850F

Все модули zBrick в массивах VMAX 450F и 850F для мейнфреймов имеют базовую полезную емкость 53 Тбайт. Эту емкость обеспечивают флэш-диски по 960 Гбайт, 1,92 Тбайт и 3,84 Тбайт. Ее можно увеличивать, добавляя пакеты zCapacity по 13 Тбайт полезной емкости. Узлы модулей zBrick в массивах 450F и 850F содержат по 2 директора с 1 Тбайт или 2 Тбайт памяти и двумя процессорами на один директор (8-ядерными с частотой 2,6 ГГц для 450F и 12-ядерными с частотой 2,7 ГГц для 850F) и поставляются в шкафах с двумя узлами. В одном шкафу можно разместить два полных модуля zBrick и 480 дисков на напольной плите вместе с 400 Пбайт полезной емкости. VMAX 450F вертикально масштабируется до четырех модулей zBrick и 800 Тбайт полезной емкости на систему, а 850F — до восьми модулей zBrick и 1,7 Пбайт полезной емкости на систему. Модуль zBrick для мейнфреймов не поддерживает Adaptive Compression Engine (ACE), поэтому вся емкость системы выражается в виде полезной емкости.



**Рисунок 8. Конфигурация модуля zBrick начального уровня в VMAX 450F/850F и системный отсек с двумя модулями zBrick**



Модель VMAX 450F можно горизонтально масштабировать до четырех модулей zBrick. Для этого потребуется два системных отсека (две напольные плиты). VMAX 850F можно масштабировать до восьми модулей zBrick, для которых потребуется четыре системных отсека (четыре напольные плиты). Системные отсеки можно размещать на расстоянии до 25 метров друг от друга, используя оптические кабели.

### Варианты внешнего подключения модуля zBrick для мейнфреймов

Для модулей zBrick можно обеспечить доступ к охлаждающим вентиляторам узла и блокам питания с лицевой стороны, а к модулям ввода-вывода, модулям управления и управляющим станциям — с тыльной. Количество используемых в узле модуля zBrick универсальных модулей ввода-вывода зависит от требований заказчика к функциональности, поэтому некоторые слоты могут не использоваться.

zBrick поддерживает внешние подключения по FICON и SRDF. В таблице ниже приведены различные модули внешнего подключения, доступные для модулей zBrick в массивах VMAX All Flash.

**Таблица 8. Модули внешнего подключения узла V-Brick для открытых систем в массиве VMAX All Flash**

Тип подключения	Тип модуля	Число портов	Сочетание с протоколами	Поддерживаемая скорость (Гбит/с)
FICON	FICON 16 Гбит/с	4	Режим с одним или несколькими протоколами	4/8/16
SRDF	Fibre Channel 16 Гбит/с	4	Нет	4/8/16
SRDF	Fibre Channel 8 Гбит/с	4	Нет	4/4/8
SRDF	10 гигабит Ethernet	4	Нет	10
SRDF	Gigabit Ethernet	2	Нет	1

Количество внешних портов zBrick масштабируется до не более чем 32, если SRDF не используется. Если в конфигурации использовался SRDF, один из внешних слотов на каждом директоре узла занимает модуль сжатия SRDF. Это ограничивает количество доступных внешних портов zBrick до 24. По умолчанию каждый модуль zBrick поставляется с двумя модулями FICON.

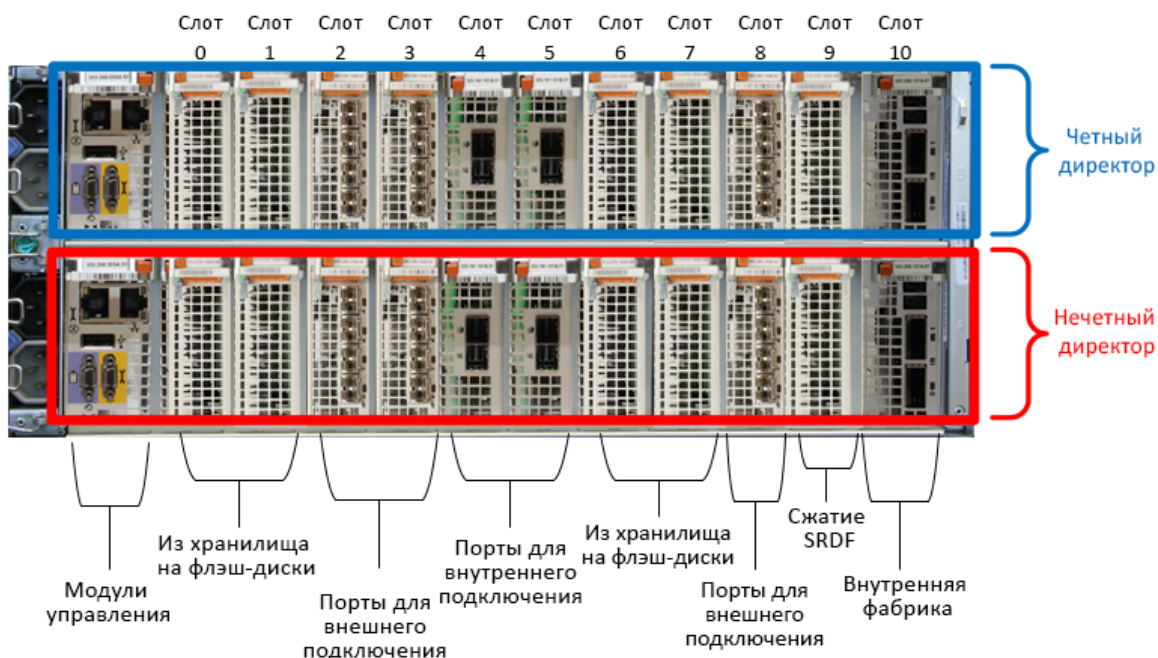
Таблица 9. Другие модули узла zBrick в VMAX 450F и 850F для мейнфреймов

Тип модуля	Назначение
Из хранилища на флэш-диски	Флэш-диски для хранилища и метаданных (4 диска емкостью 800 Гбайт для VMAX 450F и 850F)
Внутренняя фабрика	Внутренние подключения к фабрике InfiniBand
Внутренний модуль SAS	Внутреннее подключение SAS к дисковым полкам (6 Гбит/с для VMAX 450F и 850F)
Модуль сжатия (дополнительно)	Только сжатие SRDF

В системах VMAX 450F и VMAX 850F используется до четырех модулей, сохраняющих данные на флэш-диски. Для систем VMAX 450F и VMAX 850F требуется дополнительный флэш-модуль из-за большей полезной емкости, до которой можно масштабировать VMAX 450F и 850F. Модули, сохраняющие данные на флэш-диски, обычно занимают слоты 0, 1, 6 и 7 узла zBrick в VMAX 450F и VMAX 850F.

На рисунке ниже показан стандартный узел модуля zBrick в массивах VMAX 450F и 850F, настроенный для SRDF.

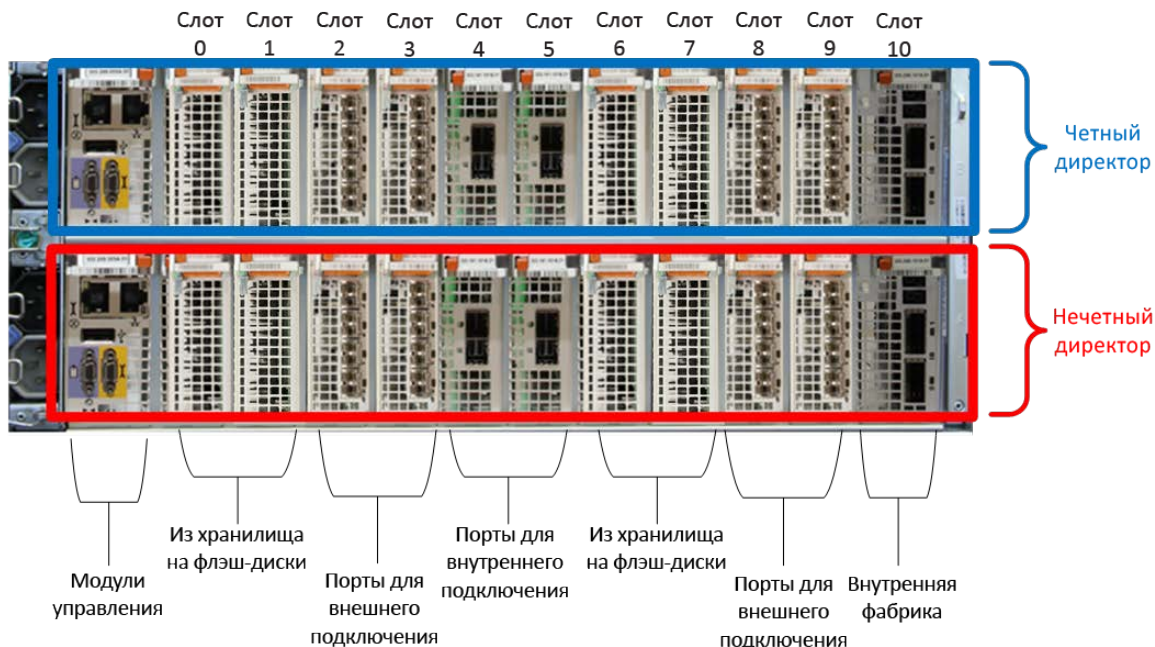
Рисунок 9. Стандартная структура узла модуля zBrick в массивах VMAX 450F и 850F с SRDF



Если в конфигурации используется SRDF, каждый модуль zBrick будет использовать пару модулей сжатия SRDF (по одному на один директор каждого модуля zBrick). Модули сжатия SRDF обычно находятся в слоте 9 в массивах VMAX 450F и 850F. Когда SRDF не используется в конфигурации zBrick, внешний модуль можно разместить в слоте 9, чтобы обеспечить дополнительную возможность внешнего подключения. На рисунке ниже показана конфигурация стандартного узла модуля zBrick без SRDF.



Рисунок 10. Стандартная структура узла модуля zBrick в массивах VMAX 450F и 850F без SRDF



**Пакеты программного обеспечения VMAX All Flash для мейнфреймов**

Программное обеспечение для поддержки мейнфреймов поставляется в составе двух пакетов: z/F (базовый пакет) и z/FX (включает больше программ и расширенную функциональность). Кроме того, многие программные функции для мейнфреймов можно заказать отдельно. Эти пакеты отличаются от стандартных пакетов на флэш-дисках и включают в себя основную функциональность, используемую заказчиками мейнфреймов. В таблице ниже описаны пакеты программного обеспечения VMAX All Flash для мейнфреймов.

Таблица 10. Пакеты программного обеспечения VMAX All Flash для мейнфреймов

Функциональность	Входит в пакет zF	Доступно для пакета zF по заказу	Входит в пакет zFX	Доступно для пакета zFX по заказу	Примечания
HYPERMAX OS	✓		✓		Включает в себя инструменты миграции и контроля качества обслуживания
Комплексное управление	✓		✓		Включает в себя Unisphere for VMAX, Database Storage Analyzer, Solutions Enabler и SMI-S
Локальная репликация	✓		✓		Включает в себя TimeFinder SnapVX
Mainframe Essentials	✓		✓		
Пакет Remote Replication Suite (1) (3)		✓	✓		Включает в себя SRDF/S/A/STAR
Unisphere 360		✓	✓		
AutoSwap		✓	✓		
D@RE (2)		✓	✓		
ZDP		✓	✓		
GDDR (3)		✓		✓	

- (1) Пакет zFX включает в себя лицензирование программного обеспечения. Любое необходимое дополнительное оборудование требуется заказывать отдельно
- (2) Заводская конфигурация должна быть включена во время процесса заказа
- (3) Чтобы использовать SRDF/STAR для мейнфреймов, требуется GDDR

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

VMAX All Flash — это революционный массив на флэш-дисках, разработанный для самых требовательных и критически важных рабочих нагрузок корпоративных центров обработки данных. Его уникальная модульная архитектура обеспечивает высокую масштабируемость и предсказуемую высокую производительность независимо от рабочей нагрузки. В массив встроены сложные алгоритмы, которые максимально повышают производительность флэш-дисков и увеличивают срок их службы. Уникальные сервисы управления данными и архитектура с высокой доступностью на уровне «шести девяток» делают этот массив ведущим решением для корпоративной среды, для которой требуются простота использования и высокая надежность.

## ССЫЛКИ

[Технические указания по локальной репликации DELL EMC VMAX — номер по каталогу H13697](#)

[Технические указания по встроенной унифицированной сетевой системе хранения данных в массивах семейства DELL EMC VMAX — номер по каталогу H13904](#)

[Надежность, доступность и удобство обслуживания DELL EMC VMAX —технические указания — номер по каталогу H13807](#)

[Технические указания с обзором DELL EMC VMAX SRDF/Metro и передовыми практиками — номер по каталогу H14556](#)

[Элементы управления качеством обслуживания DELL EMC VMAX3 и VMAX All Flash для многопользовательских сред](#)