

# Информация о распространении перегрузки и его предотвращении

В этом документе описывается, как распространение перегрузки может повлиять на вашу сеть хранения данных (SAN), метрики, используемые для описания серьезности каждого типа перегрузки для Connectrix B-Series и MDS-Series, а также превентивные меры, которые могут быть приняты, чтобы предотвратить последствия распространения перегрузки

Май 2019 г.

Информация о распространении перегрузки и его предотвращении | H17762.2 |

## Исправления

Дата	Описание
Май 2019 г.	Первоначальная редакция

## Благодарности

Этот документ подготовлен следующими участниками рабочей группы по разработке систем хранения Dell EMC:

Авторы:

Алан Раджапа (Alan Rajara)

Эрик Смит (Erik Smith)

Содержащаяся в данной публикации информация предоставляется на условиях «как есть». Dell Inc. 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 любого программного обеспечения, описанного в данной публикации, требует наличия соответствующей лицензии.

©Опубликовано в мае 2019 г.: Dell Technologies или ее дочерние компании. Все права защищены. Dell, EMC, Dell EMC, а также другие товарные знаки являются товарными знаками Dell Inc. или ее дочерних компаний. Другие товарные знаки являются собственностью их владельцев.

По сведениям Dell информация, содержащаяся в данной публикации, является правильной на дату публикации. Информация может измениться без оповещения.

# Оглавление

1	Предисловие.....	4
2	Обзор.....	6
	НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ.....	6
3	Что такое распространение перегрузки?.....	8
4	Распространение перегрузки из-за превышения лимита.....	11
	Базовая линия приложения.....	12
	Создание графиков базовых профилей приложения.....	12
	4.1.1 Brocade.....	18
	4.1.2 Cisco.....	19
	ОПОВЕЩЕНИЯ UNISPHERE О РАСПРОСТРАНЕНИИ ПЕРЕГРУЗКИ.....	20
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	25
5	Исправление.....	26
	ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ.....	26
	Коэффициент пропускной способности.....	26
	Внедрение ограничений пропускной способности.....	27
6	Приложение.....	29
	ВКЛЮЧЕНИЕ МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ.....	29
	МОНИТОРИНГ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЕРЕГРУЗКИ В CONNECTRIX.....	31
	6.1.1 Brocade.....	31
	6.1.2 Cisco.....	36
	6.1.3 Dell EMC.....	44
	6.1.4 Brocade.....	44
	6.1.5 Cisco.....	45
	6.1.6 Превышение лимита.....	46
	6.1.7 Brocade.....	47
	6.1.8 Cisco.....	49

В этом документе описывается, как распространение перегрузки может повлиять на вашу сеть хранения данных (SAN), метрики, используемые для описания серьезности каждого типа перегрузки для Connectrix B-Series и MDS-Series, а также превентивные меры, которые могут быть приняты, чтобы предотвратить последствия распространения перегрузки.

В рамках усилий по усовершенствованию и повышению производительности и для расширения возможностей своей линейки продуктов компания Dell EMC периодически выпускает обновленные версии своего аппаратного и программного обеспечения. Поэтому некоторые функции, описанные в этом документе, могут поддерживаться не во всех текущих версиях программного обеспечения или оборудования. Для получения обновленной информации о функциях продуктов см. соответствующие примечания к выпуску.

Если продукт не функционирует надлежащим образом или не функционирует так, как описано в данном документе, обратитесь к представителю Dell EMC.

### Аудитория

Это техническое руководство предназначено для эксплуатационного персонала Dell EMC, включая консультантов по технологиям, а также для разработчиков, администраторов и операторов систем хранения, которые занимаются приобретением, управлением, эксплуатацией или проектированием сетевой среды хранения данных, содержащей EMC и устройства хоста.

### Связанная документация

Вся связанная документация и примечания к выпуску доступны на веб-сайте <https://dell.com/support>. Щелкните **Support by Product** (Поддержка по продукту), введите название продукта и затем щелкните **Documentation** (Документация).

### Таблица Dell EMC Support Matrix и проверка совместимости E-Lab

Для получения обновленной информации всегда обращайтесь к *таблице Dell EMC Support Matrix*, доступной в средстве проверки совместимости E-Lab Interoperability Navigator (ELN) на странице <https://www.dell.com/en-us/products/interoperability/elab.htm#tab0=2>

### Ресурсы поддержки

Поддержку по решениям Dell EMC, информацию о продуктах и лицензировании можно получить на веб-сайте центра онлайн-поддержки Dell EMC, как описано далее.

**Примечание.** Чтобы открыть сервисную заявку на веб-сайте центра онлайн-поддержки Dell EMC, необходимо иметь действующее соглашение о поддержке. Обратитесь к менеджеру по продажам Dell EMC, чтобы получить от него сведения о том, как можно заключить соглашение о поддержке, а также ответы на любые вопросы, связанные с вашей учетной записью.

### Сведения о продуктах

Документацию, примечания к выпускам, обновления программного обеспечения, а также сведения о продуктах Dell EMC, их лицензировании и сервисном обслуживании можно найти на веб-сайте центра онлайн-поддержки Dell EMC (требуется регистрация): <https://www.dell.com/support>

### Техническая поддержка

Dell EMC предлагает широкий спектр вариантов поддержки.

**Поддержка по продукту —**

Консолидированную информацию о конкретных продуктах Dell EMC можно найти на веб-сайте:

<https://support.dell.com/products>

На веб-страницах «Support by Product» (Поддержка по продукту) содержатся ссылки на документацию, технические документы, рекомендации (например, часто используемые статьи базы знаний) и загружаемые файлы. Кроме того, здесь есть ссылки и на более динамичные материалы, такие как презентации, обсуждения, соответствующие записи форума по обслуживанию заказчиков, а также ссылка на онлайн-чат Dell EMC.

**Онлайн-чат Dell EMC —**

Откройте чат или сессию обмена мгновенными сообщениями с инженером службы поддержки Dell EMC.

**Поддержка электронного лицензирования**

Для активации своих лицензионных прав и получения файлов лицензии посетите веб-сайт центра по обслуживанию <https://dell.com/support> согласно инструкциям в отправленном вам по электронной почте письме с кодом авторизации лицензии (LAC).

## 2

### Обзор

Цель этого технического документа заключается в том, чтобы:

1. Описать, как распространение перегрузки может повлиять на сеть хранения данных (SAN).
2. Определить метрики, используемые в целях описания серьезности и типа перегрузки для продуктов Connectrix B-Series и MDS-Series.
3. Описать превентивные меры, которые могут использоваться для предотвращения последствий распространения перегрузки.
4. Продемонстрировать, как использовать приведенную выше информацию для обнаружения, предотвращения и устранения распространения перегрузки из-за превышения лимита подключений.

### НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ

#### Примечание.

В этом документе предполагается, что используются следующие версии программного обеспечения. В старых версиях действия могут отличаться.

Для получения подробной информации обратитесь к приложению, в котором описывается, как включить необходимые функции.

1. ПО Dell EMC Unisphere для PowerMax и VMAX установлено и работает, а массив зарегистрирован для сбора данных о производительности.  
[https://www.dell.com/support/products/27045\\_Unisphere-for-/Documentation/?source=promotion](https://www.dell.com/support/products/27045_Unisphere-for-/Documentation/?source=promotion)
2. Установлены графические интерфейсы пользователя для управления сетью хранения данных (SAN).
  - а. Для фабрик Brocade: Connectrix Manager Data Center Edition (CMCNE) 14.x или более поздней версии  
**Ссылка для скачивания:**  
[https://www.dell.com/search/?text=CMCNE%2014&searchLang=en\\_US&facetResource=DOWN](https://www.dell.com/search/?text=CMCNE%2014&searchLang=en_US&facetResource=DOWN)  
**Руководство администратора:**  
[https://www.dell.com/search/?text=CMCNE%2014%20admin%20guide&searchLang=en\\_US](https://www.dell.com/search/?text=CMCNE%2014%20admin%20guide&searchLang=en_US)
  - б. Для фабрик Cisco: Cisco Data Center Network Manager (DCNM) 10.x или более поздней версии  
**Ссылка для скачивания:**  
<https://www.dell.com/support/search/?text=DCNM%2010&facetResource=DOWN>  
  
**Руководство администратора:**  
<https://www.cisco.com/c/en/us/support/cloud-systems-management/prime-data-center-network-manager/products-installation-guides-list.html>
3. Микропрограмма коммутатора сети хранения данных (SAN) должна быть следующей:
  - а. Brocade: фабрика O.S 7.4.1d или более поздней версии  
**Ссылка для скачивания:**  
[https://www.dell.com/support/search/?text=Brocade%20FOS%20download&searchLang=en\\_US&facetResource=DOWN](https://www.dell.com/support/search/?text=Brocade%20FOS%20download&searchLang=en_US&facetResource=DOWN)
  - б. Cisco: NX-OS 6.2(13) или более поздней версии  
**Ссылка для скачивания:**  
<https://www.dell.com/support/search/?text=NX-OS%20download>

4. Установлены все необходимые лицензии для мониторинга производительности.
  - а. Для Brocade требуется лицензия MAPS:  
<https://docs.broadcom.com/docs/53-1005239-04>
  - б. Для Cisco требуется лицензия пакета сервера DCNM-SAN:  
<https://www.cisco.com/c/en/us/support/cloud-systems-management/prime-data-center-network-manager/products-installation-guides-list.html>
  - в. Для PowerMAX и VMAX требуется электронная лицензия Dell EMC Unisphere. Более подробную информацию см. на странице 21 следующего документа PDF:  
<https://www.dell.com/collateral/TechnicalDocument/docu88904.pdf>

Что такое распространение перегрузки?

### 3 Что такое распространение перегрузки?

Для переноса данных в массив хранения и из него требуется своевременная доставка всех данных в целевой ресурс. Особенно это касается протоколов блочных систем хранения, которые используют SCSI (например, Fibre Channel — FCP). И хотя точные причины этого выходят за рамки настоящего технического документа, более подробно с ними можно ознакомиться в разделе «Congestion and Backpressure» (Перегрузка и замедленная обратная реакция) технического руководства «*Networked Storage Concepts and Protocols*» (Понятия и протоколы сетевой системы хранения):

<https://www.dellemc.com/en-us/products/interoperability/elab.htm#tab0=1hardware/technical-documentation/h4331-networked-storage-cncpts-prtcls-sol-gde.pdf>.

Как и любой другой сетевой протокол, Fibre Channel (FC) должен обеспечивать такую своевременную доставку данных в рамках широкого спектра распространенных ситуаций перегрузки сети. Механизм, используемый FC, направлен на предотвращение потери кадров с помощью межбуферного контроля потоков. По этой причине FC считается «протоколом без потерь».

Несмотря на то что механизмы управления потоком, используемые каждым протоколом, немного отличаются, FC и другие протоколы без потерь (например, DCB Ethernet и Infiniband) предотвращают переполнение буфера на обоих концах линии, позволяя передатчику определять, когда приемник на другом конце линии приближается к предельным значениям пропускной способности. После определения такого состояния порт прекращает передачу данных до тех пор, пока другой конец линии не отправит сигнал о том, что он готов к получению дополнительных данных. Когда передатчик находится в таком состоянии, он не в состоянии передавать кадры, и мы говорим, что на нем произошла перегрузка. Если перегрузка передатчика сохраняется в течение достаточно длительного периода времени, она может распространиться в обратную сторону, в направлении исходного ресурса. Это явление известно как распространение перегрузки, а его пример показан на следующих схемах.

Рисунок 1 является примером сети хранения данных (SAN), в которой нет перегрузки. Хост 1 и хост 2 выполняют команды СЧИТЫВАНИЯ в массив.

Поскольку массив и хост подключены на скорости 16 Гбит/с, а пропускная способность межкоммутаторной линии является достаточной (т. е. 32 Гбит), перегрузка в сети хранения данных (SAN) не возникает.

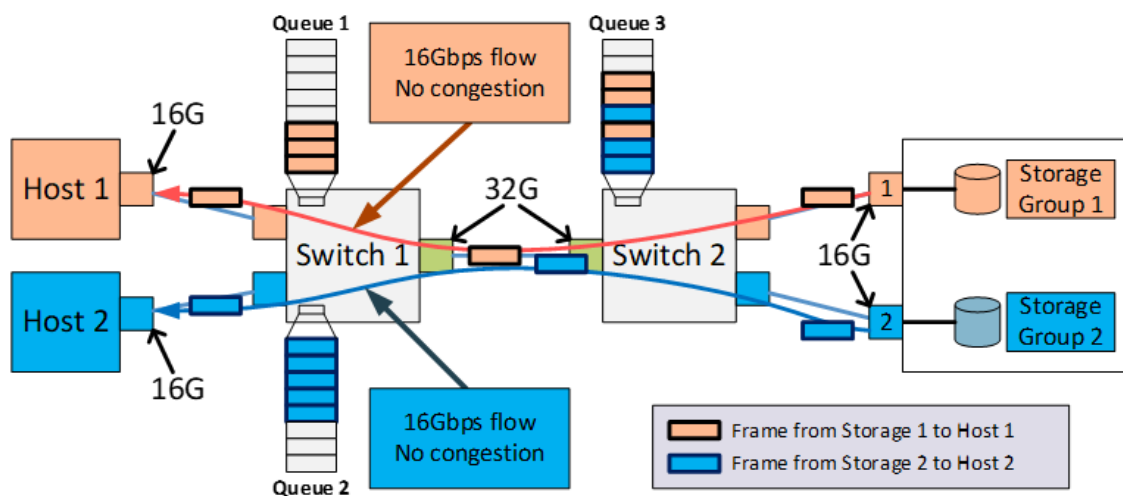


Рисунок 1 Отсутствие перегрузки



Что такое распространение перегрузки?

На рисунке 2 показан пример сети хранения данных (SAN), в которой произошло распространение перегрузки из-за превышения лимита подключений. Обратите внимание, что единственное различие между двумя рисунками заключается в том, что на рисунке 3 интерфейс хоста 1 был настроен для работы на скорости 4 Гбит/с, а не 16 Гбит/с. Сразу после внесения такого изменения, если интерфейс массива передает данные со скоростью, превышающей скорость подключения HBA (т. е. 4 Гбит), хост 1 будет не в состоянии получать данные со скоростью передачи, что незамедлительно приведет к формированию очереди из кадров. При заполнении очереди 1 перегрузка распространится обратно в источник данных. Поскольку хост 1 и хост 2 пользуются общей межкоммутаторной линией, эта перегрузка повлияет на «посторонний поток» между хостом 2 и системой хранения 2, в результате чего пропускная способность сократится с 16 Гбит/с до 4 Гбит/с.

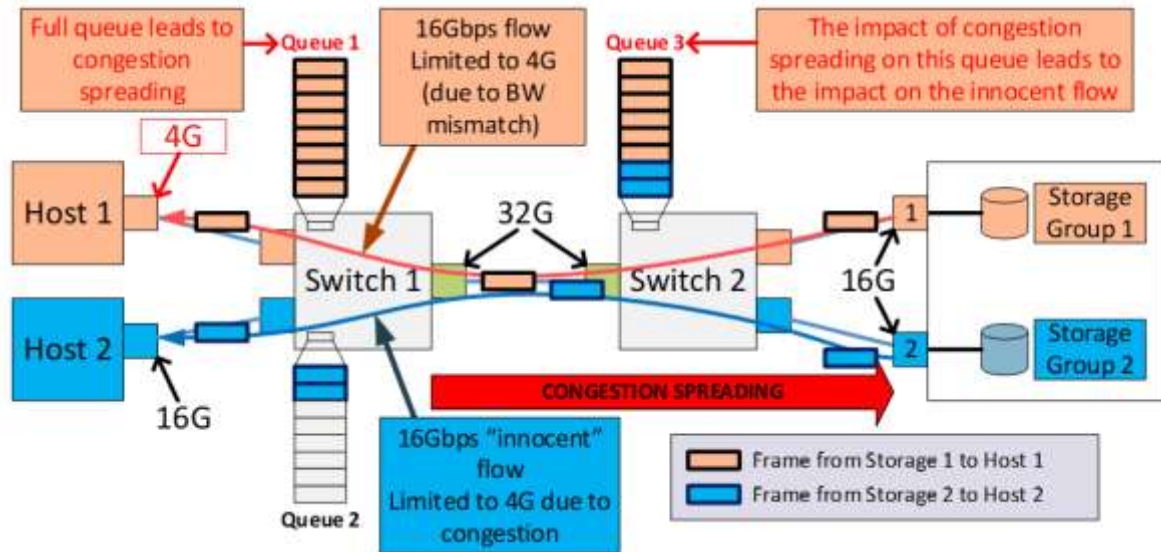


Рисунок 2 Перегрузка

Дополнительную информацию о перегрузке и ее распространении можно найти в разделе «Congestion and Backpressure» (Перегрузка и замедленная обратная реакция) технического руководства «*Networked Storage Concepts and Protocols*» (Понятия и протоколы сетевой системы хранения): <https://www.dell.com/collateral/hardware/technical-documentation/h4331-networked-storage-cncpts-ptcls-sol-gde.pdf>. Важно отметить, что превышение лимита является лишь одной из потенциальных причин распространения перегрузки. Другие причины будут разъяснены в следующих разделах.

- Коэффициент перегрузки

Коэффициент перегрузки — это расчетное значение, с помощью которого можно обнаружить, когда происходит распространение перегрузки. Например, на рисунке 3 изображен хост (т. е. хост 1), который способен получать данные со скоростью 4 Гбит/с, но получает данные из интерфейса системы хранения, способного передавать данные со скоростью 16 Гбит/с.

Что такое распространение перегрузки?

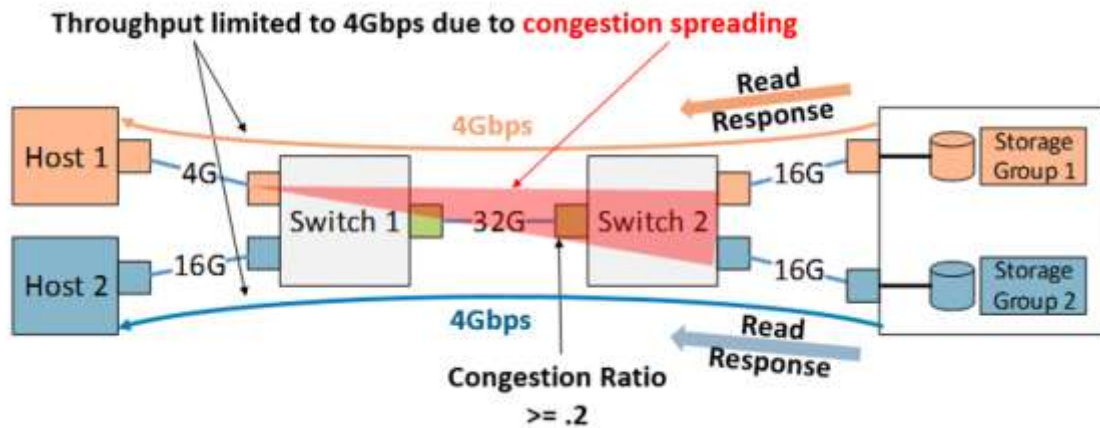


Рисунок 3 Коэффициент перегрузки

Сложность обнаружения и устранения этих проблем отчасти связана с тем, что с точки зрения интерфейса 4 Гбит на коммутаторе 1, неполадки в системе отсутствуют. Интерфейс коммутатора передает кадры настолько быстро, насколько позволяет линия. Однако, поскольку система хранения передает данные со скоростью, разрешенной ее линией (т. е. 16 Гбит/с), образуется 12 Гбит/с (16 Гбит/с – 4 Гбит/с) пропускной способности, которая будет использоваться для передачи данных массивом и потребует размещения этих данных в какой-либо очереди. Формирование очереди обычно происходит в фабрике и выступает причиной распространения перегрузки. Как уже упоминалось выше, один из методов, который может использоваться для выявления распространения перегрузки, заключается в расчете коэффициента перегрузки. Для этого возьмите значение счетчика «Time Spent at zero transmit credit» и разделите его на значение счетчика «Frames Transmitted», в результате чего вы получите число (обычно в диапазоне от 0 до 1). Если это число больше 0,2, в вашей сети произошла перегрузка. Кстати, это число необходимо рассчитывать для каждого интерфейса, так что, вероятно, лучше всего просто создать сценарий процесса для проверки этого значения.

## 4 Распространение перегрузки из-за превышения лимита

Следующий практический пример основан на распространении перегрузки из-за превышения лимита. Топология для этого практического примера показана на [рисунке 4](#) ниже. В этом примере вы узнаете об инструментах и методах, которые доступны в настоящее время, чтобы помочь обнаружить и предотвратить возникновение данной проблемы.

---

**Примечание.** Распространение перегрузки является чрезвычайно сложной проблемой для обнаружения и устранения. Это главным образом связано с неспособностью нынешнего поколения инструментов управления дать четкое указание на то, что проблема возникла, не говоря уже о предоставлении каких-либо фактических рекомендаций по решению этой проблемы. Получается, что для поиска и устранения этих проблем необходимо, чтобы конечный пользователь понял, в чем заключается проблема, а затем научился применять доступные в настоящее время инструменты для получения выводов на основе ограниченного объема имеющихся данных.

---

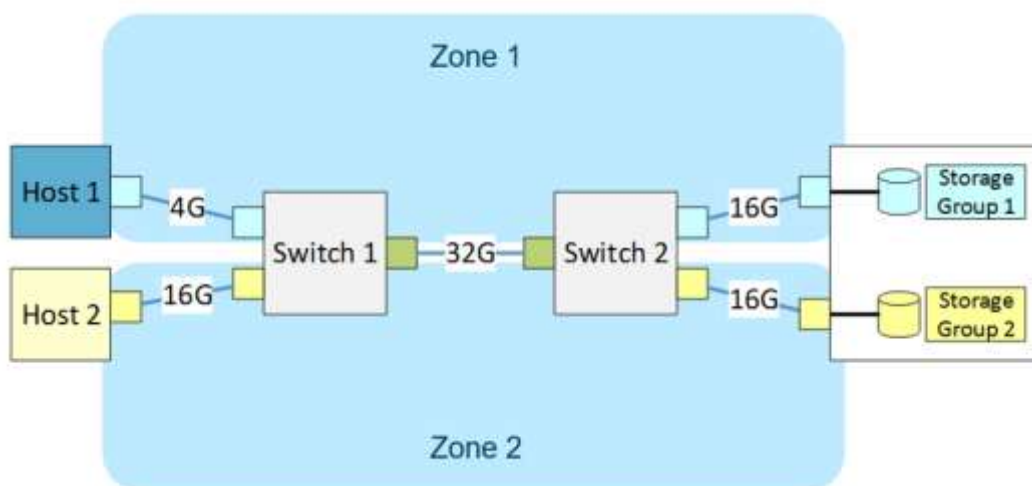


Рисунок 4 Топология практического примера с превышением лимита

- **Сценарий:**

У пользователя 1 есть существующее приложение, которое работает на хосте 2 (HBA 16 Гбит) и выполняет операции ввода-вывода при различных размерах блоков, глубинах очереди и шаблонах ввода-вывода. Это приложение работает в течение длительного времени в этой среде и у него никогда не возникало проблем с перегрузкой до недавнего времени. Ранее в этом месяце пользователь 2 решил загрузить приложение на хост 1 (HBA 4 Гбит) для тестирования. Изначально в среде не было никаких проблем с производительностью и задержкой. Однако недавно пользователь 1 начал замечать проблемы с производительностью в своем приложении.

- **Обзор процедуры поиска и устранения неисправностей:**

Чтобы найти и устранить любую проблему в целом, необходимо сначала понять, как все работает и какие настройки необходимы для работы в идеальных условиях. Как вы знаете, сеть хранения данных (SAN) имеет множество подвижных компонентов, входящих в состав экосистемы, поэтому очень важно создать такой профиль среды, который состоял бы из профилей для трех основных компонентов сети хранения данных (SAN): приложения(-ий), фабрики SAN и системы хранения.

## Распространение перегрузки из-за превышения лимита

Создание этих профилей базовых линий на различных компонентах вашей среды даст вам необходимую возможность легко выявлять проблемы, когда они возникают. Следует отметить, что эти профили не являются неизменными. Вы должны постоянно собирать данные базовых линий в течение всего времени существования среды, чтобы вы могли не только искать и устранять неисправности, но и планировать ее дальнейший рост и расширение.

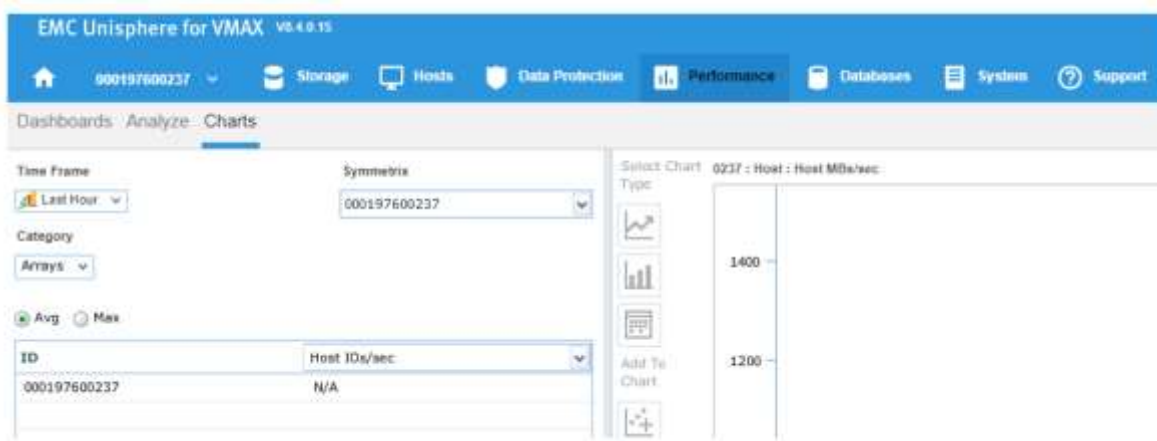
В следующих разделах мы покажем, что вы должны собирать эти статистические данные базовых линий из массива хранения данных, чтобы при возникновении проблемы по описанному выше сценарию вы были хорошо подготовлены к поиску корневой причины.

### Базовая линия приложения

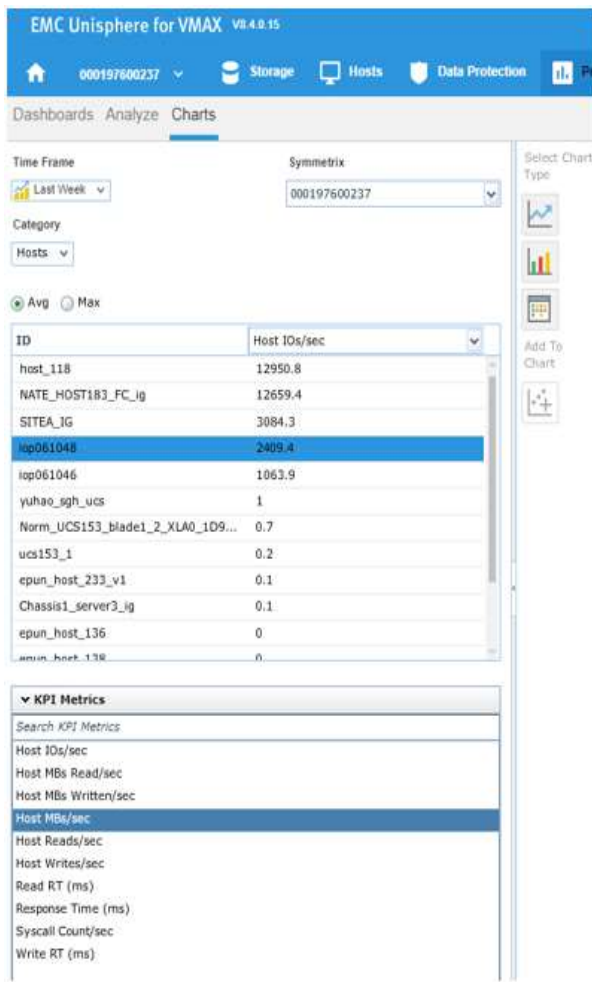
При использовании Dell EMC PowerMax и VMAX, когда вы включите мониторинг производительности, вы можете вернуться в свою историю (до года включения этой функции), чтобы понять, что представлял собой профиль вашего приложения с точки зрения операций ввода-вывода и времени отклика перед внесением каких бы то ни было изменений. Наличие этого базового профиля приложения позволит вам использовать созданные диаграммы и легко определить, где могли возникнуть проблемы.

### Создание графиков базовых профилей приложения

В Dell EMC Unisphere щелкните **Performance > Charts**



Выберите **Time Frame**. Это может быть любое время ПЕРЕД тем, как вы заметили проблему производительности. В раскрывающемся меню **Category** выберите **Hosts > Hosts**.



Выберите нужный хост. Для **метрик KPI** будет создано семь различных диаграмм. Повторите действия в этом разделе для каждой метрики KPI. Если вы выберете все метрики одновременно, на диаграмме они будут размещены на одном графике.

- Host IOs/sec
- Host MBs/sec
- Host Reads/sec
- Host Writes/sec
- Read RT (ms)
- Response Time (ms)
- Write RT (ms)

На [рисунке 5](#) «Host IOs and MBs/secs» мы видим операции ввода-вывода хоста и мегабайты в секунду. Из этих диаграмм мы можем увидеть, когда и как долго приложение выполняло большую часть операций ввода-вывода и использовало всю пропускную способность линии, а также точки с низкими значениями показателей.

**Примечание.** В условных обозначениях вы заметите два хоста, но в настоящее время мы показываем операции ввода вывода только для одного из них, потому что другой хост не выполняет никаких операций ввода вывода.

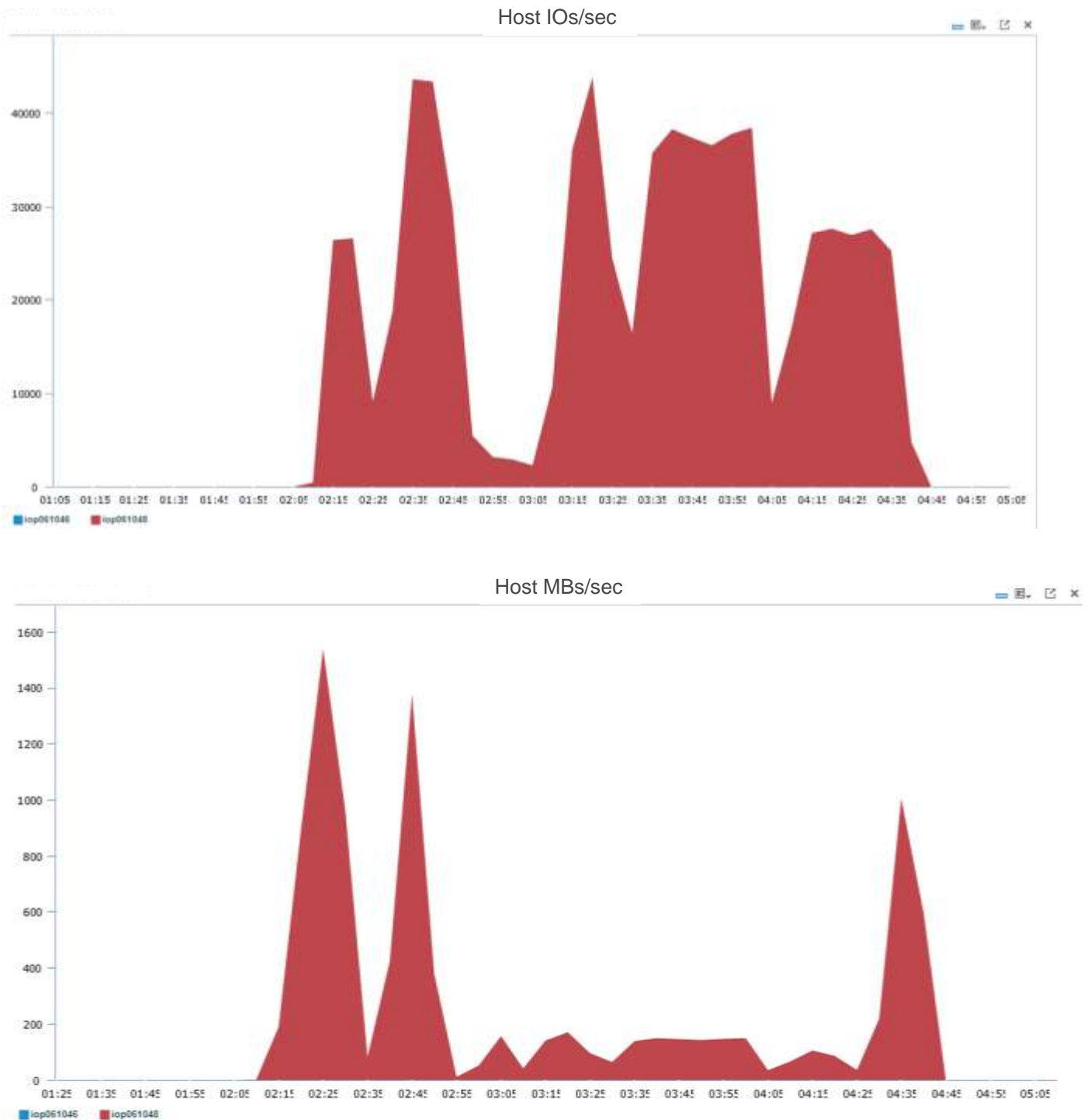


Рисунок 5 Операции ввода вывода хоста и мегабайты в секунду

## Распространение перегрузки из-за превышения лимита

Диаграммы, показанные на [рисунке 6](#) «Read and Writes/secs», предоставляют разбивку данных по типу операции ввода-вывода, создаваемой приложением. Основываясь на этих диаграммах, мы можем определить, какой процент операций ввода-вывода приложения является операциями ЧТЕНИЯ, а какой — операциями ЗАПИСИ. В этом случае мы можем утверждать, что приложение совершает операции ЧТЕНИЯ и ЗАПИСИ в соотношении около 70/30.

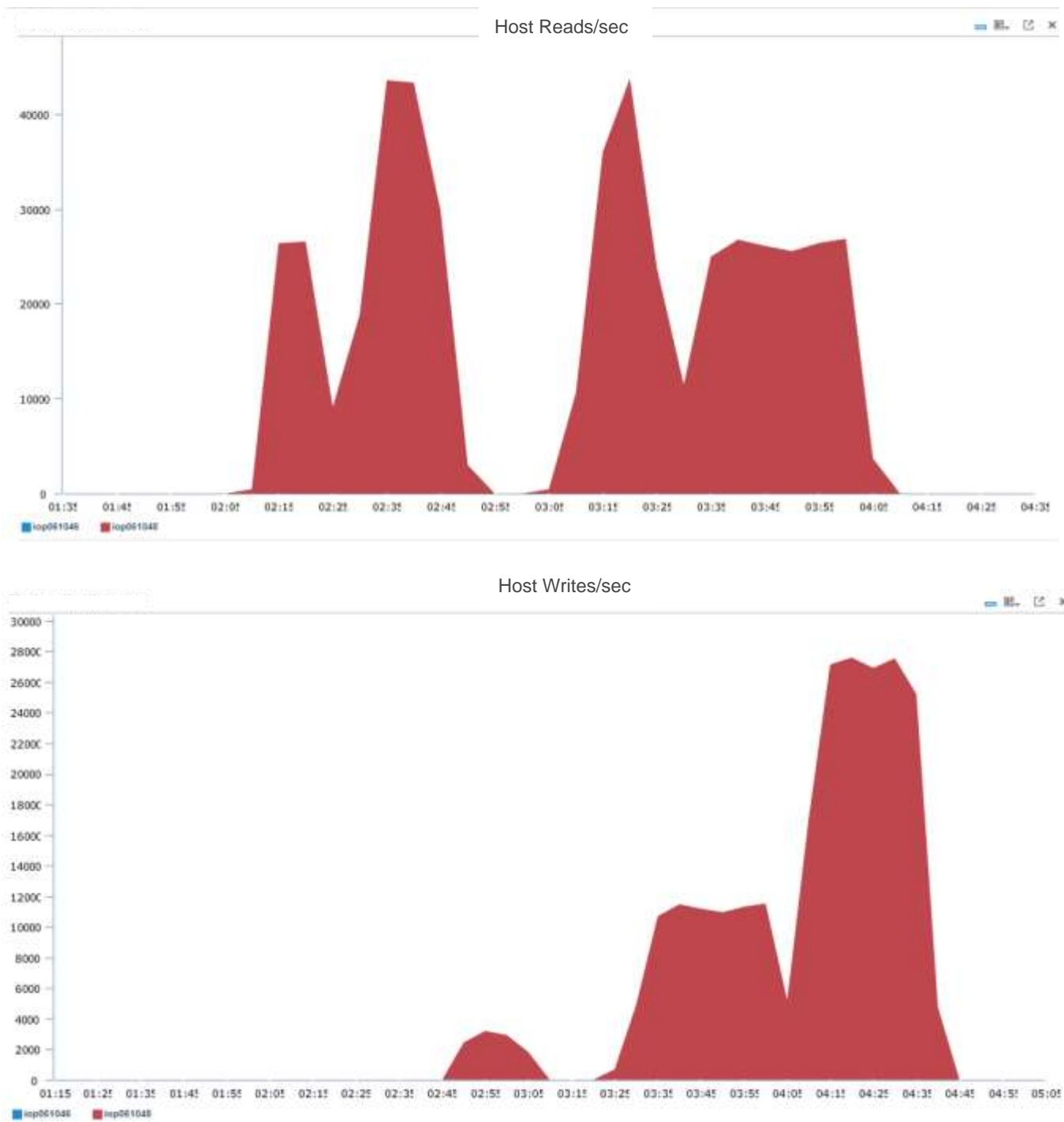


Рисунок 6 Операции чтения и записи в секунду



Рисунок 7 и рисунок 8, вероятно, являются наиболее полезными диаграммами для использования при поиске и устранении неполадок. Они предоставляют разбивку данных о времени отклика между операциями ЧТЕНИЯ и ЗАПИСИ, что позволяет нам понять задержку, которая происходит в приложении. Это чрезвычайно полезно для поиска и устранения проблем с производительностью, поскольку при наличии пика в значениях времени отклика мы можем соотнести такой пик с конкретными событиями, используя предыдущие диаграммы.



Рисунок 7 Время отклика для операций чтения и записи (мс)



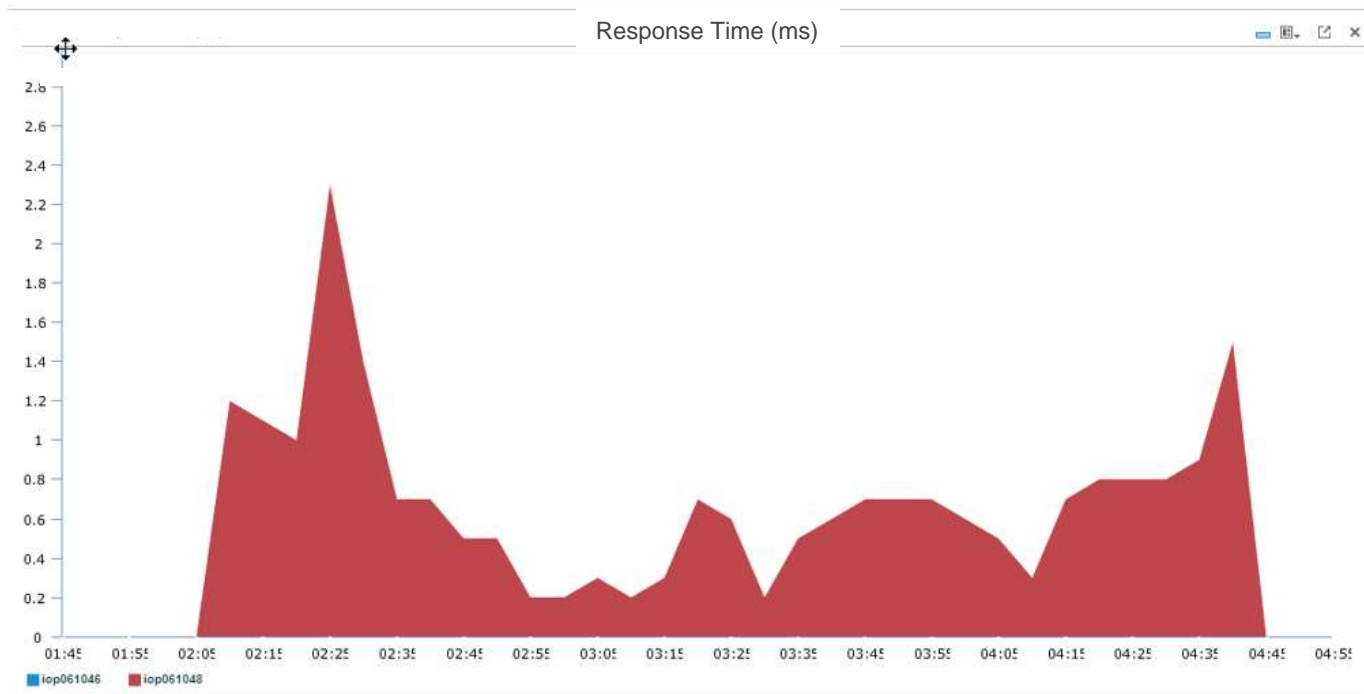


Рисунок 8 Время ответа (мс)

Теперь у нас есть профиль приложения для приложения пользователя 1; мы знаем, что оно выполняет операции чтения и записи в соотношении около 70/30 со средним временем отклика ~0,7 мс и максимальным временем отклика 2,3 мс.

Как уже говорилось в [разделе сценария](#), мы недавно добавили новый хост, из-за которого в среде возникла проблема производительности, поэтому давайте посмотрим, как мы можем устранить эту проблему.

Поскольку в нашей среде возникла проблема производительности, нам потребуется внедрить некоторые доступные в сети хранения данных (SAN) функции, которые могут помочь нам определить, когда возникают проблем такого типа.

Так как нам известно среднее значение времени отклика на основе профиля приложения, мы знаем, что эта проблема производительности заключается в том, что время отклика превышает ожидаемые значения.

## Оповещения Connectrix о распространении перегрузки сети хранения данных (SAN)

В этом разделе мы рассмотрим тип событий перегрузки, о которых сообщалось со стороны коммутатора сети хранения данных (SAN). Убедитесь, что вы выполнили процедуру включения этих функций в среде с соблюдением указаний из раздела [«Необходимые условия»](#).

### 4.1.1 Brocade

1. Убедитесь, что на вашей панели управления отображаются по меньшей мере метрики **Top Port Traffic** и **BB Credit Zero**. Если метрики отсутствуют, вы можете щелкнуть значок с изображением гаечного ключа в верхнем левом углу, чтобы добавить их.

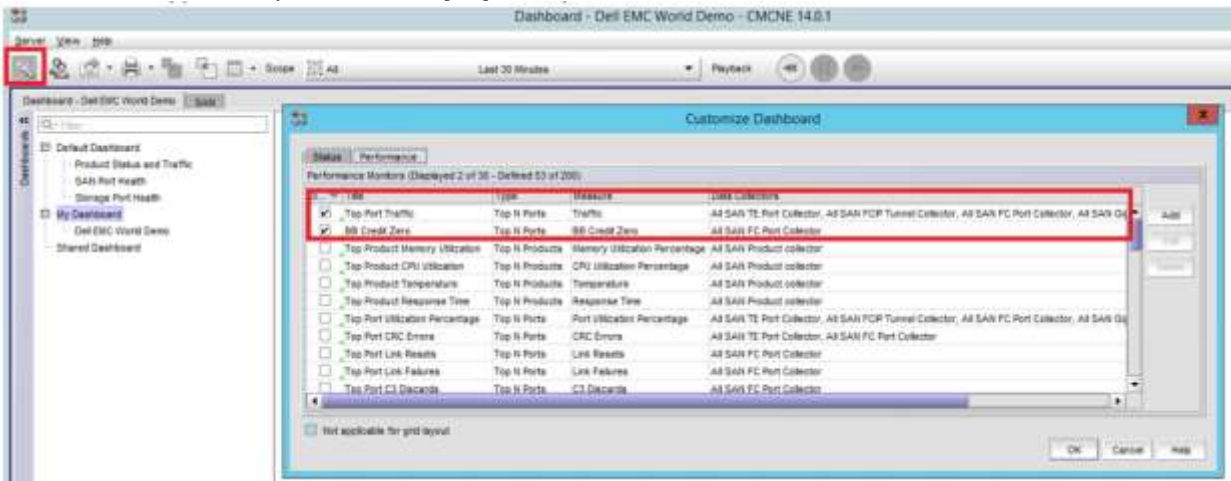


Рисунок 9 Панель управления CMCNE

2. При распространении перегрузки из-за превышения лимита, как показано в примере на [рисунке 9](#) «Панель управления CMCNE», на панели управления CMCNE обычно отображаются следующие оповещения:
  - а. Интенсивно используемый F-Порт
  - б. Нулевой межбуферный кредит

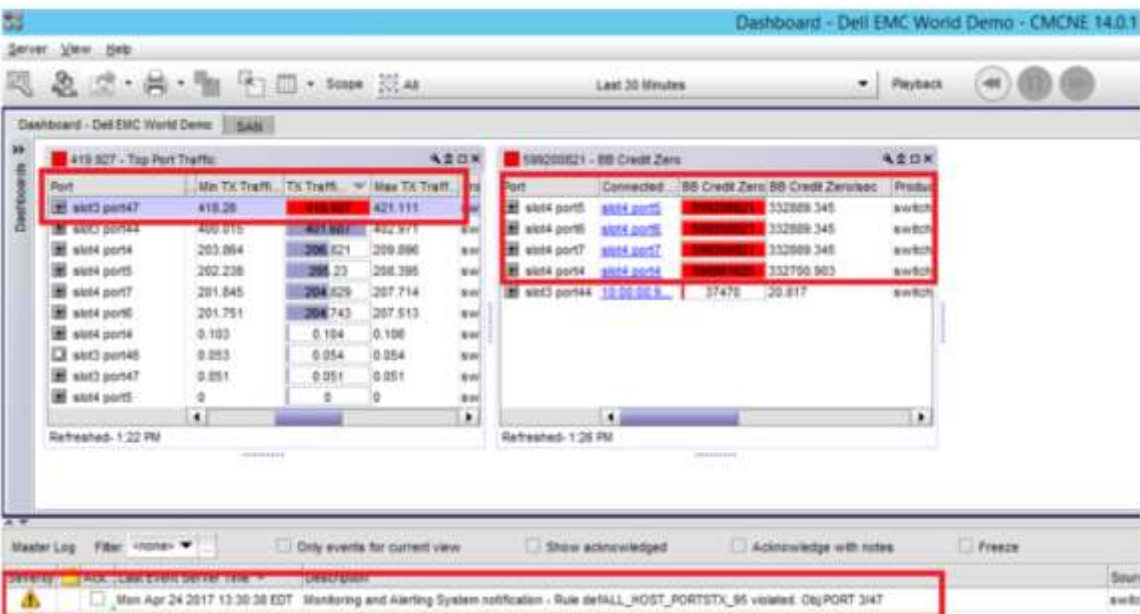
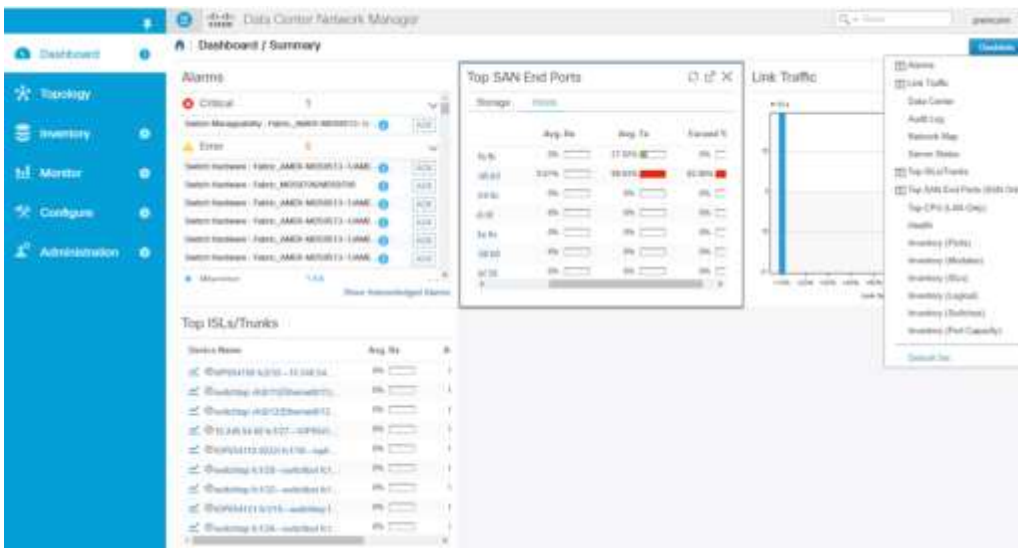


Рисунок 10 Панель управления CMCNE, на которой отображаются оповещения

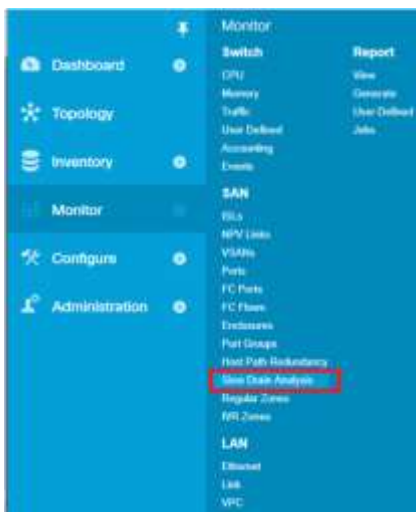
3. Сочетание этих двух событий — интенсивно используемого F-порта и высоких межбуферных кредитов, стремящихся к нулю, на межкоммутаторных линиях — может указывать на наличие потенциальной проблемы производительности, которую необходимо изучить более подробно. Действия по проведению проверки описаны в главе «Исправление».

#### 4.1.2 Cisco

1. На панели управления DCNM должна находиться мини-панель **в Top SAN End Ports**. Если она отсутствует, вы можете добавить ее с помощью раскрывающегося меню. На мини-панели **Top SAN End Ports** вы увидите, что устройство (или несколько устройств) используется более чем на 90%. В DCNM настроены пороговые значения по умолчанию, на основании которых порт выделяется желтым или красным цветом, когда его использование начинает превышать значение по умолчанию. Это оповещение само по себе не обязательно означает, что в сети хранения данных (SAN) есть проблема производительности. Помимо этих, нам потребуется найти и другие оповещения в фабрике.



2. Если вы видите интенсивно используемый F-порт, запустите инструмент Slow Drain Analysis для анализа распространения перегрузки. Щелкните **Monitor—>SAN > Slow Drain Analysis**.



- Запустите инструмент для анализа распространения перегрузки на 10 минут. После создания отчета вы заметите, что во время его создания произошло значительное приращение значения на счетчике TxWait. Сочетание этих оповещений и интенсивно используемого F-порта указывает на наличие перегрузки в сети хранения данных (SAN), вызванной превышением лимита.

Interface	Speed	Connect To	Type	Level 3			Level 2			Level 1			
				TxCreditLoss	TxLinkReset	RxLinkRe...	TxTimeoutD...	TxDiscard	TxWIAvg10...	RxB2Bto0	TxB2Bto0	TxWait(2.5)	
fc2/36	16Gb	IP054151 fc2/36 (port-channel)	Switch	0	0	0	0	0	0	0	0	41429192	37.3350
fc2/37	16Gb	IP054151 fc2/37 (port-channel)	Switch	0	0	0	0	0	0	0	0	30150028	26.8393
fc2/38	16Gb	IP054151 fc2/38 (port-channel)	Switch	0	0	0	0	0	0	0	0	26841217	25.6649

Сочетание этих двух событий — интенсивно используемого F-порта и высоких межбуферных кредитов, стремящихся к нулю, на межкоммутаторных линиях — может указывать на наличие потенциальной проблемы производительности, которую следует изучить более подробно. Действия по проведению проверки описаны в разделе [Исправление](#).

## ОПОВЕЩЕНИЯ UNISPHERE О РАСПРОСТРАНЕНИИ ПЕРЕГРУЗКИ

В этом разделе вы узнаете, как использовать Unisphere для PowerMAX и VMAX в целях сопоставления событий коммутации в сети хранения данных (SAN) с массивом хранения данных.

Обязательно выполните процедуру включения этих функций в среде с соблюдением указаний из раздела «Необходимые условия».

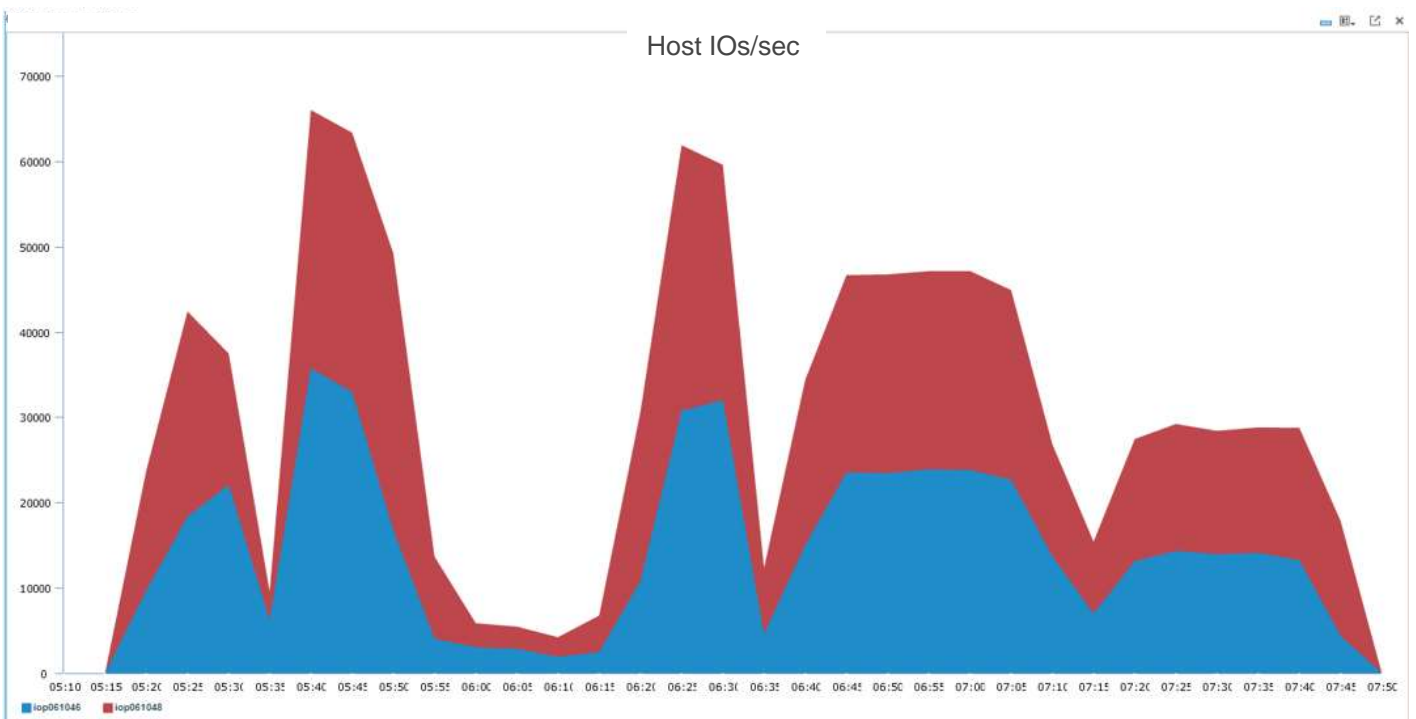
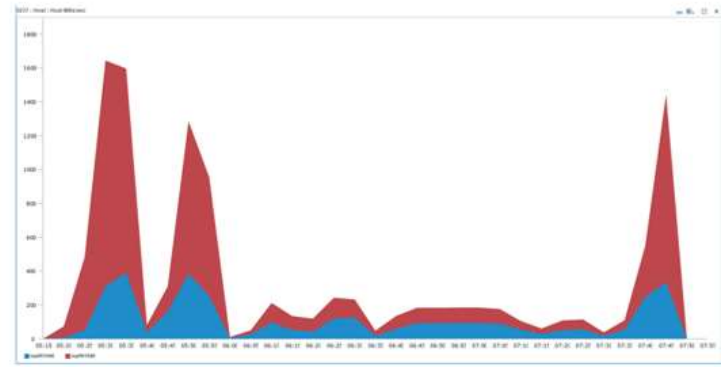
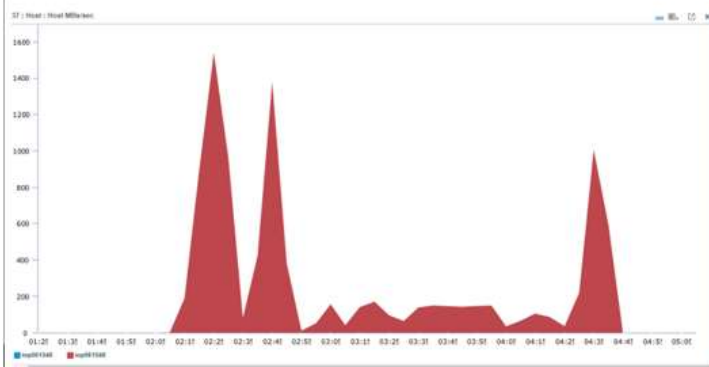
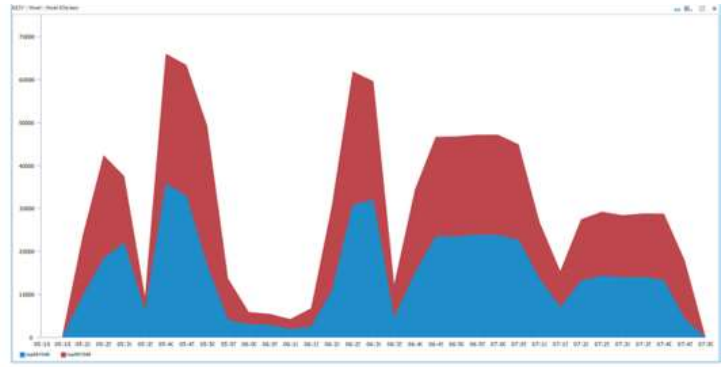
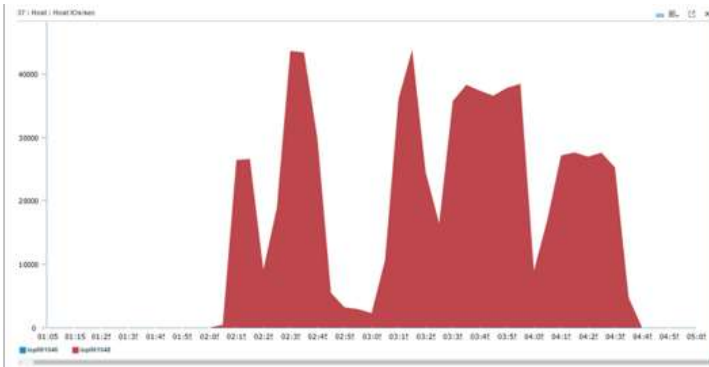
- Используйте действия, описанные в разделе [Создание графиков базовых профилей приложения](#). Создайте те же семь диаграмм, добавляя в комбинацию хост пользователя 2 (потому что это было одно из недавних изменений в среде перед возникновением проблемы производительности). Просмотрите данные.

Помните, что базовый профиль приложения включал операции чтения и записи в соотношении 70/30 при среднем времени отклика ~0,7 мс и максимальном времени отклика 2,3 мс.

На [рисунке 11](#) ниже при сравнении операций ввода-вывода и мегабайт в секунду мы не видим никаких признаков, указывающих на наличие проблемы. На самом деле, если вы сравните этот рисунок с исходной диаграммой базовой линии приложения, вы увидите, что количество операций ввода-вывода увеличилось.

Помимо этого, вы можете увидеть некоторые аспекты, где мы подбираемся к скорости соединения (выделено ниже). На эти аспекты мы обратим внимание чуть позже.

# Распространение перегрузки из-за превышения лимита



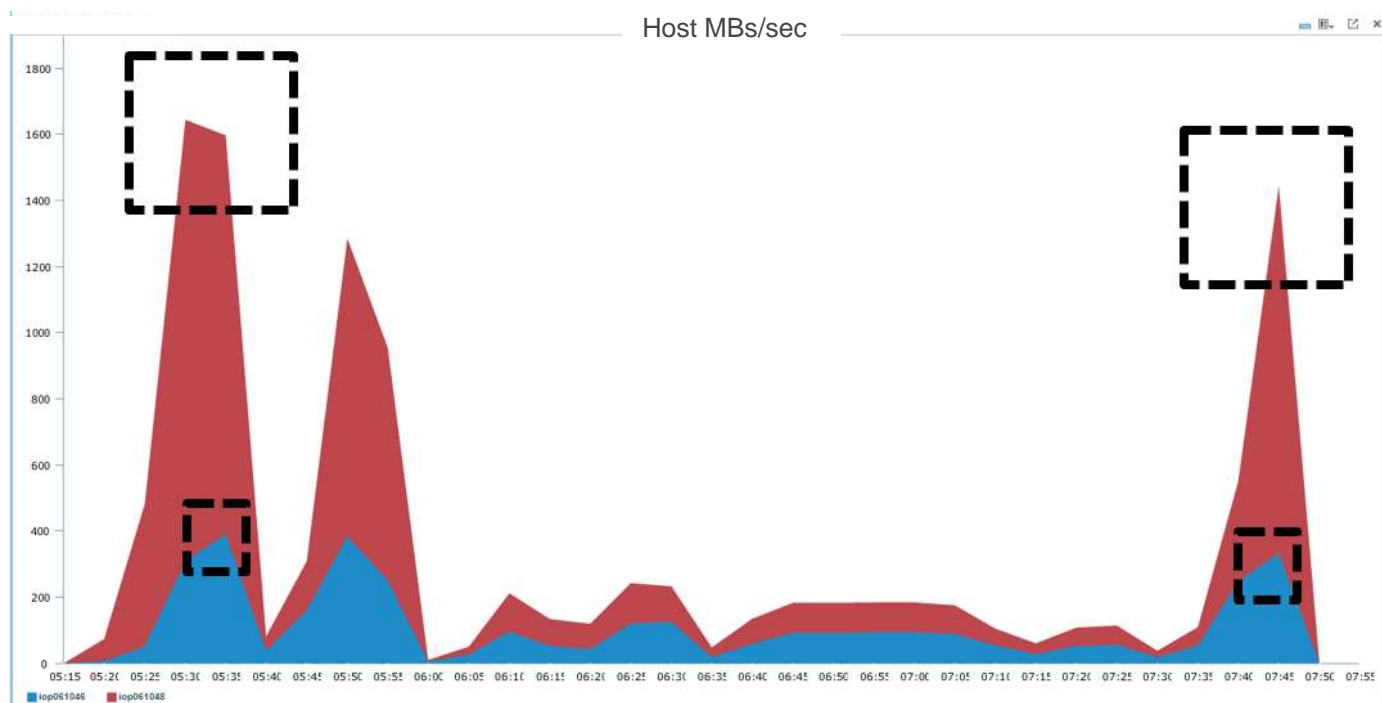


Рисунок 11 Операции ввода вывода хоста и мегабайты в секунду



На [рисунке 12](#) показано сравнение операций чтения и записи между двумя серверами. Как вы видите, на данный момент профили операций ввода-вывода серверов не сильно отличаются друг от друга.

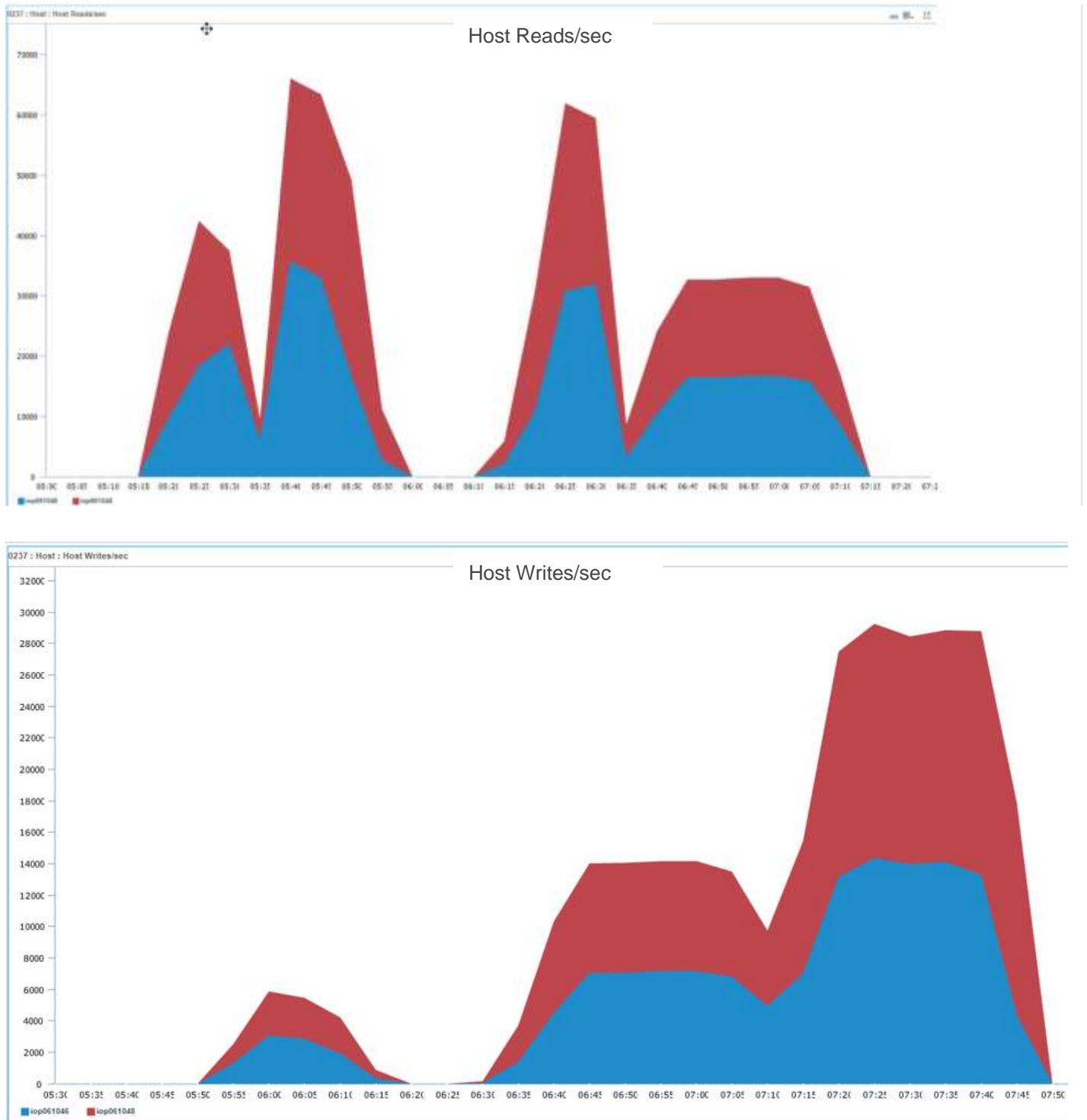
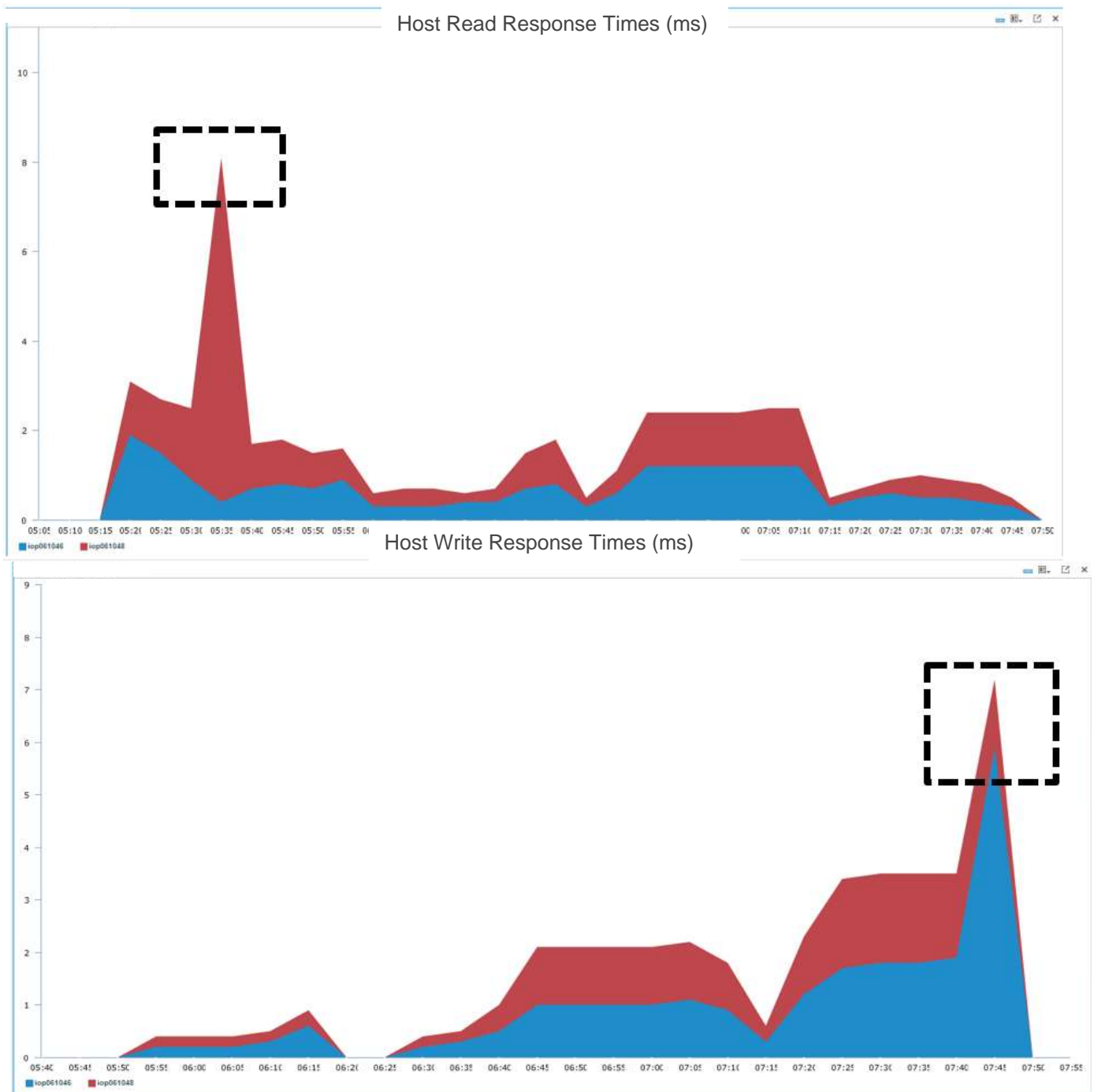


Рисунок 12 Операции чтения и записи хоста в секунду

На [рисунке 13](#) представлена наиболее полезная информация. Вспоминаем, что в профиле приложения среднее время отклика составляло ~0,7 мс, а максимальное время отклика — 2,3 мс. На диаграмме ниже, мы видим заметный пик во времени отклика, где его значение оказывается на уровне 8 мс, и среднее значение времени отклика также увеличилось.

Возвращаясь к [рисунку 11](#), мы видим, что эти высокие значения времени отклика соотносятся с теми периодами, когда показатели обоих серверов приближались к скорости соединения.

Как правило, при использовании протокола Fibre Channel вам потребуется крупный блок операций ввода-вывода (больше 128 тыс.), чтобы полностью загрузить линию.





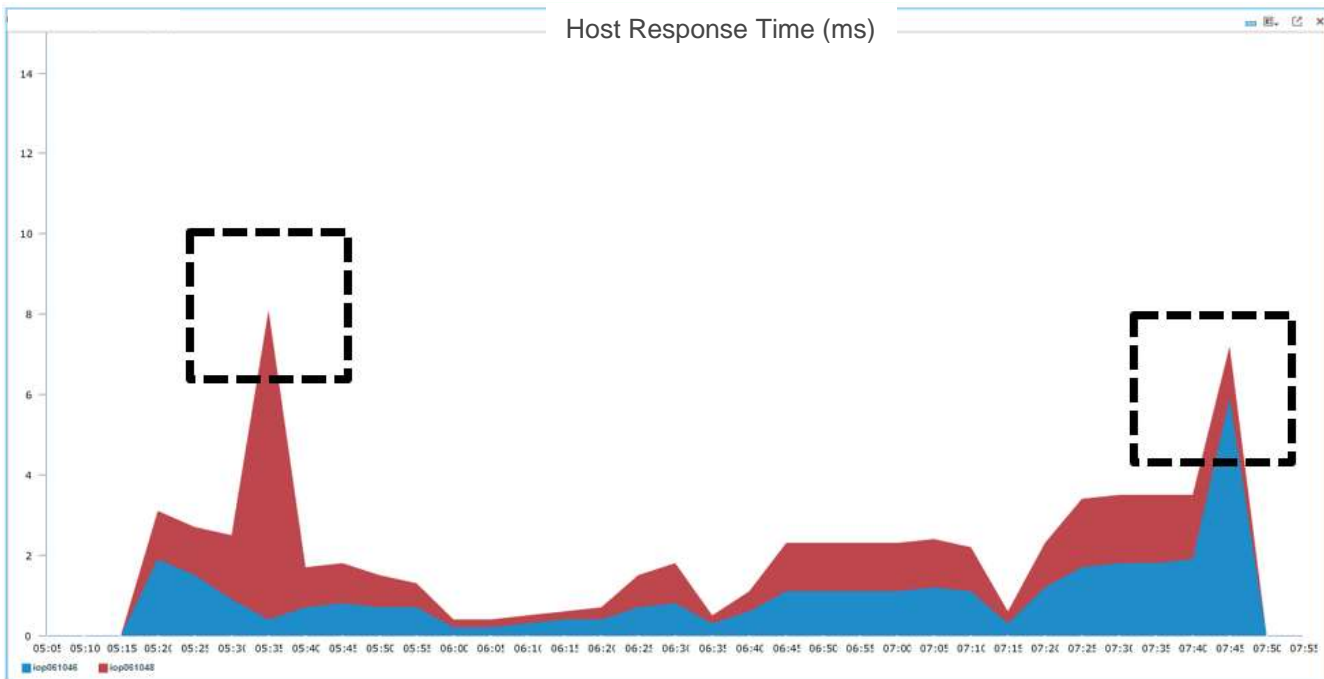


Рисунок 13 Время отклика для операций чтения и записи хоста (мс)

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повторим все сведения, которые нам известны на данный момент по этому практическому примеру:

- **Сеть хранения данных (SAN) Connectrix:**

1. В сети хранения данных (SAN) отмечается большое количество межбуферных кредитов, значение которых стремится к нулю.
2. Мы видим высокие показатели использования трафика на F-порте(-ах).

- **Dell EMC PowerMAX и VMAX:**

1. Высокие значения времени отклика при полном использовании линии

Как говорилось ранее, перегрузку из-за несоответствия пропускной способности чрезвычайно трудно обнаружить и подтвердить при помощи набора инструментов, доступных сегодня. Однако, основываясь на названных выше оповещениях, мы можем сделать вывод о том, что проблема вызвана несоответствием пропускной способности и крупным блоком операций чтения и записи. На это указывают высокие значения времени отклика при полном использовании линии.

Еще один способ обнаружить эту проблему заключается в использовании **коэффициента перегрузки**. На данный момент нам придется вычислять этот коэффициент в среде вручную (или можно попытаться создать для этой операции специальный сценарий), но мы знаем, что если значение коэффициента превышает 0,2, у нас возникнет перегрузка из-за замедленной обратной реакции в среде SAN. Данный коэффициент является первым признаком распространения перегрузки.

## 5 Исправление

### ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ

Для данного конкретного практического примера (распространение перегрузки из-за превышения лимита) есть несколько вариантов, которые можно развернуть в среде, чтобы предотвратить возникновение этой проблемы.

#### Коэффициент пропускной способности

- При проверке сети хранения данных (SAN) вам требуется определить устройства, работающие на более низких скоростях, а затем выяснить к какому типу относятся их профили трафика приложений. Помните, что одно лишь несоответствие пропускной способности, НЕ означает обязательного наличия проблемы.
- Проверьте всю фабрику, чтобы убедиться в том, что все конечные устройства работают с одинаковой скоростью.
- Убедитесь, что на ваших межкоммутаторных линиях обеспечивается достаточная пропускная способность. В качестве правила можно взять следующее: по возможности общая пропускная способность межкоммутаторных линий должна быть больше или равна общей пропускной способности системы хранения в фабрике.
- Вы можете модернизировать сеть хранения данных (SAN) целиком при обновлении компонентов всех уровней, как показано на [рисунке 14](#) ниже. Аргументом в пользу такого подхода является то, что нулевое превышении лимита на всех уровнях является непрактичным в больших средах. Это также может быть очень дорого. Таким образом, вам достаточно просто сосредоточиться на модернизации конкретного хоста, коммутатора и возможностей подключения системы хранения.

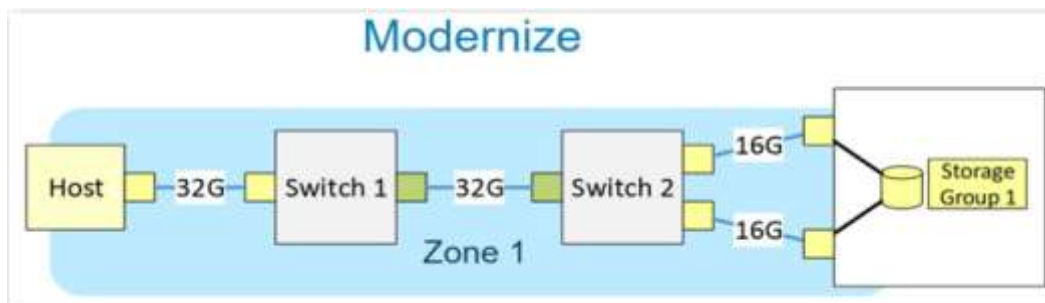


Рисунок 14 Модернизация

Другим способом может стать повторное зонирование, как показано на [рисунке 15](#).

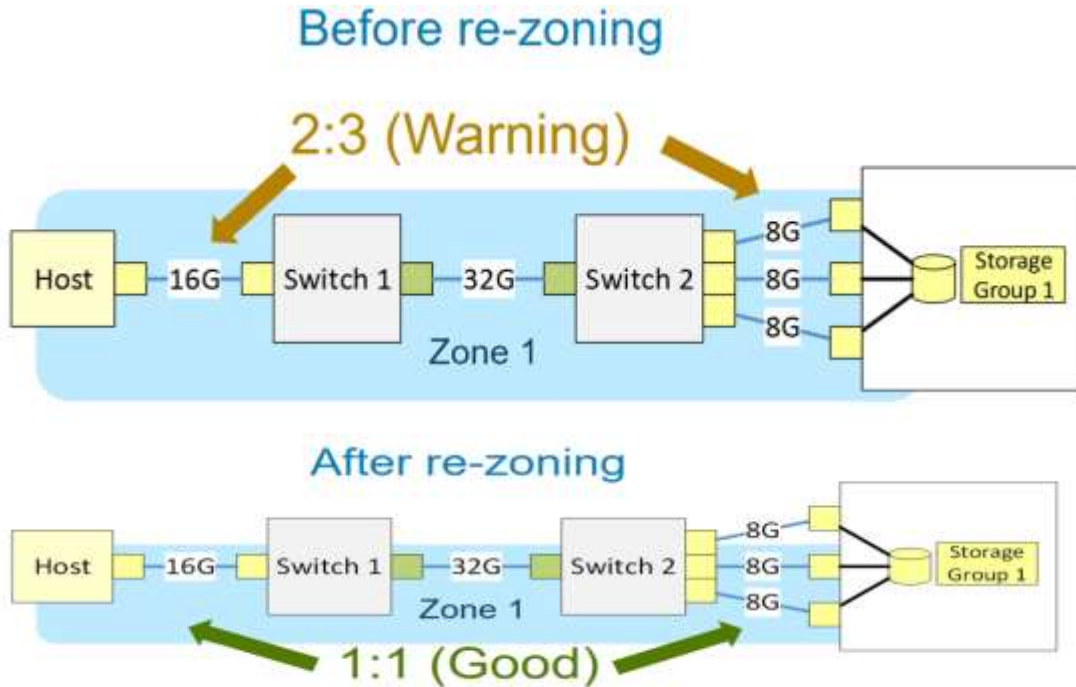


Рисунок 15 До и после повторного зонирования

Внедрение ограничений пропускной способности

Платформы Dell EMC VMAX и Dell EMC Unity создают ограничения пропускной способности в Storage Group (VMAX) или LUN (Unity). В практическом примере выше, где мы рассматривали распространение перегрузки из-за превышения лимита, после внедрения ограничений пропускной способности производительность была восстановлена, как показано на [рисунке 16](#) ниже. Это может быть сделано непосредственно через Unisphere в Storage Group.

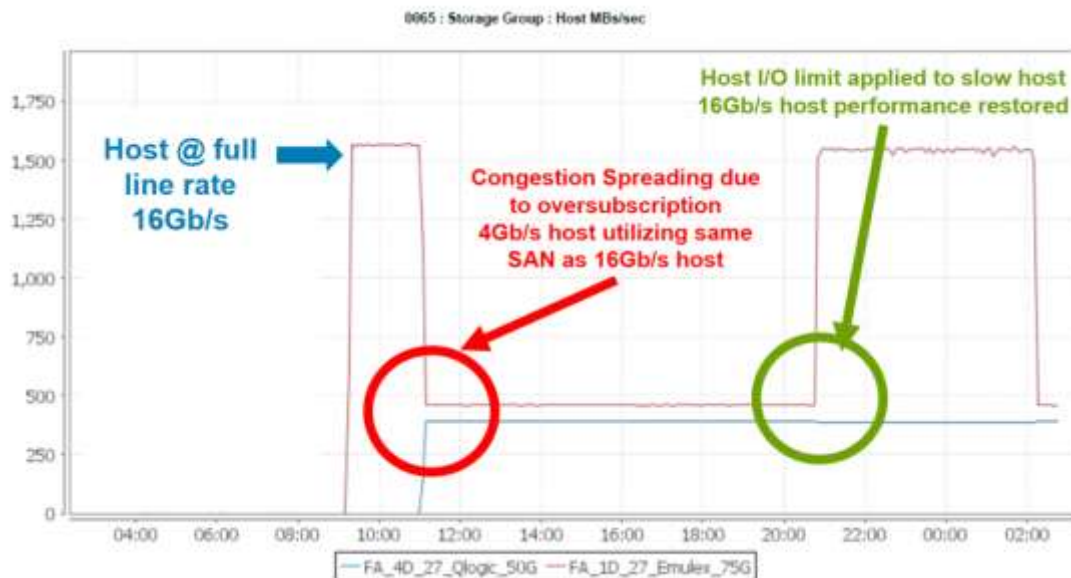


Рисунок 16 Операции ввода-вывода хоста с примененными ограничениями

При применении ограничений к операциям ввода-вывода важно помнить, что этот вариант плохо подходит для кластеров. Для примера обратимся к [рисунку 17](#) ниже. При применении ограничения к хосту 4 Гбит, который вызывает замедленную обратную реакцию, массив начинает ограничивать объем данных, отправляемых им обратно на хост 4 Гбит (с учетом заданного ограничения на операции ввода-вывода), за счет этого полностью устраняется проблема замедленной обратной реакции, а другие потоки могут работать на полной скорости соединения.

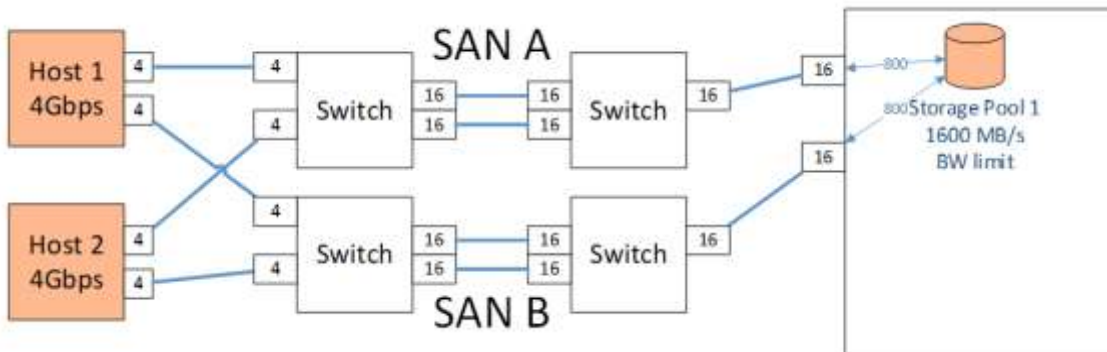


Рисунок 17 Ограничения операций ввода-вывода при наличии кластеров

В этом примере мы видим два хоста, работающих на скорости 4 Гбит/с и входящих в кластер. Поскольку они находятся в кластере, оба хоста получают доступ к тому через фабрику, а это означает, что мы должны настроить ограничение для пропускной способности операций ввода-вывода на 1600 Мбайт/с (800 Мбайт/с для каждого FA). Однако при таком подходе ничто не мешает одному НВА использовать все 800 Мбайт/с.

- Изоляция

Еще один способ предотвратить эту проблему заключается в изоляции более медленного трафика от высокоскоростного трафика и использовании выделенных межкоммутаторных линий. Для этого можно создать виртуальные фабрики (Brocade) или VSAN (Cisco), как показано на [рисунке 18](#) ниже. Аргументом в пользу этого подхода является то, что вы должны выделить порты, и это будет сдерживать более медленный трафик от воздействия на более быстрый трафик. Включение виртуальных фабрик в Brocade предполагает простой, поскольку потребуется перезагрузка всего коммутатора. Перемещение порта в другую VSAN в Cisco повлияет только на перемещаемые конечные устройства.

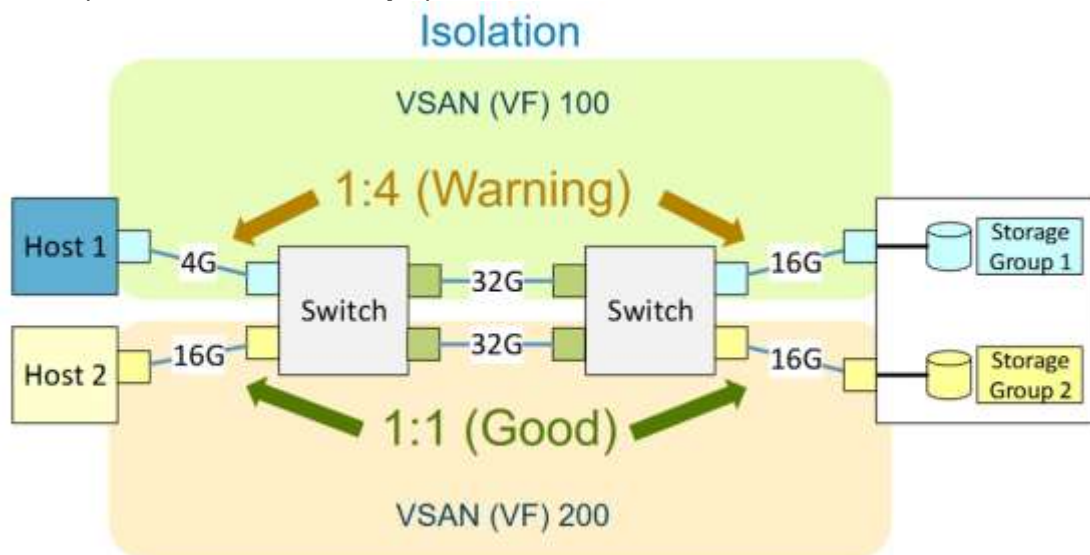


Рисунок 18 Изоляция

## 6 Приложение

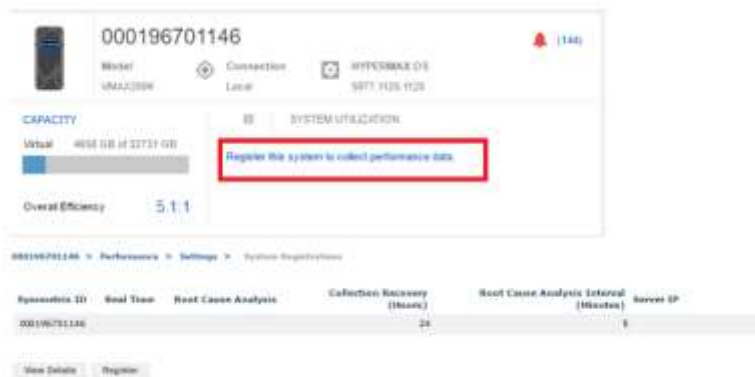
### ВКЛЮЧЕНИЕ МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

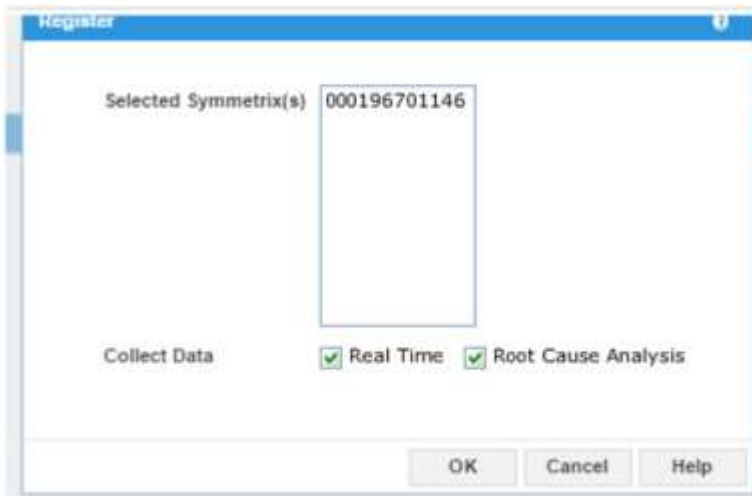
В этом разделе описаны действия по включению мониторинга производительности и просмотре данных мониторинга в Unisphere for VMAX.

1. Войдите в графический интерфейс пользователя Unisphere.



2. Убедитесь, что массив зарегистрирован для сбора данных о производительности. Если это не так, зарегистрируйте массив.

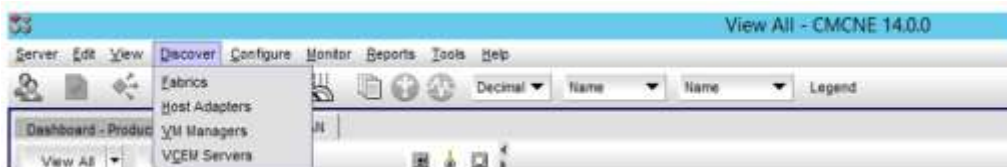




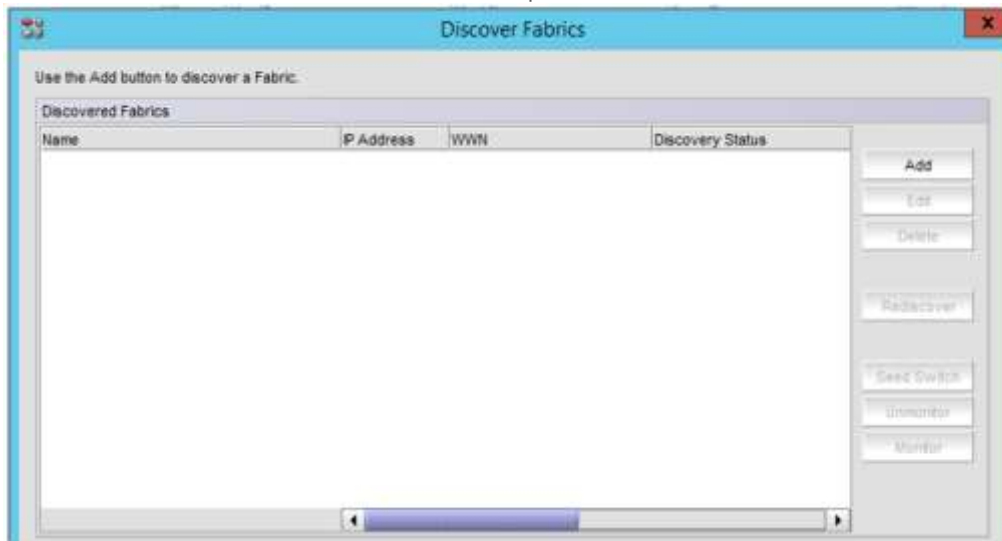
## 6.1.1 Brocade

- Обнаружение фабрики

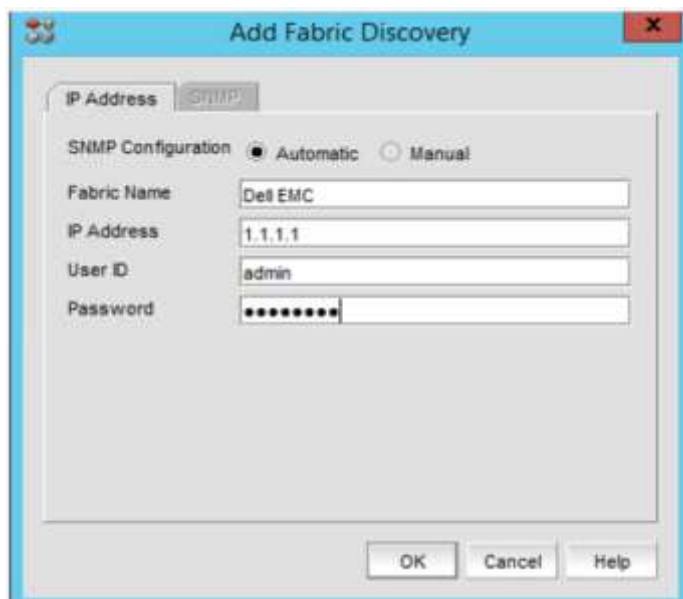
1. Войдите на сервер CMCNE и щелкните Discover > Fabrics (SANnav?)



2. В появившемся окне щелкните **Add**.



3. Заполните необходимые данные для одного из коммутаторов в фабрике. CMCNE автоматически обнаружит все коммутаторы в этой фабрике с учетом предположения, что имя пользователя и пароль одинаковы для всех коммутаторов в фабрике.



4. Повторите действия в этом разделе для всех других фабрик.

- Включение MAPS и FPI

1. Щелкните Monitor > Fabric Vision > MAPS > Configure



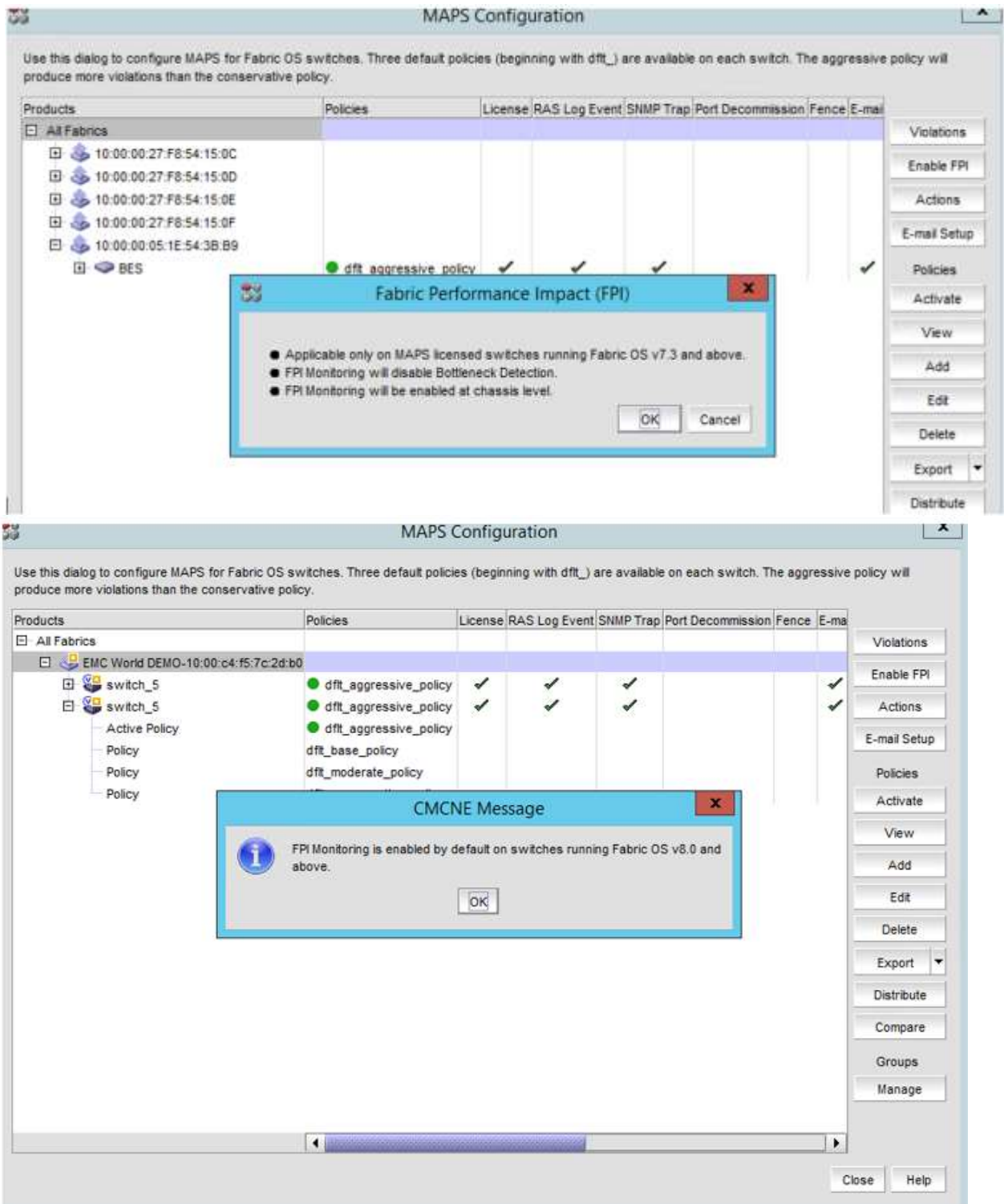
2. Выделите фабрику и включите FPI.

---

**Примечание.** FPI включен по умолчанию на коммутаторах под управлением FOS 8.0 и более поздних версий.

---





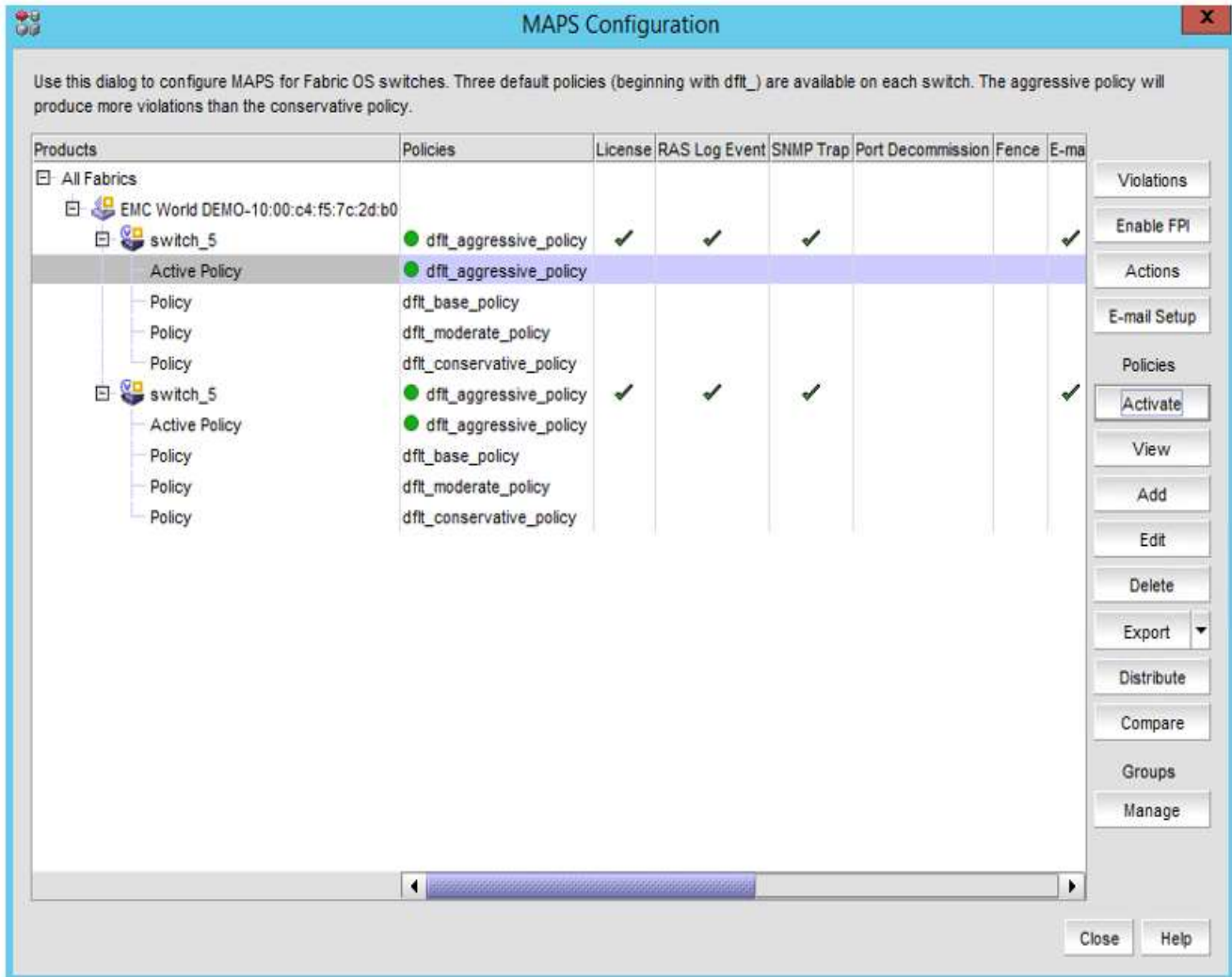
- Из этого меню вы можете настроить каждый коммутатор в вашей фабрике и установить нужную вам политику MAPS.

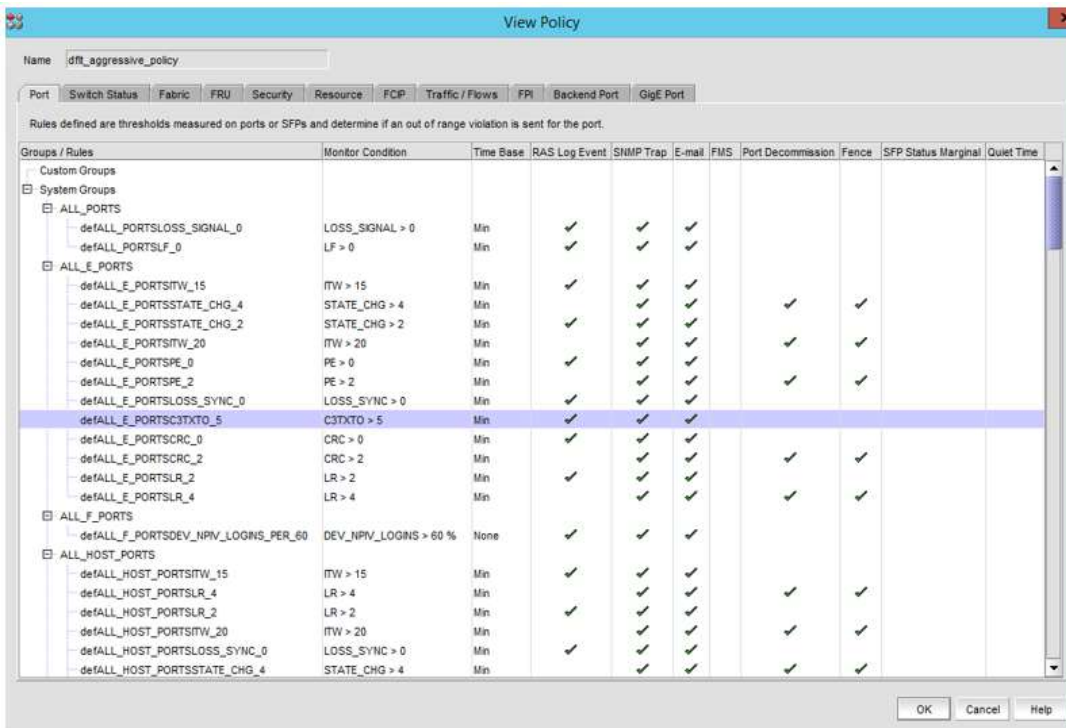
**Примечание.** CMCNE предоставляет predefined политики, которые можно клонировать, а затем редактировать. Редактировать политики по умолчанию нельзя. См. руководство администратора MAPS для получения дополнительных сведений о каждой политике и настройках.

В этом случае мы активируем агрессивную политику по умолчанию. Для этого выделите «**dflt\_aggressive\_policy**» и щелкните **Activate**. Это действие следует повторить на ВСЕХ коммутаторах в фабрике, для которых требуется включить политику. На данный момент включить политику для всей фабрики нельзя.

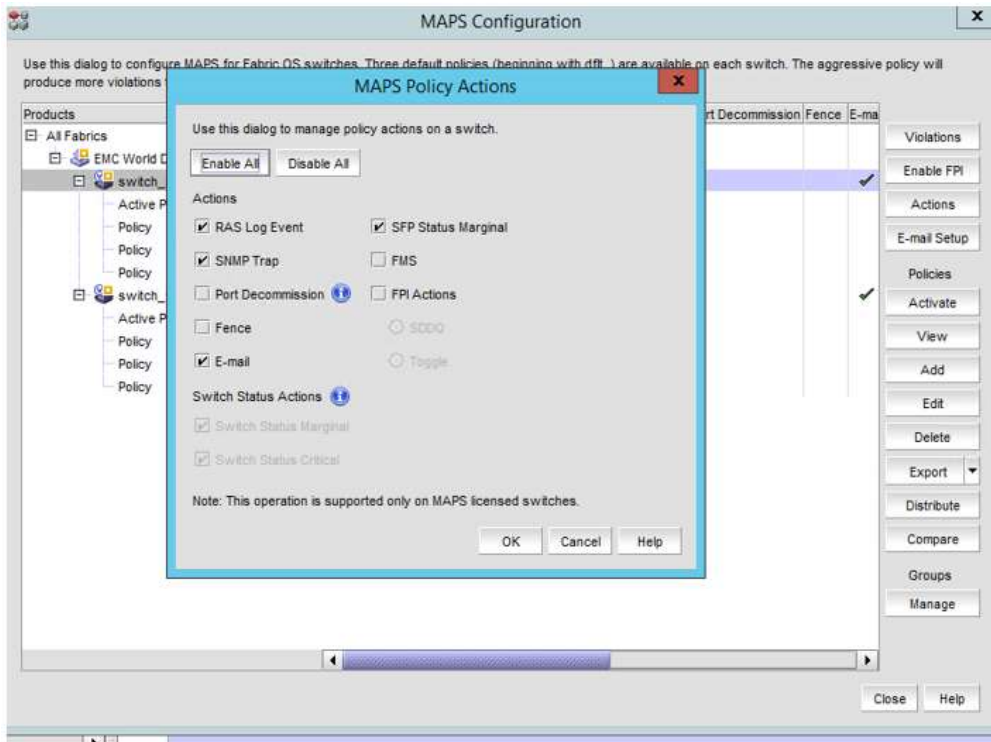
Мы активируем агрессивную политику в первую очередь для того, чтобы сразу получить представление о проблемах в фабрике. После этого мы сможем настроить и использовать другие политики, если мы получим слишком много оповещений.

Щелкнув **View**, можно просмотреть пороговые значения для каждого события.

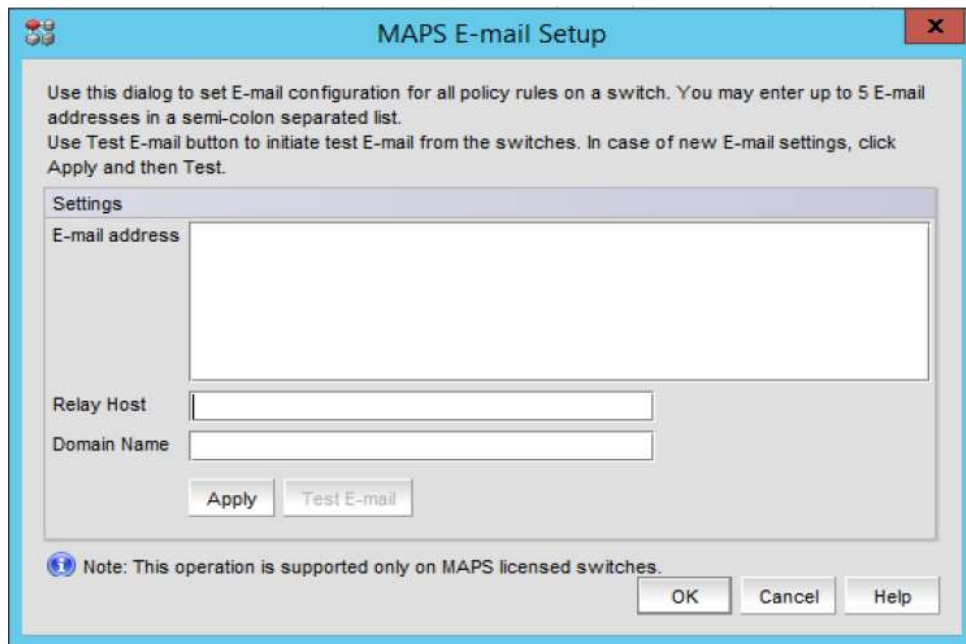




- Выделите коммутатор и щелкните **Actions**. Здесь вы можете выбрать действия, которые необходимо предпринять в случае распространения перегрузки. В нашем конкретном практическом примере распространения перегрузки из-за превышения лимита достаточно лишь убедиться в том, что сняты флажки **E-mail** и **RAS Log Event**.



- Если вы хотите получать оповещения по электронной почте, щелкните **E-mail Setup** и заполните соответствующие поля.

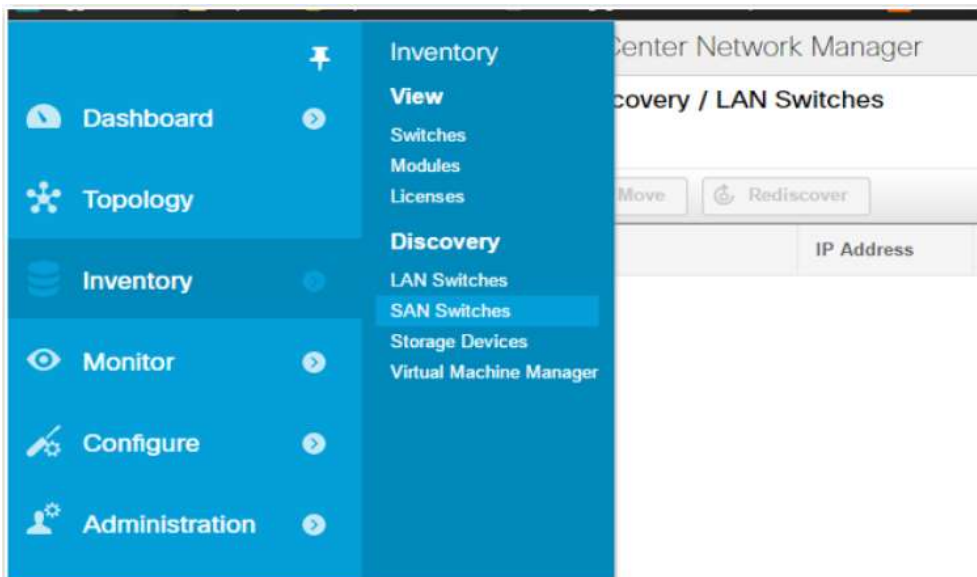


6. Не забудьте повторить эти действия для **ВСЕХ коммутаторов** в фабрике.

### 6.1.2 Cisco

- Обнаружение фабрики

1. Войдите в DCNM и щелкните Inventory > Discovery > SAN > Switches.



2. В появившемся окне щелкните **СИМВОЛ «ПЛЮС» (+)** и заполните необходимую информацию для одного из коммутаторов в фабрике.

**Add Fabric**

Fabric Seed Switch: 1.1.1.1

SNMP:  Use SNMPv3/SSH

Auth-Privacy: MD5

User Name: admin

Password: .....

Limit Discovery by VSAN

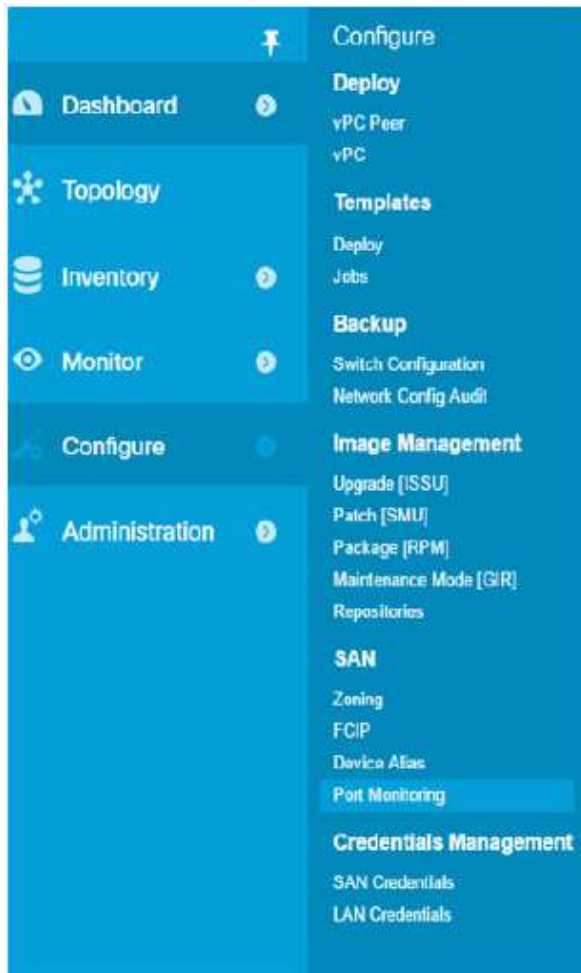
enable NPV Discovery in All Fabrics

Add Options>> Cancel

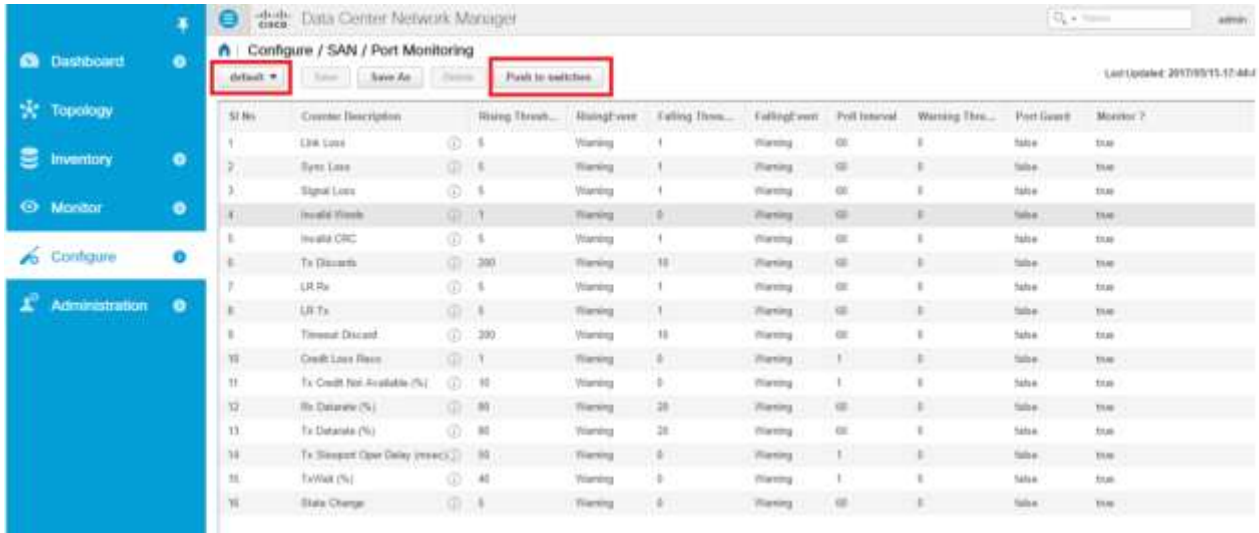
3. Повторите действия в этом разделе для всех других фабрик.

## Включение мониторинга портов (PMON) Cisco

1. Щелкните **Configure > SAN > Port Monitoring**.



2. Выберите профиль по умолчанию и щелкните **Push to switches**.



3. Выберите все фабрики и щелкните **Push**.







**Примечание.** IP-адреса были удалены специально.



## Push to switches Result

Policy: default  
Port Type: All

Total 2    

Switch Name	IP Address	Status
AMER-MDS9513-1		Success
AMERGen2MDS9509		Success

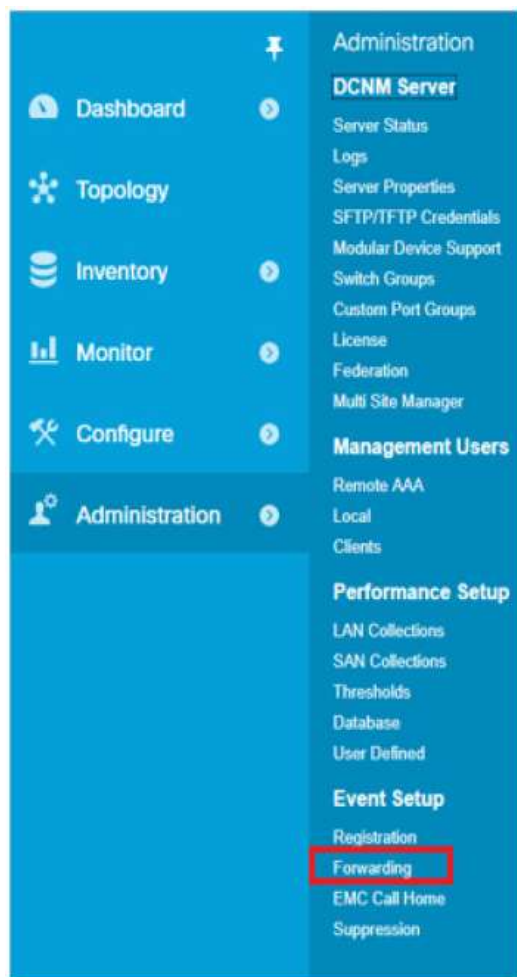
Done

4. С помощью Cisco MDS вы можете получать оповещения через SNMP или Syslog. См. следующее руководство по настройке для получения инструкций по настройке обоих инструментов:

<http://www.cisco.com/c/en/us/support/storage-networking/mds-9000-nx-os-san-os-software/products-installation-and-configuration-guides-list.html>

5. Для настройки функции Email Home (необязательно) щелкните **Administration > Event Setup**.





- Щелкните символ «плюс» (+), введите адрес электронной почты получателя и щелкните **Add**.

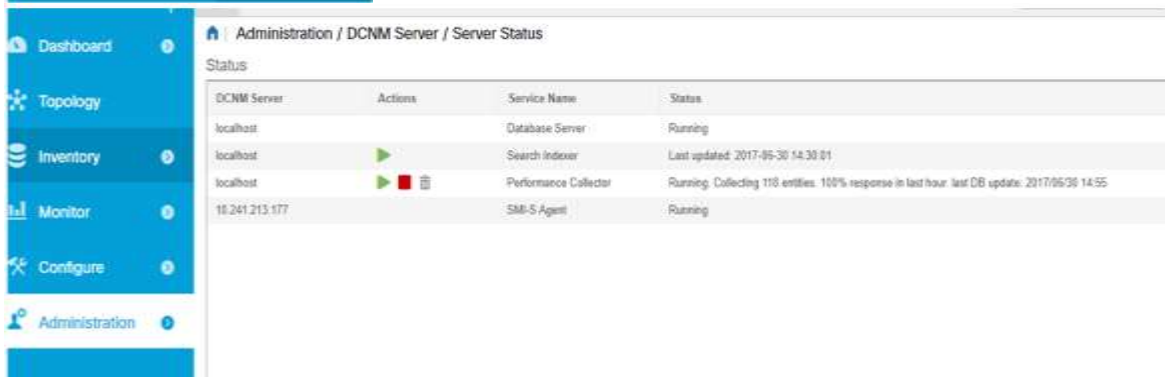
The dialog box contains the following fields and options:

- Forwarding Method:**  E-Mail  Trap
- Email Address:**
- Forwarding Scope:**  Fabric/LAN  Port Groups
- Scope:**
- VSAN Scope:**  All  List
- Source:**  DCNM  Syslog
- Type:**
- Storage Port Only
- Minimum Severity:**
- Buttons:** Add, Cancel

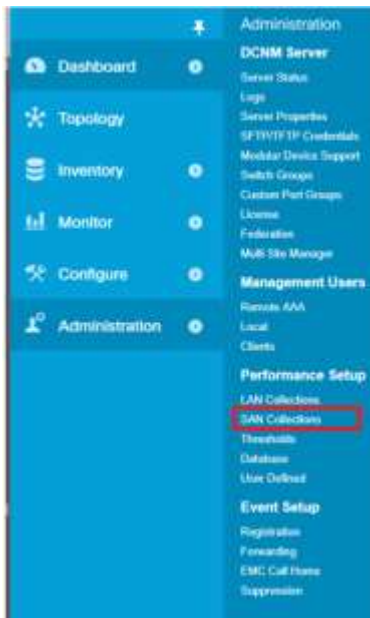
- Введите информацию о сервере SMTP и адрес электронной почты отправителя, а затем нажмите **Apply and Test**, чтобы проверить, получили ли вы письмо.



8. Убедитесь, что мониторинг производительности работает. Щелкните **Administration > Server Status**. Убедитесь, что **сборщик данных о производительности** работает. Если нет, нажмите кнопку **воспроизведения**, чтобы запустить его.



9. Щелкните **Administration > Performance Setup > SAN > Collections**.



10. Убедитесь, что фабрики, для которых нужно собрать статистику по производительности, выбраны. Служба сборщика данных о производительности будет перезапущена.



## Справочные материалы

Руководство по настройке Brocade MAPS:

<http://www.brocade.com/content/html/en/configuration-guide/fos-80x-maps/GUID-426E1CD4-3763-419D-9D54-91F824F463EB-homepage.html>

Технический документ по устройствам Cisco, на которых возникает распространение перегрузки:

<http://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/storage-networking/mds-9700-series-multilayer-directors/whitepaper-c11-737315.pdf>

Общий справочный материал по функциям ограничения операций ввода-вывода на хосте VMAX:

<https://community.emc.com/thread/188068?start=0&tstart=0>

Инструмент Ezfio для операций ввода-вывода

<https://github.com/earlephilhower/ezfio>

## Серьезность распространения перегрузки

Не смотря на то что все метрики распространения перегрузки важны, в следующем разделе мы продемонстрируем вам, что скорость, при которой возникают события, может в корне изменить потенциальное воздействие каждого события на вашу среду. Еще больше усложняет ситуацию тот факт, что Brocade и Cisco используют различные схемы классификации серьезности. По этой причине мы будем использовать следующую схему классификации, которая учитывает особенности Dell EMC, и выполним сопоставление с каждым из типов коммутаторов, как показано ниже:

### 6.1.3 Dell EMC

- **Тип 1:**
  - Коэффициент перегрузки больше или равен 0,2
  - Потери (отбрасывания) кадров или сбросов линии не происходит
- **Тип 2:**
  - Коэффициент перегрузки больше или равен 0,2
  - Происходят потери (отбрасывания) кадров, но не сбросы линии
- **Тип 3:**
  - Коэффициент перегрузки больше или равен 0,2
  - Происходят потери (отбрасывания) кадров и сбросы линии

### 6.1.4 Brocade

- **Низкая серьезность**
  - Небольшая задержка кредита
  - Небольшая задержка очереди (менее 10 мс)
  - Потери (отбрасывания) кадров или сбросов линии не происходит
- **Средняя серьезность**
  - Средняя задержка кредита
  - Средняя задержка очереди (10–80 мс)
  - Происходят потери (отбрасывания) кадров, но не сбросы линии
- **Высокая серьезность**
  - Большая задержка кредита
  - Большая задержка очереди (более 80 мс)
  - Происходят потери (отбрасывания) кадров и некоторое количество сбросов линии

## 6.1.5 Cisco

- **Уровень — 1: задержка**
  - Сокращение количества оставшихся кредитов или недоступность кредитов небольшой продолжительности
  - Отбрасывания, повторные передачи и сбросы линии не происходят
- **Уровень — 2: повторная передача**
  - Недоступность кредитов большей продолжительности
  - Кадры отбрасываются (но линия не сбрасывается) из-за тайм-аута, вызванного перегрузкой или отсутствием кредитов\*, что приводит к повторной передаче.
- **Уровень — 3: длительная задержка**
  - Длительная недоступность кредитов (1 с для F-порта, 1,5 с для E-порта)
  - Сбросы линии или нестабильная работа портов

## Перекрестные ссылки на термины распространения перегрузки

Метрики и уровни серьезности можно объединить и использовать для определения различных типов событий распространения перегрузки. Как и в предыдущем разделе, мы рассмотрим Brocade и Cisco по отдельности, но поскольку и Brocade, и Cisco используют термин «превышение лимита», мы начнем этот раздел с обзора данного термина.

### 6.1.6 Превышение лимита

Простыми словами, превышение лимита — это условие, при котором «потенциальный спрос на ресурсы системы превышает возможности этой системы для удовлетворения данного спроса». Примером, с которым многие знакомы, может послужить сеть автомобильных дорог. Если бы все жители одного города решили одновременно сесть за руль (например, для эвакуации из-за приближающегося урагана), то на дорогах бы образовалась огромная пробка.

В случае с FC SAN превышение лимита удобно рассматривать с точки зрения соотношения пропускной способности. Например, согласно [рисунку 3](#), соотношение пропускной способности между хостом 1 (4 Гбит/с) и системой хранения 1 (16 Гбит/с) составляет 1:4. Таким образом, мы можем сказать, что лимит для хоста 1 превышен в соотношении 4:1. Сравните это с соотношением пропускной способности между хостом 2 (16 Гбит/с) и системой хранения 2 (16 Гбит/с), которое составляет 1:1. Представьте, что оба хоста и система хранения, к которой они обращаются, будут использовать межкоммутаторную линию 32 Гбит/с, и вы поймете, что превышение лимита между хостом 2 и системой хранения 2 не возникает. В этом случае мы говорим, что лимит для хоста 2 и системы хранения 2 не превышен.

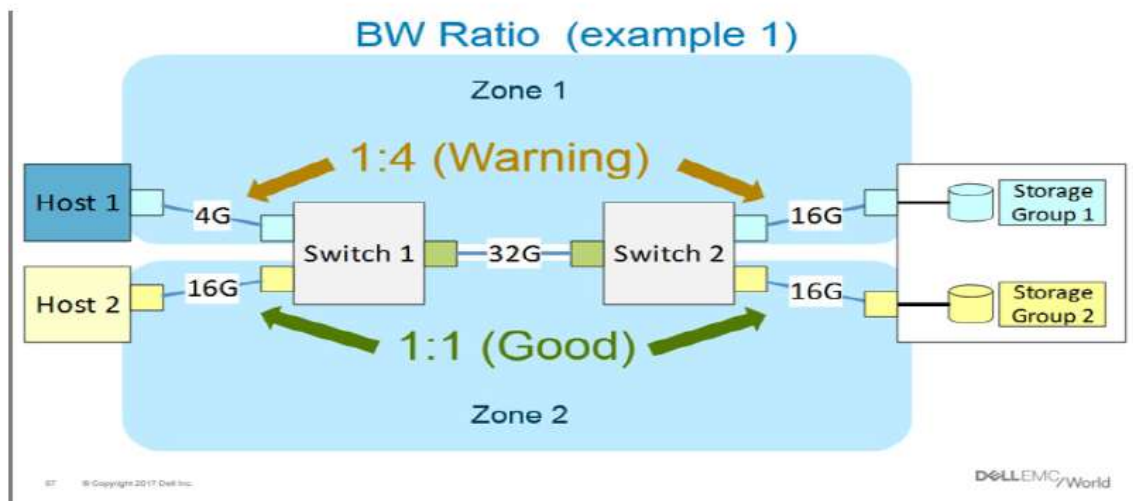


Рисунок 19 Коэффициент пропускной способности — пример 1

Важно отметить, что при расчете превышения лимита, как показано на [рисунке 19](#), коэффициент пропускной способности рассчитывается путем добавления пропускной способности рассматриваемых нами интерфейсов. На первый взгляд, можно подумать, что у нас есть HBA 16 Гбит/с, который обращается к системе хранения 8 Гбит/с, но поскольку в действительности мы имеем три интерфейса хранения, у нас есть HBA 16 Гбит/с, который обращается к 24 Гбит/с системы хранения. В результате лимита для хоста превышен в соотношении 3:2.

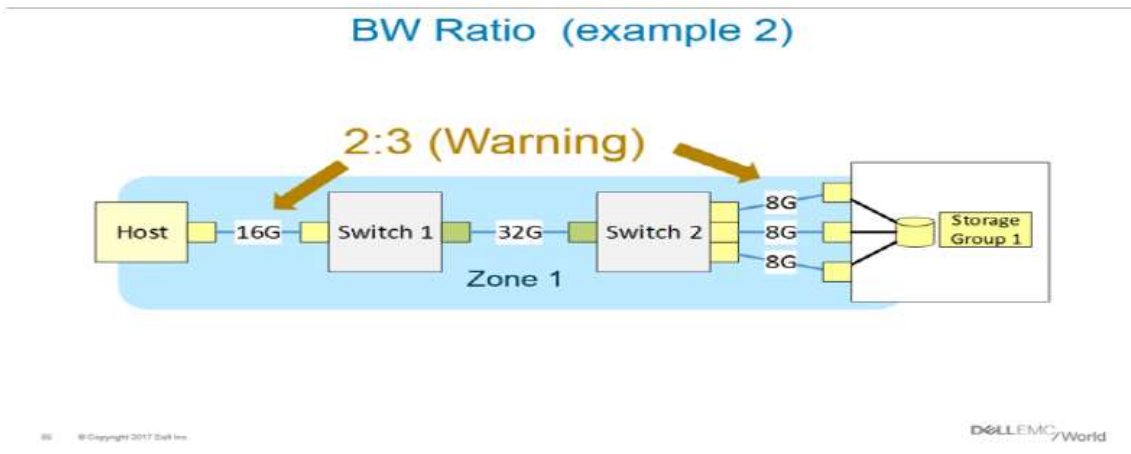


Рисунок 20 Коэффициент пропускной способности — пример 2

В предыдущих 2 примерах пропускная способность межкоммутаторной линии всегда была больше или равна пропускной способности, которую могли поддерживать конечные устройства. Обычно это не так. Как показано на [рисунке 20](#), лимита для хоста в действительности превышен в соотношении 3:4, но поскольку межкоммутаторная линия рассчитана всего на 16 Гбит/с, возникает превышение лимита между конечным устройством и межкоммутаторными линиями, которые будут использоваться, и можно сказать, что лимит для межкоммутаторных линий превышен в соотношении 3:2.

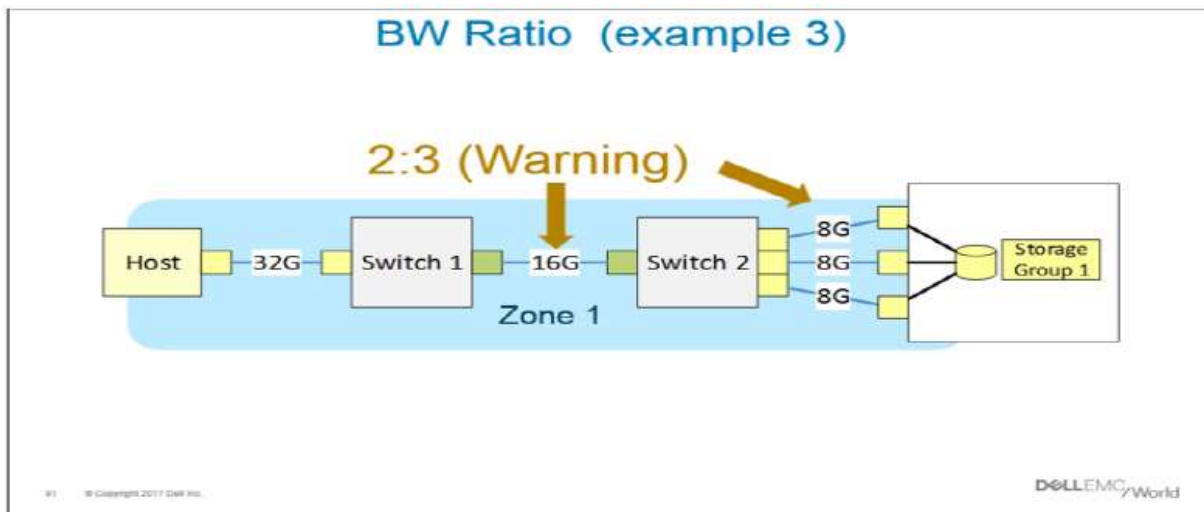


Рисунок 21 Коэффициент пропускной способности — пример 3

### 6.1.7 Brocade

Brocade определяет три различных класса событий распространения перегрузки:

- Превышение лимита

См. определение в предыдущем разделе (выше).

- **Неправильно работающее устройство**

Конечное устройство или межкоммутаторная линия, которая освобождает кредит со скоростью, недостаточной для поддержания скорости соединения. Например, если конечное устройство согласовало скорость линии в 16 Гбит/с и не может вернуть кредит со скоростью, которая позволяет ему получить 16 Гбит данных в секунду, в вашей сети может появиться неправильно работающее устройство. Эти типы устройств также называют устройствами, на которых возникает распространение перегрузки. Важно отметить, что устройство может работать неправильно по ряду причин, включая проблему драйвера или в случае с межкоммутаторной линией из-за воздействия распространения перегрузки на порт.

- **Потеря кредита**

Сценарий с потерей кредита означает, что по той или иной причине (обычно из-за случайных ошибок в битах) одно или оба устройства на данной линии начинают считать, что их кредит передачи меньше, чем он есть на самом деле. Одной из причин такой ситуации может стать повреждение R\_RDY из-за ошибки в битах. Если это происходит достаточно часто, производительность начнет постепенно снижаться и ухудшать способность сети хранения данных (SAN) переносить данные. Эта проблема более подробно рассмотрена в документе KB 464245 (Ошибки в битах и их воздействие).

## Перекрестные ссылки на термины распространения перегрузки Brocade

Подводя итоги вышесказанного, мы получим следующие перекрестные ссылки на термины распространения перегрузки, используемые для Brocade.

Причина	Низкая серьезность	Средняя серьезность	Высокая серьезность
<b>Превышение лимита<sup>1</sup></b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокая пропускная способность на порте устройства</li> <li>2. Небольшая задержка кредита на порте межкоммутаторной линии</li> <li>3. Потери кадров или сбросов линии не происходит</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокая пропускная способность на порте устройства</li> <li>2. Средняя задержка кредита на порте межкоммутаторной линии</li> <li>3. Задержка очереди от 10 до 80 мс на порте межкоммутаторной линии</li> <li>4. Потери кадров или сбросов линии не происходит</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокая пропускная способность на порте устройства</li> <li>2. Большая задержка кредита на порте межкоммутаторной линии</li> <li>3. Задержка очереди более 80 мс на порте межкоммутаторной линии</li> <li>4. Потеря кадров на восходящем (относящемся к межкоммутаторной линии) порте (указывает на задержку очереди от 220 до 500 мс)</li> <li>5. Сбросов линии не происходит</li> </ol>
<b>Неправильно работающее устройство</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Небольшая задержка кредита на порте устройства и на восходящем порте межкоммутаторной линии</li> <li>2. Задержка очереди менее 10 мс на порте устройства и на восходящем порте межкоммутаторной линии</li> <li>3. Потери кадров или сбросов линии не происходит</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Средняя задержка кредита на порте межкоммутаторной линии и на восходящем порте межкоммутаторной линии</li> <li>2. Задержка очереди от 10 до 80 мс на порте устройства и на восходящем порте межкоммутаторной линии</li> <li>3. Потери кадров или сбросов линии не происходит</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Большая задержка кредита на порте устройства и на восходящем порте межкоммутаторной линии</li> <li>2. Задержка очереди более 80 мс на порте устройства и на восходящем порте межкоммутаторной линии</li> <li>3. Потеря кадров на порте устройства или на восходящем (относящемся к межкоммутаторной линии) порте (указывает на задержку очереди от 220 до 500 мс)</li> <li>4. Сброс линии на порте межкоммутаторной линии (указывает на прекращение выделения кредита в течение более чем 2 с)</li> </ol>
<b>Потеря кредита<sup>2</sup></b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Небольшая задержка кредита на порте</li> <li>2. Задержка очереди менее 10 мс на порте или на восходящей линии от порта</li> <li>3. Потери кадров или сбросов линии не происходит</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Средняя задержка кредита на порте</li> <li>2. Задержка очереди от 10 до 80 мс на порте или на восходящей линии от порта</li> <li>3. Потери кадров или сбросов линии не происходит</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Большая задержка кредита на порте</li> <li>2. Задержка очереди более 80 мс на порте или на восходящей линии от порта</li> <li>3. Потеря кадров на порте или на восходящей линии от порта (указывает на прекращение выделения кредита в течение периода от 220 до 500 мс)</li> <li>4. Сброс линии на порте или на восходящей линии от порта (указывает на прекращение выделения кредита в течение более чем 2 с)</li> </ol>

<sup>1</sup>Перегрузка высокой серьезности из-за превышения лимита возникает редко или крайне редко.

<sup>2</sup>Причинами потери кредита, как правило, являются ошибки передачи, такие как ITW, CRC и другие проблемы, связанные с сигналом.



### 6.1.8 Cisco

Cisco определяет два различных класса событий распространения перегрузки:

- **Превышение лимита**

См. определение выше.

- **Исчерпание кредита**

Конечное устройство или межкоммутаторная линия, которая освобождает кредит со скоростью, недостаточной для поддержания скорости соединения. Например, если конечное устройство согласовало скорость линии в 16 Гбит/с и не может вернуть кредит со скоростью, которая позволяет ему получить 16 Гбит данных в секунду, в вашей сети может появиться неправильно работающее устройство. Эти типы устройств также называют устройствами, на которых возникает распространение перегрузки. Важно отметить, что устройство может работать неправильно по ряду причин, включая проблему драйвера или в случае с межкоммутаторной линией из-за воздействия распространения перегрузки на порт.

- **Перекрестные ссылки на термины распространения перегрузки Cisco**

Подводя итоги вышесказанного, мы получим следующие перекрестные ссылки на термины распространения перегрузки, используемые для Cisco.

Тип перегрузки	Уровень — 1: задержка	Уровень — 2: повторная передача	Уровень — 3: длительная задержка
<b>Превышение лимита</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокая степень использования линии на порте конечного устройства</li> <li>2. Исчерпание кредита В2В на порте конечного устройства не происходит</li> <li>3. Распространение перегрузки в направлении межкоммутаторных линий</li> <li>4. Потери кадров или сбросов линии не происходит</li> </ol>	Повторная передача и длительная задержка из-за превышения лимита возникают редко или крайне редко	
<b>Исчерпание кредита</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Низкая степень использования линии на порте конечного устройства</li> <li>2. Сокращение количества оставшихся кредитов или недоступность кредитов небольшой продолжительности</li> <li>3. Распространение перегрузки в направлении межкоммутаторных линий</li> <li>4. Отбрасывания, повторные передачи и сбросы линии не происходят</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Низкая степень использования линии на порте конечного устройства</li> <li>2. Недоступность кредитов большей продолжительности</li> <li>3. Распространение перегрузки в направлении межкоммутаторных линий</li> <li>4. Кадры отбрасываются (но линия не сбрасывается) из-за тайм-аута, вызванного перегрузкой или отсутствием кредитов*, что приводит к повторной передаче</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кадры не передаются на конечное устройство</li> <li>2. Длительная недоступность кредитов (1 с для F-порта, 1,5 с для E-порта)</li> <li>3. Перегрузка высокой серьезности в направлении межкоммутаторных линий</li> <li>4. Сбросы линии или нестабильная работа портов</li> </ol>
<p>*Конфигурация по умолчанию: тайм-аут, вызванный перегрузкой, — 500 мс, тайм-аут, вызванный отсутствием кредита, — выкл.                      Настраиваемый вариант: тайм-аут, вызванный перегрузкой, — от 100 до 500 мс, тайм-аут, вызванный отсутствием кредита, — от 1 до 500 мс                      Рекомендуемая конфигурация: тайм-аут, вызванный перегрузкой, — 200 мс, тайм-аут, вызванный отсутствием кредита, — 50 мс</p>			

