

# Понимание Cisco Express Forwarding (CEF)

## Содержание

[Введение](#)

[Предварительные условия](#)

[Требования](#)

[Используемые компоненты](#)

[Условные обозначения](#)

[Обзор](#)

[Операции CEF](#)

[Обновление таблиц маршрутизации GRP](#)

[Пересылка пакетов для всех линейных плат, кроме OC48 и QOC12](#)

[Пересылка пакетов для линейных карт OC48 и QOC12](#)

[Дополнительные сведения](#)

## [Введение](#)

В данном документе объясняется, что такое экспресс-пересылка Cisco и как она реализуется на Интернет-маршрутизаторах Cisco серии 12000.

## [Предварительные условия](#)

### [Требования](#)

Для этого документа отсутствуют особые требования.

### [Используемые компоненты](#)

Настоящий документ не имеет жесткой привязки к каким-либо конкретным версиям программного обеспечения и оборудования.

Сведения, представленные в этом документе, были получены от устройств, работающих в специальной лабораторной среде. Все устройства, описанные в этом документе, были запущены с чистой (стандартной) конфигурацией. В рабочей сети необходимо изучить потенциальное воздействие всех команд до их использования.

### [Условные обозначения](#)

[Дополнительные сведения об условных обозначениях см. в документе Технические рекомендации Cisco. Условные обозначения.](#)

## Обзор

Метод коммутации CEF является оригинальной формой масштабируемой коммутации, предназначенной для занятия проблемами, привязанными к кэшированию требований. При коммутации CEF сведения, которые обычно хранятся в кэше маршрутизатора, распределены по нескольким структурам данных. Код CEF в состоянии поддерживать эти структуры данных в процессоре гигабитного маршрутизатора (GRP), а также в подчиненных процессорах, таких, как линейные платы в маршрутизаторах 12000. Чтобы оптимизировать поиск для более эффективной пересылки пакетов, используются следующие структуры данных:

- Таблица данных переадресации (FIB) - CEF использует FIB для принятия решений о коммутации на базе префиксов на IP-адрес назначения. Таблица FIB концептуально аналогична таблице маршрутизации или информационной базе. Она содержит зеркальное отображение информации о пересылке из таблицы IP-маршрутизации. При изменении маршрутизации или топологии таблица IP-маршрутизации обновляется, и эти изменения также отражаются и в FIB. База данных FIB содержит информацию об адресе следующего перехода, полученную на основе таблицы IP-маршрутизации. В силу взаимно однозначной связи между записями FIB и записями таблицы маршрутизации в FIB будут содержаться все известные маршруты, что избавляет от необходимости вести кэш маршрутов для таких способов коммутации, как скоростная коммутация и оптимальная коммутация.
- Таблица смежности. Узлы сети называют смежными, если они могут связаться друг с другом за один переход на канальном уровне. В дополнение к FIB, CEF использует таблицы смежности для вставки в начало адресных данных слоя 2. Таблица смежности содержит адреса следующих узлов уровня 2 для всех записей FIB.

Коммутация CEF может осуществляться в двух режимах:

- Основной режим CEF - Если режим CEF включен, база сведений о переадресации CEF и таблицы смежности находятся на процессоре маршрутизации и этот процессор выполняет быструю переадресацию. Можно использовать режим CEF, если платы линии недоступны для CEF коммутации или если нужно использовать средства, несовместимые с распределенной CEF коммутацией.
- Режим распределенного CEF (dCEF) – когда включен dCEF, линейные платы сохраняют идентичные копии FIB и таблицы смежности. Линейные платы могут выполнять экспресс-пересылку сами, освобождая главный процессор – гигабитный процессор маршрута (GRP) – от участия в коммутации. Это единственный доступный метод коммутации в маршрутизаторе Cisco версии 12000. dCEF использует механизм межпроцессорного взаимодействия (IPC), чтобы гарантировать синхронизацию баз данных FIB и таблиц смежности на процессоре маршрутизации и линейных картах.

[Дополнительные сведения о коммутации CEF см. в Описании технологических решений "Cisco Express Forwarding \(CEF\)".](#)

## Операции CEF

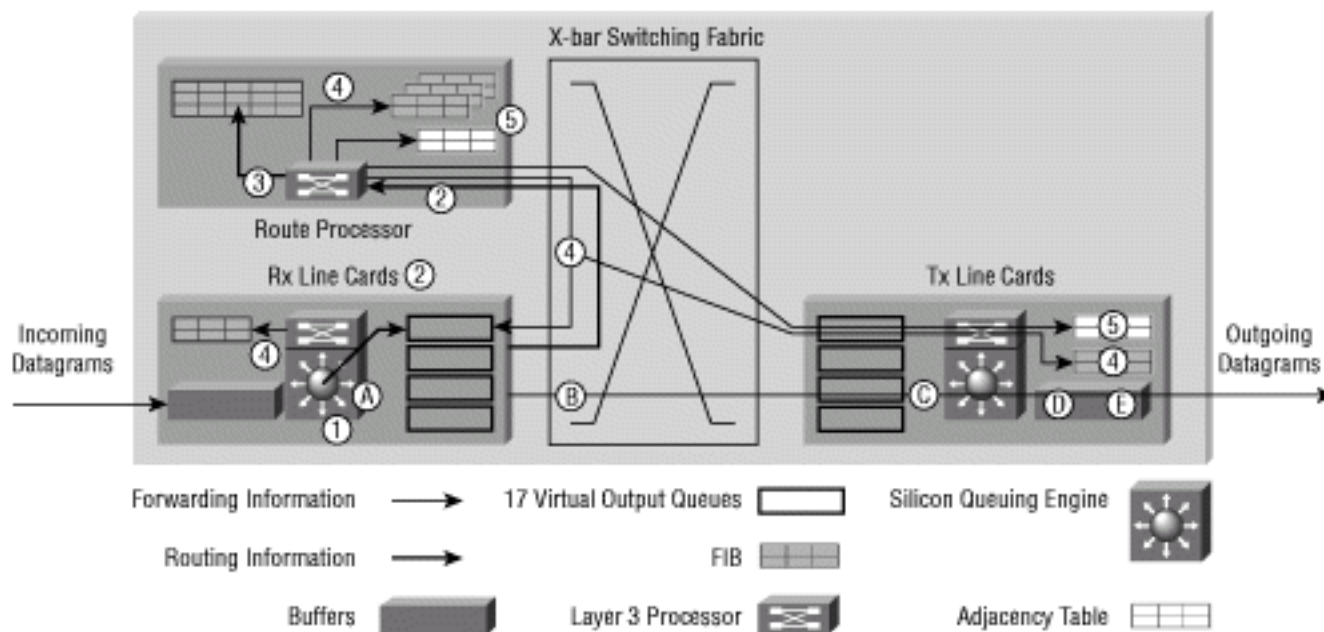
### Обновление таблиц маршрутизации GRP

[На рис.1 показан процесс отправки пакета обновления маршрутизации на процессор гигабитного канала маршрутизатора \(GRP\) и последующая отправка сообщений об обновлении перенаправления на таблицы FIB линейных плат.](#)

Для ясности нумерация следующих параграфов соответствует нумерации на рис. 1. Следующий процесс происходит во время инициализации таблицы маршрутизации, или любое время изменений топологии сети (когда маршруты добавлены, удалены или изменены). Процесс, показанный на рис. 1, включает пять основных этапов:

1. Дейтаграмма IP помещается во входные буферы принимающей (входной) линейной платы, средство пересылки L2/L3 проверяет данные уровня 2 и уровня 3, содержащиеся в пакете, и отправляет его в процессор пересылки. Переадресующий процессор определяет, что пакеты содержат информацию маршрутизации. Процессор переадресации передает указатель на виртуальную очередь вывода (VOQ) GRP, указывающую, что пакет в буферной памяти должен быть передан к GRP.
2. С линейной платы отправляется запрос к плате синхронизации и планирования (CSC). Карта планировщика выполняет предоставление, и пакет передан через коммутационную матрицу к GRP.
3. GRP обрабатывает сведения о маршрутизации. R5000 (процессор) на GRP обновляет сетевую таблицу маршрутизации. В зависимости от сведений о маршрутизации, содержащихся в пакете, процессор уровня 3 может быть вынужден начать лавинную передачу сведений о состоянии канала смежным маршрутизаторам (если внутренним протоколом маршрутизации является - OSPF (первоочередное открытие кратчайших маршрутов). Процессор создает IP-пакеты, несущие сведения о состоянии связи и внутреннее обновление для таблиц FIB. Кроме того, GRP вычисляет все рекурсивные маршруты, которые возникают, если поддержка предоставляется и для внутреннего протокола, и для внешних протоколов шлюзов (например, протокола краевого шлюза – BGP). Сведения о предварительно вычисленном рекурсивном маршруте отправляются на FIBs каждой линейной платы. Это помогает значительно ускорить процесс переадресации, поскольку процессор 3 уровня на плате канала может сосредоточиться на переадресации пакетов и не тратить ресурсы на расчет рекурсивного маршрута.
4. GRP отправляет внутренние обновления Таблиц FIB на всех линейных картах, включая расположенных на GRP FIB-обновления для линейных плат отслеживаются и применяются по необходимости. GRP хранит копию таблицы FIB от платы каждого канала, поэтому при добавлении в шасси новой платы канала GRP загружает последнюю информацию о переадресации на новую карту, как только она становится активной.
5. GRP получает уведомление с линейных плат всякий раз, когда к маршрутизатору 12000 подключается новый соседний маршрутизатор. Процессор на линейной карте передает пакет к GRP, содержащему новую информацию об уровне 2 (как правило, информация заголовка Протокола PPP). GRP использует эти сведения уровня 2 для обновления таблицы смежности, размещенной на GRP и на линейных картах. Каждая линейная карта добавляет эту информацию уровня 2 в каждый пакет, посланный с маршрутизатора 12000. Копия таблицы смежности поддерживается на GRP для нужд инициализации.

**Рисунок 1: Диаграмма определения пути и маршрутизации третьего уровня**



## [Пересылка пакетов для всех линейных плат, кроме OC48 и QOC12](#)

Как только линейная карта имеет достаточно информации для определения пути через структуру переключений (для примера, направление следующей трансляции), маршрутизатор 12000 готов переадресовывать пакеты. Следующие шаги выделяют простой и быстрый передающий способ, используемый 12000 маршрутизаторов (см. [рисунок 1](#)). Для ясности надпись абзацев соответствует надписи на рисунке 1.

- **О.** IP-дейтаграмма помещается в буферы входа на принимающей линейной плате (линейной плате Rx), а модуль переадресации L2/L3 получает доступ к сведениям пакета уровней 2 и 3 и посылает их на процессор переадресации. Процессор маршрутизации определяет, что пакет содержит данные и не является обновлением маршрутизации. На основе Уровня 2 и информации сетевого уровня 3 в Таблице FIB, процессор переадресации передает указатель на VOQ соответствующей линейной карты, указывающий, что пакет в буферной памяти должен быть передан к той линейной карте.
- **В.** Планировщик линейной карты отправляет запрос планировщику. Планировщик дает разрешение, и пакет отправляется из буферной памяти через систему коммутации на линейную карту (Tx line card).
- **С.** Линейная карта Tx буферизует входящие пакеты.
- **Д.** Процессор 3 уровня и привязанные специализированные интегральные схемы (ASIC-схемы) на линейной карте Tx подключают информацию об Уровне 2 (адрес PPP) к каждому передаваемому пакету. Пакет дублируется для каждого порта на линейной карте (при необходимости).
- **Е.** Передатчики линейной карты Tx отправляют пакет через оптоволоконный интерфейс.

Преимущество этого простого процесса пересылки в том, что большинство задач передачи данных можно выполнить в ASIC, разрешив 12000 работать на гигабитовых скоростях. Кроме того, пакеты данных никогда не отправляются на GRP.

## [Пересылка пакетов для линейных карт OC48 и QOC12](#)

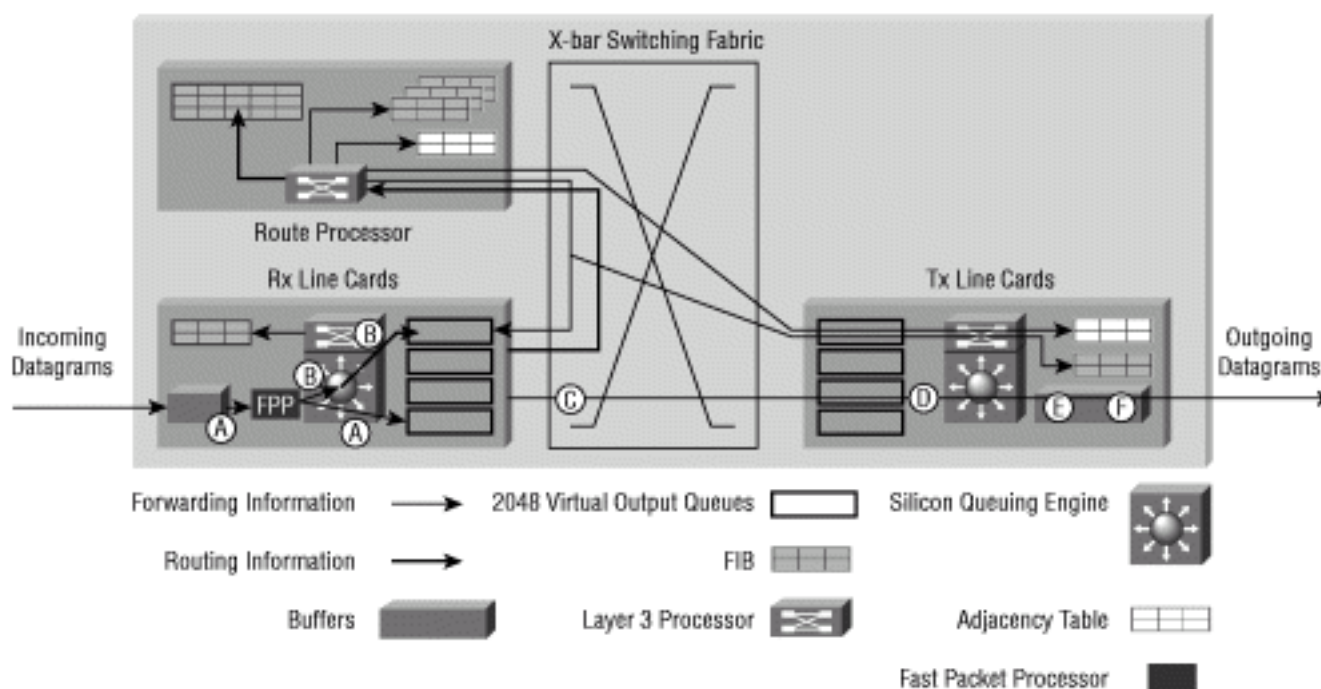
Когда линейная карта имеет достаточно переадресующей информации для определения

пути через коммутируемую среду (например, пункт назначения следующей ретрансляции), маршрутизатор 12000 готов пересылать пакеты. [Следующие этапы представляют собой простую и очень быструю технику продвижения данных, используемую 12000 \(см. Рис.2\).](#) Для ясности буквенные обозначения параграфов соответствуют буквенным обозначениям на рис. 2.

- **О.** IP дейтаграмма (не обновление маршрутизации, протокол управляющих сообщений в сети Internet (ICMP) и IP пакеты с опциями) получена в линейную плату и проходит через обработку уровня 2. На основе уровня 2 и информации об уровне 3 в локальной Таблице FIB, Процессор Быстрого пакета определяет назначение пакета и модифицирует заголовок пакета. В зависимости от получателя пакет затем помещается в соответствующий VOQ линейной платы.
- **В.** В редком случае, где Процессор Быстрого пакета не может должным образом передать пакет, пакет обработан процессром переадресации. Процессор пересылки, локальная таблица FIB которого основана на данных уровня 2 и 3, отправляет указатель на VOQ соответствующей линейной платы, сообщая таким образом, что пакет в буферной памяти предназначен для этой платы.
- **С.** Как только пакет находится в соответствующем VOQ, планировщик линейной карты выполняет запрос к планировщику. Планировщик дает разрешение, и пакет отправляется из буферной памяти через систему коммутации на линейную карту (Tx line card).
- **Д.** Линейная карта Tx буферизует входящие пакеты.
- **Е.** Процессор 3 уровня и привязанные ASIC-схемы на линейной карте Tx подключают информацию об Уровне 2 (адрес PPP) к каждому передаваемому пакету. Пакет дублируется для каждого порта на линейной карте (при необходимости).
- **\_\_\_\_\_ F.** Передатчики линейной карты Tx отправляют пакет через оптоволоконный интерфейс.

Преимущество нового процесса переадресации состоит в том, что он оптимизирует плату специально для более быстрых скоростей, таких как OC48/STM16.

**Рис. 2: Коммутация пакетов для линейных плат с более высоким быстродействием**



## Дополнительные сведения

- [Архитектура IP-маршрутизаторов серии Cisco 12000 – корпус](#)
- [Архитектура IP-маршрутизаторов серии Cisco 12000 – коммутационная матрица](#)
- [Архитектура IP-маршрутизаторов серии Cisco 12000 – модуль Route Processor](#)
- [Архитектура IP-маршрутизаторов серии Cisco 12000 – конструкция линейных плат](#)
- [Архитектура Интернет-маршрутизатора Cisco серии 12000 - данные памяти](#)
- [Архитектура Интернет-маршрутизатора Cisco серии 12000 - шина обслуживания, системы электроснабжения и вентиляции, платы аварийной сигнализации](#)
- [Архитектура IP-маршрутизаторов серии Cisco 12000 – обзор программного обеспечения](#)
- [Архитектура IP-маршрутизаторов серии Cisco 12000 – коммутация пакетов](#)
- [Техническая поддержка - Cisco Systems](#)