

МОГУЩЕСТВО ОПТИКИ
ТЕХНОЛОГИИ **СЕГОДНЯ**

Решения и продукты компании Cisco Systems по построению оптических сетей



СОДЕРЖАНИЕ

Требования современного мира	1
Рост предприятий и эффективность цены	1
Операторы связи – емкость и прибыльность	1
Современные технологии, используемые для построения оптических сетей	2
Технология плотного спектрального мультиплексирования по длине волны (DWDM)	2
Технология грубого спектрального мультиплексирования по длине волны (CWDM)	3
Технология синхронной цифровой иерархии (SDH)	4
Технология пакетной передачи данных поверх SONET/SDH (POS)	5
Технология динамического транспорта пакетов (DPT)	5
Продукты Cisco COMET	6
Городские и региональные сети DWDM – Cisco ONS 15216	6
<i>Терминальные фильтры</i>	7
<i>Оптические мультиплексоры ввода/вывода</i>	8
<i>Оптический усилитель</i>	9
<i>Модуль контроля оптической производительности</i>	10
<i>Модули компенсации дисперсии</i>	10
Оптическая транспортная платформа Cisco ONS 15300	10
Платформа Cisco ONS 15302	11
Платформа Cisco ONS 15305	12
Мультисервисная транспортная платформа Cisco ONS 15454 MSTP	15
Платформа Cisco ONS 15454 MSTP	15
Компоненты платформы для работы в сетях SDH	18
<i>Общие системные карты</i>	19
<i>Карты с электрическими интерфейсами PDH/SDH</i>	20
<i>Карты с оптическими интерфейсами SDH</i>	21
<i>Карты для обеспечения передачи данных в сетях SDH</i>	24
Компоненты для построения систем DWDM	29
<i>Модули оптического сервисного канала</i>	30
<i>Оптические усилители</i>	31
<i>Оптические фильтры и мультиплексоры</i>	31
<i>Транспортные карты (транспондеры)</i>	33
Серия продуктов спектрального мультиплексирования Cisco ONS 15500	39
Приложения и функции систем спектрального мультиплексирования ONS 15500	39
Компоненты решения	41
Оптическая транспортная платформа Cisco ONS 15540 DWDM ESPx	43
Платформа агрегации Cisco ONS 15530 DWDM	45
Оптический усилитель Cisco ONS 15501	47
Управление	48
Сертификация	48
Cisco Metro Planner	49
Мультисервисная платформа коммутации Cisco ONS 15600 MSSP	49
Оптическая платформа дальней связи Cisco ONS 15808 Long Haul / Extended Long Haul DWDM	51
Продукты для построения системы управления и мониторинга	53
Система управления оптическими сетями Cisco Transport Manager	53
Cisco Info Center – распределенная система мониторинга	56
Заключение	56

Требования современного мира

Сегодня, более чем когда-либо, сети развиваются в зависимости от широкого спектра услуг, требующих большой полосы пропускания. Современные корпорации должны развивать информационные технологии для сохранения конкурентоспособности. Операторы связи вынуждены расширять полосу пропускания и набор услуг, для того чтобы соответствовать растущим требованиям заказчиков, в то же время им необходимо поддерживать собственную рентабельность. И корпорации, и операторы связи нуждаются в снижении капитальных и операционных затрат при развертывании сетей и новых услуг. В то же время операторы связи нуждаются в ускорении вывода на рынок новых услуг, а корпорации – в максимальном упрощении процессов развития и расширения сетей.

Концепция Cisco Systems по построению транспортных и пограничных мультисервисных оптических сетей (COMET – Complete Optical Multiservice Edge and Transport) дает возможность заказчикам Cisco Systems воспользоваться преимуществами последних технологических разработок в сфере построения современных высокоскоростных сетей.

Концепция COMET собирает вместе последние технологические новшества в областях IP, SONET/SDH, спектрально-уплотнения (Wavelength Division Multiplexing – WDM), Ethernet и построения систем хранения данных для создания масштабируемых, гибких и обладающих широким спектром предоставляемых услуг сетей, которые удовлетворяют современные требования операторов связи по всему миру.

Решения, построенные на базе COMET, позволяют корпорациям и операторам связи воспользоваться преимуществами решений, построенных на базе использования оптических волокон и обеспечивающих более высокий уровень и плотность услуг, что позволяет снизить затраты на передачу данных по сети. Решения Cisco COMET позволяют обеспечить доходность сети за счет:

- поддержки различных методов восстановления услуг, топологий и передачи информации в системе управления и мониторинга с возможностью сквозной конфигурации, что позволяет сократить время активации новых услуг в сети;
- большой плотности предоставляемых услуг на пограничных устройствах за счет поддержки различных типов технологий передачи информации;
- большого спектра поддерживаемых типов интерфейсов на пограничных устройствах;
- масштабируемого и эффективного транспорта от пограничных устройств через всю сеть и достижения максимальной полосы пропускания для предоставляемых сервисов.

Рост предприятий и экономическая эффективность

Большие компании и государственные предприятия постоянно нуждаются в росте своих сетей и максимальном использовании современных технологий для увеличения производительности сетей, в то же время им необходимо сохранять капитальные и эксплуатационные расходы низкими, насколько это возможно. Централизация информационных технологий позволяет снизить затраты на помещения и персонал, а также упростить управление и сократить время на внедрение изменений в сети.

Для реализации своих потребностей корпорациям необходимы решения, которые могут обеспечить различные виды оптических соединений для серверов, систем хранения данных и резервирования. Крупным организациям требуется обеспечить поддержку Gigabit Ethernet с возможностью дальнейшего перехода на 10 Gigabit Ethernet для увеличения эффективности и производительности сети. Решения доступа, использующие оптические волокна для подключения зданий и обеспечивающие широкий спектр услуг, делают эти решения привлекательными и экономически выгодными.

В результате корпорации могут объединить больше удаленных узлов и центров обработки и хранения данных для обеспечения быстрого и богатого приложениями функционирования бизнес-процессов, при необходимости дополненного возможностями резервирования.

Решения Cisco COMET позволяют корпорациям обеспечить следующие преимущества:

- скорость услуг – увеличивает продуктивность сети за счет обеспечения более быстрого внедрения новых услуг и добавления новых узлов;
- плотность услуг – использует единую оптическую инфраструктуру для предоставления широкого спектра услуг;
- разнообразие услуг – поддерживает все возможные виды услуг;
- емкость услуг – обеспечивает беспрецедентную полосу пропускания для высокоскоростных услуг.

Эти преимущества, объединенные вместе в едином семействе продуктов, позволяют корпорациям достичь высокой прибыльности, сохраняя при этом низкие затраты на оборудование, высокую эффективность и широкие возможности расширения для дальнейшего развития.

Операторы связи – емкость и прибыльность

Начиная от точек доступа и заканчивая узлами обмена трафиком, современные операторы связи нуждаются в расширении полосы пропускания и спектра предоставляемых услуг, сохраняя при этом прибыльность. В сетях дальней связи операторам сегодня необходимо высокоэффективное ценовое решение, совмещенное с широкими возможностями расширения в будущем. Городские сети, традиционное узкое место современных цифровых магистралей, должны легко и эффективно модернизироваться и обеспечивать потребности растущего спектра разнообразных услуг.

Сегодняшняя экономическая ситуация, потребности рентабельности требуют от операторов связи улучшения ряда характеристик:

- скорость услуг – внедрение существующих и новых услуг максимально быстро, для удовлетворения требований клиентов;

- плотность услуг — максимальное использование существующей инфраструктуры, увеличение объема клиентского трафика в доступной полосе пропускания;
- разнообразие услуг — предоставление как уже существующих, так и новых услуг для создания новых источников доходов, увеличения рентабельности сети;
- емкость услуг — масштабирование на все расстояния, от корпоративных сетей до сетей дальней связи.

В городских сетях доступа операторы связи и их корпоративные клиенты нуждаются в решениях, которые могут рентабельно обеспечить предоставление услуг, базирующихся на длине волны, в узлах доступа, располагаемые в офисных зданиях и кампусах. Эти решения должны обеспечивать агрегацию услуг передачи данных и голосового трафика независимо от требуемой конфигурации сети. Городские магистральные сети требуют решения, которое поддерживает различные сетевые топологии, включая линейные, кольцевые и смешанные.

Сеть должна иметь возможность сквозного расширения емкости прозрачно на всей протяженности — от узлов доступа, через пограничный и магистральный уровни. На всей сети пропускная способность должна использоваться максимально эффективно на всех длинах волн для увеличения плотности услуг.

В связи с тем, что заказчикам требуется поддержка различных уровней обслуживания, сеть должна обеспечивать надежную передачу голоса и данных за счет использования стандартных схем резервирования, защиты и восстановления. Для обеспечения эффективности сетевые элементы и услуги должны устанавливаться, конфигурироваться и модернизироваться быстро, с управлением через сеть, используя стандартный пользовательский интерфейс. В дополнение ко всему, решения для операторов связи должны обеспечивать быстрый возврат инвестиций и открывать новые возможности для получения прибыли.

Решения Cisco Systems COMET удовлетворяют вышеописанные требования скорости, плотности, разнообразия и емкости услуг, что позволяет максимально ускорить возврат инвестиций в существующую оптическую инфраструктуру и обеспечивает существенное увеличение доходов.

Современные технологии, используемые для построения оптических сетей

Наблюдаемый сегодня бурный рост объемов данных и голосового трафика, во многом вызванный развитием сети Интернет, создал дефицит пропускной способности в городских волоконно-оптических каналах. В результате конкурентные операторы связи, Интернет-провайдеры и прочие компании, связанные с телекоммуникациями, почувствовали, что их возможности по удовлетворению спроса на полосу пропускания и расширению ассортимента услуг резко ограничены. Прокладка новых оптоволоконных кабелей в густонаселенных городских районах часто требует больших расходов и занимает много времени, поэтому операторы связи вынуждены искать иные решения. Чтобы справиться с быстрым ростом абонентской базы, удовлетворить сложные требования новых приложений в области полосы пропускания и разнообразить свои услуги, провайдеры должны с максимальной эффективностью использовать уже проложенные волоконно-оптические кабели, а также кабели, которые будут проложены в будущем. Поэтому с каждым годом все более актуальными становятся технологии, позволяющие существенно увеличить пропускную способность существующей инфраструктуры, наиболее перспективной в настоящее время является технология плотного спектрального мультиплексирования по длине волны.

Технология плотного спектрального мультиплексирования по длине волны (DWDM)

Технология DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) обеспечивает наибольшую пропускную способность при использовании одной оптической пары. Высокая пропускная способность достигается за счет применения технологии мультиплексирования по длине волны, когда по одной оптической паре передается несколько независимых потоков, каждый на своей длине волны. Существующее сейчас оборудование позволяет использовать до 80 оптических каналов с возможностью расширения до 300 каналов в будущем. В каждом из таких каналов прозрачно передается информационный поток на скоростях от 100 Мбит/с до 10 Гбит/с.

Внедрение технологии плотного спектрального мультиплексирования по длине волны (Dense Wavelength Division Multiplexing — DWDM) создает возможность повышения эффективности передачи трафика в оптических каналах городских сетей. Наиболее привлекательной особенностью технологии DWDM, как с технической, так и с экономической точки зрения, является ее способность поддерживать практически неограниченные возможности по передаче трафика. Она не только защищает инвестиции, вложенные в существующие оптоволоконные каналы, но и повышает их возможности, по меньшей мере, в 32 раза. По мере роста спроса вы сможете расширять емкость своей сети с помощью простых модернизаций оборудования или за счет увеличения количества задействованных длин волн, не прибегая к дорогостоящим реконструкциям. Расширяя емкость, вы будете платить только за новое оборудование. Что же касается кабельной сети, то она останется прежней.

Основными сетевыми элементами сети DWDM являются:

- DWDM-мультиплексоры/демультиплексоры;
- DWDM-мультиплексоры ввода/вывода;
- DWDM-транспондеры, преобразующие оптические сигналы (одномодовые или многомодовые) от оборудования пользователя к одной из DWDM длин волн;
- оптические усилители;
- компенсаторы дисперсии.

Помимо полосы пропускания, технология DWDM имеет целый ряд других преимуществ:

- **Прозрачность.** Поскольку DWDM — это архитектура физического уровня, она может прозрачно поддерживать мультимедиа.

типлексирование с разделением по времени (TDM) и форматы данных ATM, Gigabit Ethernet, ESCON и Fibre Channel с открытыми интерфейсами на общем физическом уровне.

- **Масштабируемость.** DWDM может использоваться для быстрого наращивания емкости в соединениях «точка–точка» и сегментах существующих колец SONET/SDH.
- **Динамическое обеспечение сети (Dynamic Provisioning).** быстрое и простое динамическое обеспечение сетевых соединений позволяет провайдерам осуществить стратегическое распределение полосы пропускания (Strategic Bandwidth Allocation), т. е. довести оптические каналы до отдельных зданий.

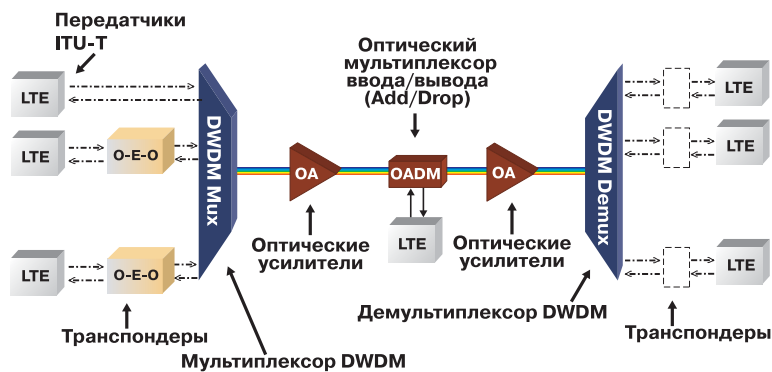


Рис. 1. Компоненты системы DWDM

Технология грубого спектрального мультиплексирования по длине волны (CWDM)



Технология CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) является упрощенным вариантом DWDM. Согласно рекомендации ITU-T G.694.2, CWDM использует длины волн с шагом 20 нм, т. е. отстоящие достаточно далеко друг друга, что делает стоимость систем, построенных на основе этой технологии, значительно более низкой, чем у систем на базе DWDM.

Технология CWDM, аналогично DWDM, является протоколнезависимой, и по каждому из каналов можно передавать любой трафик со скоростями от 100 Мбит/с до 2,5 Гбит/с. Основным ограничением CWDM (по сравнению с DWDM) является меньшее количество каналов (в настоящее время поддерживается до 8 мультиплексируемых каналов) и меньшая дальность связи. В силу ограничений основная область применения этой технологии — оптические сети городского и регионального масштаба в условиях дефицита свободного оптического волокна и/или для расширения пропускной способности существующих сетей.

Основными сетевыми элементами CWDM являются:

- CWDM-мультиплексоры/демультиплексоры;
- CWDM-мультиплексоры ввода/вывода;
- CWDM-транспондеры, преобразующие оптические сигналы (одномодовые или многомодовые) от оборудования пользователя к одной из длин волн CWDM.

Решение CWDM, предлагаемое Cisco Systems, построенное на использовании интерфейсных модулей Gigabit Ethernet (GBIC и SFP) в маршрутизаторах и коммутаторах, позволяет обеспечить масштабируемые и простые услуги на базе Gigabit Ethernet. Совместное использование модулей CWDM GBIC/SFP и оптических мультиплексоров CWDM позволяет создать гибкое, эффективное решение по построению мультисервисной сети.

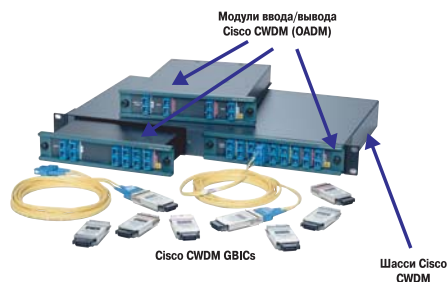


Рис. 2. Компоненты серии Cisco CWDM

Решение Cisco CWDM может быть использовано как расширение существующей оптической инфраструктуры, используемой для транспорта Gigabit Ethernet. Решение поддерживает:

- масштабируемые соединения Gigabit Ethernet «точка–точка» для объединения узлов с использованием «темного» волокна;
- масштабируемые городские кольцевые сети Gigabit Ethernet для организации сетей доступа и предоставления услуг, требующих большой пропускной способности.

Решение Cisco CWDM состоит из набора из 8 модулей Gigabit Ethernet (по 1 для каждой фиксированной длины волны) и набора из 10 различных оптических мультиплексоров CWDM. Пример использования Cisco CWDM для объединения двух узлов приведен на рис. 3.

В настоящее время CWDM GBIC/SFP модули поддерживаются:

- на коммутаторах Cisco Catalyst серий: 2948G, 2980G-A, 3500-XL, 2950G-EI, 3550, 4000, 4500, 6500 (Supervisor Engine 720);
- на маршрутизаторах Cisco серий: 2690, 3660, 3700, 7600 и 12000;
- на оптической платформе Cisco ONS 15454;
- на маршрутизаторах для систем хранения данных Cisco SN 5428-2 и MDS 9000 (SFP).

Более подробная информация о решении Cisco CWDM представлена на странице:

← http://www.cisco.com/en/US/netsol/ns340/ns394/ns113/ns197/networking_solutions_package.html

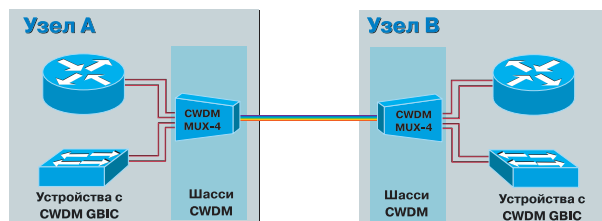


Рис. 3. Пример использования Cisco CWDM для объединения двух узлов

Технология синхронной цифровой иерархии (SDH)

Технология SDH (Synchronous Digital Hierarchy) – это стандарт для транспорта трафика. Стандарт определяет уровни скорости прохождения сигнала синхронного транспортного модуля (Synchronous Transport Module – STM) и физический (оптический) уровень, необходимый для совместимости оборудования от различных производителей.

Основная скорость передачи – 155,250 Мбит/с (STM-1). Остальные, более высокие, скорости определяются как скорости, кратные STM-1:

- STM-4 – 622 Мбит/с,
- STM-16 – 2488,32 Мбит/с,
- STM-64 – 9953,28 Мбит/с.

Технология предполагает использование метода временного мультиплексирования (TDM – Time-Division Multiplexing) и кросс-коммутации тайм-слотов. При этом оконечное оборудование SDH оперирует потоками E1 (2,048 Мбит/с), к которым подключается клиентское оборудование (для доступа к потокам Nx64К используются встроенные кросс-коннекторы).

Основными устройствами сети являются мультиплексоры SDH.

Важной особенностью сетей SDH является необходимость синхронизации всех элементов сети. Обычно мультиплексор может синхронизироваться с любым внешним сигналом, с опорным тактовым сигналом (PRC) или с собственным внутренним генератором синхронизирующих импульсов. Синхронизация на основе опорного тактового сигнала может распространяться по цепи, в которой находится не более 20 сетевых элементов (G.803).

Выбор источника синхронизации может осуществляться либо автоматически под управлением программы, либо задаваться оператором. При построении сетей SDH обычно используется топология сети типа «кольцо» с двумя контурами. По одному из контуров передается синхронизирующая и сигнальная информация, по другому – основной трафик. Имеются специальные механизмы резервирования сети на случай выхода из строя одного из контуров. Возможно также подключение устройств по топологии «точка–точка», однако в таком случае отказоустойчивость решения будет ниже.

Централизованное управление сетью обеспечивает полный мониторинг состояния каналов и узлов (мультиплексоров). Использование кольцевых топологий предоставляет возможность автоматического переключения каналов при любых аварийных ситуациях на резервный путь. Оборудование SDH предусматривает возможность резервирования линии и основных аппаратных блоков по схеме 1+1, при аварии автоматически переключая трафик на резервное направление. Это свойство значительно повышает надежность сети и позволяет проводить различного плана технологические работы без перерыва в предоставлении услуг.

Сеть на базе SDH способна обеспечивать транспорт для большинства существующих технологий высокоскоростной передачи информации по оптическим сетям (в том числе ATM и POS).

Существующее на сегодняшний день оборудование SDH может передавать информацию со следующими линейными скоростями: 155 Мбит/с (STM-1); 622 Мбит/с (STM-4); 2,5 Гбит/с (STM-16); 10 Гбит/с (STM-64).

Функционально мультиплексор SDH имеет два набора интерфейсов: пользовательский и агрегатный. Пользовательский набор отвечает за подключение пользователей, а агрегатный – за создание линейных межузловых соединений.

Данные интерфейсы позволяют создавать следующие базовые топологии:

- «кольцо»,
- «цепочка»,
- «точка–точка».

Из данных базовых элементов складывается топология всей сети мультиплексоров. Сложные сети обычно имеют многоуровневую структуру. Первый уровень – оборудование доступа пользователей. Этот уровень состоит из оборудования «последней мили» и, как правило, мультиплексоров STM-1. Первое отвечает за доведение сигнала пользователей (чаще всего сигнала E1, E3) до мультиплексоров первого уровня. В роли оборудования «последней мили» обычно выступают так называемые оптические модемы, по сути являющиеся конвертерами электрического сигнала в оптический и обратно. Мультиплексоры данного уровня собирают каналы пользователей для дальнейшей транспортировки. Следующий уровень могут составлять мультиплексоры уровня STM-4 и STM-16.

Основными преимуществами технологии SDH являются:

- простая технология мультиплексирования/демультиплексирования;
- доступ к низкоскоростным сигналам без необходимости мультиплексирования/демультиплексирования всего высокоскоростного канала, что позволяет легко осуществлять подключение клиентского оборудования и производить кросс-коммутацию потоков;
- наличие механизмов резервирования на случай отказов каналов связи или оборудования;
- возможность создания «прозрачных» каналов связи, которые необходимы для решения определенных задач (например, передачи голосового трафика между выносами АТС или передачи телеметрии);
- возможности наращивания решения;
- совместимость оборудования от различных производителей;
- относительно низкая стоимость оборудования;
- быстрота настройки и конфигурирования устройств.

К недостаткам технологии SDH можно отнести:

- использование одного из каналов полностью под служебный трафик;
- неэффективное использование пропускной способности каналов связи (необходимость резервирования полосы на случай отказов, неспособность динамически выделять полосу пропускания под различные приложения, отсутствие механизмов приоритизации трафика);

- необходимость использования дополнительного оборудования (зачастую от других производителей), для того чтобы обеспечить передачу различных типов трафика по опорной сети;
- ограниченные возможности масштабирования сети.

Технология пакетной передачи данных поверх SONET/SDH (POS)

Технология пакетной передачи данных поверх SONET/SDH (Packet over SONET/SDH – POS) позволяет маршрутизаторам опорной сети передавать пакеты IP непосредственно поверх фреймов SONET/SDH. POS обеспечивает оптимальное использование пакетов и обеспечивает наименьшую стоимость за мегабит по сравнению с любыми другими способами транспорта данных. POS использует протокол PPP для инкапсуляции IP-пакетов в фреймы SONET/SDH и используется для соединений «точка–точка». В ситуации непрерывного развития оптических сетей эти характеристики позволяют POS эффективно поддерживать нарастающие объемы IP-трафика в существующих и новых оптических сетях. Интерфейс POS совместим с SONET/SDH. Он поддерживает обработку сигналов тревоги, мониторинг производительности, синхронизацию и защитную коммутацию на уровне SONET/SDH.

Технология POS поддерживается на следующих платформах Cisco Systems:

- ✓ Cisco 7204VXR и 7206VXR;
- ✓ Cisco 7301 и 7304;
- ✓ Cisco 7401;
- ✓ Cisco 7500;
- ✓ Cisco 7600;
- ✓ Cisco 10000;
- ✓ Cisco 12000.

Более подробную информацию о технологии POS можно найти на страницах:

- ☛ http://www.cisco.com/warp/public/cc/pd/rt/12000/tech/posdh_wp.htm
- ☛ http://www.cisco.com/warp/public/cc/pd/rt/12000/prodliit/gspost_an.htm

Технология динамического транспорта пакетов (DPT)

Технология динамического транспорта пакетов (Dynamic Packet Transport – DPT – высокоскоростная технология динамической передачи IP-пакетов) была предложена компанией Cisco Systems и находится в стадии принятия в качестве международного стандарта IEEE 802.17. DPT обеспечивает надежность и гибкость, характерную для традиционных транспортных технологий SONET/SDH, однако она оптимизирована для поддержки трафика и приложений IP. DPT пользуется двойным волоконно-оптическим кольцом, по которому трафик и контрольные сообщения передаются одновременно в двух направлениях. Протокол DPT Spatial Reuse Protocol (SRP) позволяет снимать с пакетов данные о месте назначения и выполнять статистическое мультиплексирование, что резко повышает полосу пропускания в кольце, и создавать среду, независимую от типа трафика.

DPT сочетает эффективность использования полосы пропускания и богатство услуг IP с широкой пропускной способностью и функциями «самозалечивания», которые характерны для традиционных волоконно-оптических колец. Все это создает значительные преимущества по сравнению с существующими решениями как по стоимости, так и по функциональности.

Данная технология ориентирована в первую очередь на провайдеров услуг по передаче данных и позволяет отказаться от промежуточных уровней при передаче IP-трафика по сетям SDH. Основная идея состоит в создании нового стандарта 2-го уровня модели OSI, позволяющего напрямую инкапсулировать пакеты IP в кадры формата SDH. Таким новым MAC-уровнем в технологии DPT является протокол SRP (Spatial Reuse Protocol), использующий стандартную MAC-адресацию. При этом внедрение новой технологии облегчается тем, что она позволяет использовать оптическую кабельную инфраструктуру, аналогичную SDH.

При работе устройств используются три основных механизма:

- механизмы равномерной загрузки каналов (fairness algorithm) и переиспользования полосы (spatial reuse), которые позволяют эффективно использовать пропускную способность каналов связи на различных участках кольца,
- механизм замыкания каналов в случае отказов каналов или устройств (Intelligent Protection Switching – IPS).

Предполагается, что сети, построенные на базе технологии DPT, имеют кольцевую топологию, хотя технология допускает и использование подключения типа «точка–точка». Узлы в кольце объединяются высокоскоростными волоконно-оптическими каналами связи на скоростях 155/622/2400 Мбит/с. Специализированный протокол IPS (Intelligent Protection Switching) обеспечивает отказоустойчивую работу сети при выходе из строя одного из узлов в кольце или обрыве магистральной линии связи. Технология DPT обеспечивает уровень защиты от сбоя в сети, аналогичный традиционным системам SDH, и при обрыве магистрального канала связи, переход на альтернативный маршрут происходит менее чем за 50 мс. При этом не происходит перестройки таблиц маршрутизации.

В то же время технология DPT позволяет использовать всю пропускную способность опорной сети (в отличие от технологии SDH, реализующей резервирование пропускной способности в сети на случай сбоя). Кроме того, специальные механизмы, реализованные в данной технологии, обеспечивают необходимый уровень приоритизации и статистического мультиплексирования пакетов.

Основными преимуществами технологии DPT являются:

- Эффективное использование полосы пропускания. По сравнению с технологиями TDM, полоса пропускания ис-

пользуется более полно за счет применения пакетной технологии, нет необходимости выделять отдельную полосу для резервирования.

- Возможность построения высокоскоростной сети передачи пакетов (IP-сеть) без наложения дополнительных промежуточных протоколов 2-го уровня модели OSI. Это повышает эффективность использования каналов и позволяет отказаться от дополнительного оборудования для интеграции данных и голоса при передаче в опорную часть сети.
- Возможность организации сервиса VoIP.
- Высокоскоростная доставка пакетов с требуемым качеством обслуживания и высокой степенью защиты информации (посредством использования технологии MPLS).
- Возможность одновременной загрузки различных участков. Наличие протокола SRP (Spatial Reuse Protocol) позволяет вести одновременный обмен данными между любыми узлами в сети.
- Снижение загрузки маршрутизатора. Вся обработка транзитного трафика осуществляется прямо на интерфейсном модуле, при этом только трафик, предназначенный для конкретного узла, обрабатывается центральным процессором узлового маршрутизатора.
- Возможность приоритизации трафика. Трафик можно распределять по двум очередям в буферной памяти на интерфейсных модулях и в буферной памяти маршрутизатора.
- Резервирование каналов связи и оборудования (включая блоки питания, управляющие модули).

К недостаткам технологии DPT можно отнести:

- Невозможность организации «прозрачных» каналов.
- Необходимость построения сети передачи данных на оборудовании одного производителя.

Технология DPT/RPR поддерживается на следующих платформах Cisco Systems:

- ✓ Cisco 7200;
- ✓ Cisco 10720;
- ✓ Cisco 12000.

Более подробную информацию о технологии DPT можно найти на страницах:

- ☞ http://www.cisco.com/warp/public/cc/techno/media/wan/sonet/dpt/dpta_wp.htm
- ☞ http://www.cisco.com/warp/public/cc/techno/wnty/dpty/tech/dptm_wp.htm
- ☞ http://www.cisco.com/warp/public/cc/techno/wnty/dpty/tech/srpmc_wp.htm

Продукты Cisco COMET

Продукты, входящие в концепцию COMET (Complete Optical Multiservice Edge and Transport – полное решение для оптических мультисервисных магистральных сетей и сетей доступа), объединяют ряд технологий и нововведений для оптических сетей, которые позволяют решениям компании Cisco Systems удовлетворять современные требования заказчиков. Вот только небольшая часть нововведений для оптических сетей, представленных в семействе продуктов, входящих в решения Cisco COMET:

- единая мультисервисная платформа, которая заменяет классические системы SONET/SDH и поддерживает широкий спектр услуг TDM и данных;
- новое поколение систем DWDM, спроектированных специально в соответствии с современными требованиями корпораций и операторов связи к городским сетям и сетям дальней связи;
- сквозное управление услугами через всю оптическую инфраструктуру, созданное для сокращения времени активации услуги до минут.

Подход компании Cisco Systems к построению оптических сетей, изложенный в концепции COMET, позволяет нашим заказчикам существенно сократить операционные расходы, ускорить возврат инвестиций, преумножить емкость сети, увеличить спектр предоставляемых услуг и обеспечить необходимую для дальнейшего развития масштабируемость сети. Продукты для построения оптических сетей, входящие в концепцию COMET, представлены на рис. 4.

Более подробная информация об оптических решениях Cisco COMET представлена на странице:

- ☞ <http://www.cisco.com/go/optical>

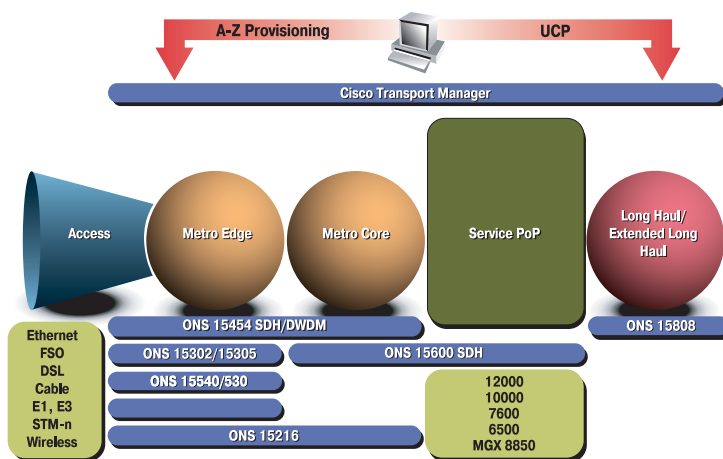


Рис. 4. Решения Cisco COMET для оптических сетей

Городские и региональные сети DWDM – Cisco ONS 15216

Решение для построения систем плотного спектрального мультиплексирования Cisco ONS 15216 обеспечивает предоставление сервисов на базе оптических каналов (длин волн) в городских и региональных оптических сетях. Cisco



ONS 15216 позволяет передавать оптические каналы, сгенерированные оптическими транспортными платформами Cisco ONS 15454 и ONS 15530, интерфейсными модулями DWDM GBIC. Модули усиления Cisco ONS 15216 позволяют расширить транспортные возможности и обеспечивают создание колец DWDM с протяженностью до 400–600 км и 16 узлами ввода/вывода оптических сигналов. Cisco ONS 15216 поддерживает транспорт до 32 оптических каналов, использующих частотный план ITU, и включает оптические фильтры, мультиплексоры ввода/вывода, усилители и модули контроля оптической сети для обеспечения гибких транспортных возможностей. Решение Cisco ONS 15216 позволяет операторам связи существенно расширить набор предоставляемых услуг.

Мультиплексирующие/демультиплексирующие терминальные фильтры и оптические мультиплексоры ввода/вывода позволяют операторам связи строить сети, использующие линейные, кольцевые и смешанные топологии.

Масштабируемость продуктов Cisco ONS 15216 позволяет заказчикам при необходимости быстро выделять нужные сетевые ресурсы, ликвидировать нехватку полосы пропускания в оптических сетях и предоставлять широкий спектр услуг заказчикам. Эта платформа поддерживает оптические линейные интерфейсы, совместимые с частотным планом ITU, используемые в мультисервисных платформах Cisco ONS 15454 MSTP и Cisco ONS 15530.

Решение Cisco ONS 15216 включает:

- 32-канальные терминальные фильтры (мультиплексирование и демультиплексирование):
 - ✓ базовый 16-канальный «красный» фильтр,
 - ✓ дополнительный 16-канальный «синий» фильтр;
- оптические мультиплексоры ввода/вывода (OADM):
 - ✓ одноканальный оптический OADM,
 - ✓ двухканальный OADM,
 - ✓ четырехканальный OADM;
- оптический усилитель диапазона C на базе оптического волокна, легированного эрбием (EDFA);
- модуль контроля оптической производительности (OPM);
- модули компенсации дисперсии (DCU).

Ключевые преимущества решения Cisco ONS 15216:

- **Широкие транспортные возможности** – поддерживает широкий спектр приложений от простых соединений «точка–точка» до сложных кольцевых топологий с использованием мультиплексоров ввода/вывода на расстоянии до сотен километров.
- **Высокоэффективное экономическое решение** – поддержка стандартных оптических интерфейсов, работающих в частотном плане ITU-T G.692, доступных на Cisco ONS 15454 и других мультисервисных платформах.
- **Интеграция с системой управления** – все активные компоненты решения Cisco ONS 15216 управляются системой управления Cisco Transport Manager, созданной для работы со всем спектром оптических продуктов Cisco Systems.

Терминальные фильтры

Фильтры («красный» и «синий»), входящие в решение Cisco ONS 15216, позволяют операторам связи собирать и разбирать несколько оптических каналов, работающих в частотном плане ITU и терминируемых на Cisco ONS 15454 MSTP или ONS 15530 в одну оптическую пару, увеличивая пропускную способность и коэффициент полезного использования оптического волокна в сети. Подробные технические характеристики устройств приведены в таблице 1.



16-канальный «красный» фильтр (базовый модуль) – это пассивное устройство, обеспечивающее одностороннее мультиплексирование (mux) 16 оптических каналов 100 ГГц частотного плана ITU и одностороннее демультиплексирование (demux) оптических каналов, находящихся в частотном диапазоне 1546–1561 нм. Мультиплексирующая и демультиплексирующая системы подключаются к оптической инфраструктуре через порты на лицевой панели шасси. Шасси имеет два специальных порта для расширения системы с 16 до 32 каналов. Также шасси имеет два сервисных порта для подключения системы контроля и обеспечения доступа к сигналам приема и передачи. Фильтр может быть установлен в 19- или 23-дюймовый монтажный шкаф.

Модуль расширения – 16-канальный «синий» фильтр, пассивное устройство, обеспечивающее одностороннее мультиплексирование 16 оптических каналов и одностороннее демультиплексирование оптических каналов, находящихся в частотном диапазоне 1530–1545 нм. Порты на лицевой панели фильтра позволяют подключить модуль расширения к базовому модулю. Фильтр может быть установлен в 19- или 23-дюймовый монтажный шкаф.

Таблица 1. Фильтры Cisco ONS 15216

Характеристики	Значение
Центральная длина волны – «красный» фильтр (базовый)	1546,12 нм
	1546,92 нм
	1547,72 нм
	1548,51 нм
	1550,12 нм
	1550,92 нм
	1551,72 нм
	1552,52 нм
	1554,13 нм
	1554,94 нм

	1555,75 нм
	1556,55 нм
	1558,17 нм
	1558,98 нм
	1559,79 нм
	1560,61 нм
Центральная длина волны – «синий» фильтр (расширение)	1530,33 нм
	1531,12 нм
	1531,90 нм
	1532,68 нм
	1534,25 нм
	1535,04 нм
	1535,82 нм
	1536,61 нм
	1538,19 нм
	1538,98 нм
	1539,77 нм
	1540,56 нм
	1542,14 нм
	1542,94 нм
	1543,73 нм
	1544,53 нм
Расстояние между каналами	100 ГГц
Сквозная потеря, вносимая на введение/выведение канала (mux+demux)	Менее 11 дБ
Неоднородность каналов (mux+demux)	Менее 1,2 дБ
Полоса пропускания фильтра	ITU ±0,11 нм
Изоляция каналов	>25 дБ – соседние
	>28 дБ – следующий соседний
	>40 дБ – несмежные
Поляризационные потери	<0,35 дБ
Поляризационная дисперсия (PMD)	<0,5 пс
Направленность	>50 дБ
Оптическая возвратная потеря	>40 дБ
Вносимая потеря на портах наблюдения	17,8 ± 1 дБ
Рабочая температура	0–70 °С
Температура хранения	-40–85 °С
Размеры (высота x ширина x глубина)	89 x 437 x 279 мм
Тип разъемов	SC/UPC
Сертификация	NEBS, UL

Оптические мультиплексоры ввода/вывода

Оптические мультиплексоры ввода/вывода (Optical Add/Drop Multiplexers – OADM) позволяют операторам связи обеспечить выделение одного или нескольких оптических каналов для подключения конкретного клиента или здания, смешивания длин волн с разных источников сигналов.



В настоящее время в набор продуктов Cisco ONS 15216 входят три разных мультиплексора ввода/вывода:

- Одноканальный мультиплексор позволяет операторам связи ввести и вывести один резервированный оптический канал (по одному сигналу в каждое из двух направлений – восток и запад) в любой точке кольца DWDM.
- Двухканальный мультиплексор позволяет операторам связи ввести и вывести два резервированных оптических канала.
- Четырехканальный мультиплексор позволяет операторам связи ввести и вывести четыре резервированных оптических канала.

Все оптические мультиплексоры поставляются в компактных шасси, которые могут быть установлены в 19- или 23-дюймовые монтажные шкафы.

Для обеспечения одинакового уровня мощности вводимых и транзитных оптических сигналов на входных портах мультиплексоров используются программно управляемые аттенюаторы, которые при необходимости понижают уровень оптического сигнала принимаемого канала. Это позволяет пользователю системы быть уверенным в том, что все вводимые сигналы не оказывают негативного влияния на единообразие спектра (все оптические каналы должны иметь одинаковый уровень мощности сигнала). Это особенно важно для приложений, использующих оптические усилители, когда равномерность усиления оптического усилителя диапазона C на базе оптического волокна, легированного эрбием, напрямую зависит от единообразия входного потока. Два служебных порта позволяют обеспечить наблюдение за исходящими сигналами в обоих направлениях (восток и запад). Подробные технические характеристики устройств приведены в таблице 2.

Таблица 2. Оптические мультиплексоры ввода/вывода Cisco ONS 15216 OADM

Оптические параметры	15216-OADM1	15216-OADM2	15216-OADM4
Расстояние между каналами	100 ГГц	100 ГГц	100 ГГц
Количество наборов длин волн	32	16	8
Сквозная потеря	<1,6 дБ транзитные <2,2 дБ вывод <3,2 дБ ввод	<2,0 дБ транзитные <2,5 дБ вывод <3,5 дБ ввод	<1,5 дБ транзитные <3,6 дБ вывод <4,5 дБ ввод
Полоса пропускания фильтра	ITU ±0,10 нм	ITU ±0,10 нм	ITU ±0,10 нм
Изоляция выводимых каналов	>25 дБ – соседние >40 дБ – несоседние	>25 дБ – соседние >40 дБ – несоседние	>25 дБ – соседние >40 дБ – несоседние
Поляризационная дисперсия	<0,1 пс	<0,1 пс	<0,1 пс
Направленность	>40 дБ	>40 дБ	>40 дБ
Оптическая возвратная потеря	>40 дБ	>40 дБ	>40 дБ
Вносимая потеря на портах наблюдения	17,8 ± 1 дБ	17,8 ± 1 дБ	17,8 ± 1 дБ
Диапазон аттенюатора (VOA)	>35 дБ	>35 дБ	>35 дБ
Тип разъемов	SC/UPC	SC/UPC	SC/UPC
Рабочая температура	0–55 °С	0–55 °С	0–55 °С
Температура хранения	-40–85 °С	-40–85 °С	-40–85 °С
Питание	-48 DC A+B	-48 DC A+B	-48 DC A+B
Потребляемая мощность	<25W	<25W	<25W
Интерфейсы управления	Ethernet, RS-232	Ethernet, RS-232	Ethernet, RS-232
Поддерживаемые протоколы	FTP, TL1, CLI	FTP, TL1, CLI	FTP, TL1, CLI
Размеры (высота x ширина x глубина)	44 x 437 x 279 мм	44 x 437 x 279 мм	89 x 437 x 279 мм
Сертификация	NEBS, UL	NEBS, UL	NEBS, UL

Оптический усилитель

Для увеличения расстояния передачи оптических сигналов в набор продуктов Cisco ONS 15216 входит оптический усилитель диапазона C на базе оптического волокна, легированного эрбием (Erbium Doped Fiber Amplifier – EDFA), который обеспечивает оптическое усиление всех 32 оптических каналов. Данный усилитель обеспечивает одностороннее оптическое усиление с высокими коэффициентом усиления и производительностью, что позволяет проектировать оптические сети, покрывающие расстояния в сотни километров. Использование функции автоматического контроля усиления позволяет системе плавно расширяться от 1 до 32 оптических каналов без полной замены оборудования. Управление и сбор служебной информации с усилителя могут производиться через встроенные интерфейсы Ethernet и RS-232 (CLI). Для контроля исходящего оптического сигнала на устройстве имеется специальный порт. Устройство может быть установлено в в 19- или 23-дюймовый монтажный шкаф. Подробные технические характеристики устройства приведены в таблице 3.



Таблица 3. Оптический усилитель Cisco ONS 15216 EDFA-2

Характеристики	Значение
Расстояние между каналами	100 ГГц
Тип разъемов	SC/UPC
Усиление на канал	13–23 дБ ±1,25 дБ
Оптический возврат на входе	27 дБ
Оптическое отражение на выходе	27 дБ
Длина волны входящего сигнала	1530–1560 нм
Агрегированная насыщенная выходная мощность	17 ± 0,6 дБм
Мощность входящего сигнала	От 27 дБм до 4 дБм
Диапазон аттенюации (VOA)	10 дБ
Скорость включения аттенюации (VOA)	20 мс для 10 дБ
Коэффициент шума (для 22 дБ усиления)	7 дБ
Рабочая температура	0–55 °С
Температура хранения	-40–85 °С
Питание	-48 DC A+B
Потребляемая мощность	<25W
Интерфейсы управления	Ethernet, RS-232
Поддерживаемые протоколы	FTP, SNMP, CLI
Размеры (высота x ширина x глубина)	44 x 437 x 279 мм
Сертификация	NEBS, UL

Модуль контроля оптической производительности

Модуль контроля оптической производительности (Optical Performance Monitor – OPM) – устройство, позволяющее обеспечить контроль за всеми оптическими каналами в системе DWDM. OPM позволяет обеспечить контроль за центральной длиной волны, уровнем сигнала, соотношением сигнал/шум (OSNR) для каждого оптического канала. Данное устройство обеспечивает контроль двух линий DWDM в одном устройстве, которое может быть установлено в 19- или 23-дюймовые монтажные шкафы. Подробные технические характеристики устройства приведены в таблице 4.



Таблица 4. Монитор производительности оптической сети Cisco ONS 15216 OPM

Характеристики	Значение
Количество каналов	20 каналов (200 ГГц), 40 каналов (100 ГГц)
Зона измерений	1530,334 – 1561,419 нм (переменный)
Расстояние между каналами	100 ГГц или 200 ГГц
Тип разъемов	SC/UPC
Ширина спектра (от пика до пика)	31,5 нм
Диапазон спектра	C
Точность измерения длины волны	± 0,02 нм
Стабильность длины волны	0,01 нм
Точность измерения мощности сигнала	± 0,5 дБ
Мощность входного сигнала на канал (режим поиска)	От -10 дБм ± 3 дБм до -50 дБм ± 3 дБм
Мощность входного сигнала на канал (режим наблюдения)	От -10 дБм ± 3 дБм до -70 дБм ± 3 дБм
Максимальный уровень шума	-70 дБм ± 3 дБ
OSNR (соотношение сигнал/шум) на спектральной полосе 0,1nm	30 дБ
Время измерения мощности и длины волны сигнала	10 мс
Время измерения OSNR	100 мс
Рабочая температура	0–50 °C
Температура хранения	-10–70 °C
Относительная влажность (неконденсирующаяся, температура окружающей среды – 29 °C)	От 5 до 95%
Потребляемая мощность	<10 W
Питание	1 или 2 источника питания - 48 DC
Размеры (высота x ширина x глубина)	88 x 437 x 279 мм

Модули компенсации дисперсии

Модули компенсации дисперсии Cisco ONS 15216 (Dispersion Compensation Units – DCUs) обеспечивают компенсацию хроматической дисперсии в оптическом волокне SMF-28. Устройства работают в диапазоне C и одновременно компенсируют дисперсию для всех проходящих оптических сигналов. Использование этих модулей необходимо при построении длинных сегментов DWDM. Подробные технические характеристики устройств приведены в таблице 5.

Более подробная информация о продукте Cisco ONS 15216 представлена на странице:

☛ <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/optical/ps1996/index.html>

Таблица 5. Модули компенсации дисперсии Cisco ONS 15216 DCU

Характеристики	Значение
Тип разъемов	LC-UPC
Диапазон эффективной работы	1525–1565 нм
Основная длина волны	1545,32 нм
Вносимое затухание (DCU 350 пс/нм)	<2,6 дБ (типичный случай), <3,0 дБ (максимум)
Вносимое затухание (DCU 750 пс/нм)	<4,4 дБ (типичный случай), <4,8 дБ (максимум)
Вносимое затухание (DCU 1150 пс/нм)	<5,8 дБ (типичный случай), <6,2 дБ (максимум)
Рабочая температура	-5–55 °C
Относительная влажность	<95%, неконденсирующаяся
Вариация дисперсии при изменении температуры	Номинальное значение ± 3%
Вариация затухания при изменении температуры	<0,6 дБ
Поляризационная дисперсия	<1 пс
Размеры (высота x ширина x глубина)	41 x 208 x 204 мм

Оптическая транспортная платформа Cisco ONS 15300

Серия мультисервисных платформ доступа SDH Cisco ONS 15300 включает в себя продукты Cisco ONS 15302 и ONS 15305 и предназначена для организации узлов доступа и агрегации. Устройства позволяют операторам связи пре-

доставлять дифференцированные услуги, которые могут включать в себя резервированный и нерезервированный оптический транспорт для услуг на базе Gigabit Ethernet, 10/100 Ethernet, DS1, E1, E3 и DS3.

Платформа Cisco ONS 15302

Мультисервисная платформа доступа Cisco ONS 15302 обеспечивает простое и экономичное решение для предоставления услуг на основе 4 портов Ethernet и 12 портов TDM (E1). При совместном использовании с платформами Cisco ONS 15305 и ONS 15454 платформа Cisco ONS 15302 обеспечивает законченное решение по обеспечению мультисервисного транспорта поверх сети SDH.



Мультисервисная платформа доступа Cisco ONS 15302 позволяет расширить оптическую сеть доступа до точек присутствия клиентов сети. Используя интерфейс STM-1 для подключения к оптической магистральной сети SDH, Cisco ONS 15302 позволяет собирать трафик голоса и данных для коммутируемых услуг, доступа в Интернет и построения частных сетей. Занимая всего 1 RU, Cisco ONS 15302 объединяет трафик данных и голоса, обеспечивая транспорт информации, приходящей с Ethernet и TDM (E1) интерфейсов в структуре STM-1 фреймов SDH.

Матрица коммутации второго уровня (коммутатор) позволяет реализовать упаковку пакетов 10/100Base-T Ethernet в SDH контейнеры уровня VC-12 (2 Мбит/с) для построения соединений «точка–точка» или «точка–многоточка». Для передачи трафика Ethernet может быть выделено до 63 VC-12 контейнеров, что позволяет обеспечить полосу пропускания для передачи данных до 136 Мбит/с. Cisco ONS 15302 при необходимости может быть укомплектовано сервисным WAN-модулем, который добавляет 3 дополнительных порта для транспорта Ethernet-трафика через сеть SDH. Для каждого из таких портов может быть определено количество VC-12 контейнеров, которые будут использоваться для транспорта Ethernet-трафика, тем самым определяя выделяемую полосу пропускания для каждого соединения. Для передачи Ethernet-трафика может быть использовано до 63 контейнеров VC-12.

В случае отсутствия WAN-модуля для транспорта Ethernet-трафика выделяется до 50 контейнеров VC-12, которые разделяются между 4 портами Ethernet, используя встроенный коммутатор.

Помимо передачи Ethernet-трафика Cisco ONS 15302 позволяет обеспечить транспорт традиционных услуг, базирующихся на использовании портов E1 (TDM) через резервированный (1+1 MSP) или нерезервированный канал STM-1.

Решение по управлению Cisco ONS 15302 построено на использовании встроенного агента SNMP (Simple Network Management Protocol). Удаленные устройства могут управляться с помощью специального приложения Cisco Edge Craft или системы управления Cisco Transport Manager. Также для начальной настройки и непосредственного управления устройством может использоваться интерфейс командной строки (VT100). Администратор может управлять системой, имея доступ к консольному порту (VT100 RS-232), или через выделенный для управления порт Ethernet.

Cisco ONS 15302 может быть использовано для:

- ✓ построения мультисервисных узлов доступа, обеспечивающих доступ к традиционным услугам TDM и услугам передачи данных;
- ✓ построения корпоративных сетей, при этом в качестве устройства агрегации трафика могут быть использованы Cisco ONS 15305 или ONS 15454.

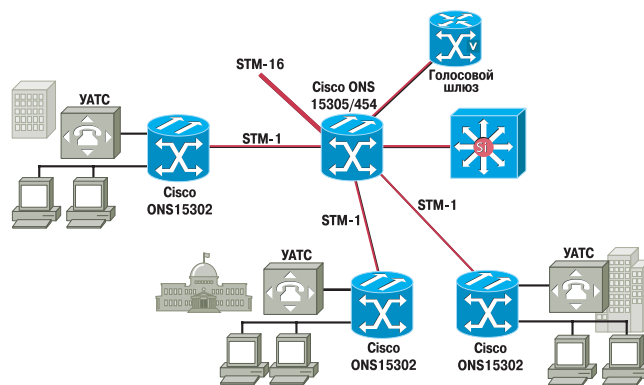


Рис. 5. Пример использования Cisco ONS 15302 для построения корпоративной сети

Пример использования Cisco ONS 15302 приведен на рис. 5.

Техническая спецификация Cisco ONS 15302 приведена в таблице 6.

Более подробная информация о продукте Cisco ONS 15302 представлена на странице:

☞ <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/optical/ps2001/ps5116/index.html>

Таблица 6. Мультисервисная платформа доступа Cisco ONS 15302

Характеристики	Значение
Агрегатный оптический интерфейс STM-1 (S1.1)	
Тип разъемов	FC/PC
Длина волны	1260–1360 нм
Мощность оптического сигнала	От -6 дБм (максимум) до -8 дБм (минимум)
Чувствительность приемника	-21 дБм
Соответствие стандартам	G.707, G.783, G.813, G.825, G.958 и G.957
Пользовательские электрические интерфейсы	
Количество и тип интерфейса	12 x E1 (2 Мбит/с) G.703 или ISDN PRA
Тип разъемов	RJ-45 (120 Ом)
Код для линии	HDB3

Пользовательские интерфейсы передачи данных	
Количество и тип интерфейса	4 x 10/100BASE-T (IEEE 802.3)
Тип разъемов	RJ-45
Синхронизация	
Источники синхронизации	Агрегатный STM-1, вход для внешней синхронизации (2048 кГц), пользовательский E1, внутренний источник синхронизации
Выход	Сигнал – 2048 кГц
Тип разъема	Один RJ-45 для входа и выхода
Мониторинг производительности	
STM-1	B1 на передающей стороне B2 на принимающей и передающей стороне
VC-4	B3 на принимающей и передающей стороне
VC-12	ВР-2 на принимающей и передающей стороне
Порты аварийных сигналов	
Вход	4 порта
Выход	2 порта
Тип разъема	Один разъем типа D с 9 контактами
Электропитание	
DC	От -36 VDC до -72 VDC
AC	230 VAC (50 Гц)
Потребляемая мощность	<25W без WAN-модуля <40W с WAN-модулем
EMC/безопасность/температура/размеры/надежность	
EMC	EN 55022 ClassB и EN 50082-2
Безопасность	EN 60950 и EN 60825
Температурные требования	EN 60950
Рабочая температура	-5–45 °C в соответствии с ETS 300 019-1-3, класс 3.2
Хранение	ETS 300 019-2-1, класс 1.1
Транспортировка	ETS 300 019-2-2, класс 2.2
Размеры (высота x ширина x глубина)	43 x 430 x 240 мм
Вес	<4 кг
Наработка на отказ	>30 лет

Платформа Cisco ONS 15305

Мультисервисная платформа доступа Cisco ONS 15305 обеспечивает решение по концентрации услуг Ethernet и TDM для офисных зданий и узлов операторов связи. Небольшие размеры устройства позволяют операторам связи размещать его на территории клиентов для сбора трафика. Совместное использование с платформами Cisco ONS 15302 и ONS 15454 представляет законченное решение по обеспечению мультисервисного транспорта поверх сети SDH.



Мультисервисная платформа доступа Cisco ONS 15305 обеспечивает транспорт трафика Ethernet и TDM внутри фреймов SDH для приложений городских сетей. Платформа Cisco ONS 15305 может быть использована для концентрации трафика, объединяя трафик потоков STM-1 от устройств Cisco ONS 15302, установленных в точках присутствия клиентов (CPE), так же, как и трафик от оборудования, подключенного непосредственно к портам данных и TDM. Устройство Cisco ONS 15305 также может быть использовано как абонентское оборудование (CPE) – в узлах, где требуется концентрация большого количества мультисервисных приложений и использование агрегатных интерфейсов STM-1, STM-4 или STM-16.

Платформа Cisco ONS 15305 предлагает уникальную гибкость, что позволяет обеспечить наиболее эффективное использование в масштабируемых сетях нового поколения. Доступная для использования матрица коммутации второго уровня (коммутатор) позволяет реализовать упаковку пакетов портов 10/100/1000Base-T SDH в контейнеры уровня VC-12 (2 Мбит/с). При этом полоса пропускания для передачи такого трафика может выделяться с шагом в 2 Мбит/с. Платформа Cisco ONS 15305 может быть использована в раз-

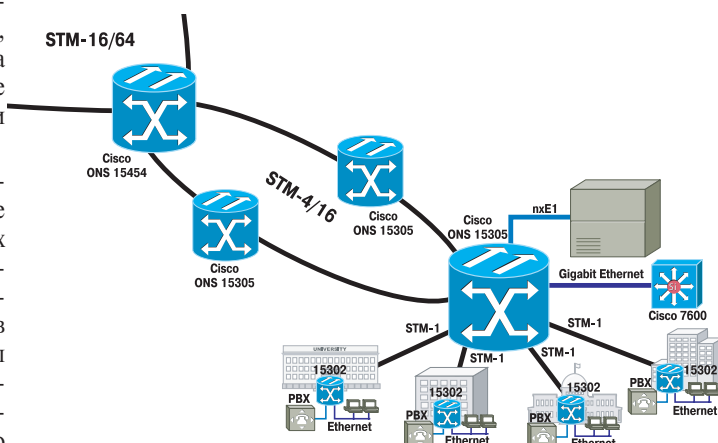


Рис. 6. Пример использования Cisco ONS 15305 для узлов агрегации

личных конфигурациях: как мультиплексор ввода/вывода, мультиплексор коммутации потоков STM-4/16 (неблокируемая на уровнях VC-4/3/12 матрица 64x64 STM-1) и в различных схемах резервирования. Система поддерживает схемы резервирования SNCP/I (VC-4/3/12) и 1+1 MSP.

В зависимости от приложений, для которых планируется использовать Cisco ONS 15305, в устройство может быть установлено до 4-х сервисных модулей. Список доступных модулей приведен в таблице 7.

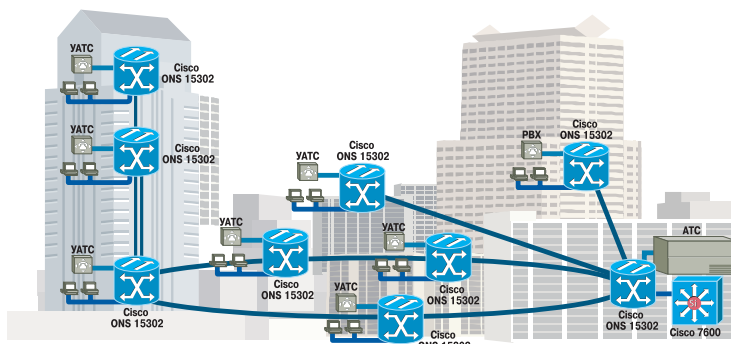


Рис. 7. Пример использования Cisco ONS 15305 для построения сетей доступа

Таблица 7. Сервисные модули, доступные для установки в Cisco ONS 15305

Модули с оптическими интерфейсами	
15305-S1.1-2-LC=	Сервисный модуль 2 порта STM-1 SH
15305-S1.1-8-LC=	Сервисный модуль 8 портов STM-1 SH
15305-S4.1-2-LC=	Сервисный модуль 2 порта STM-4 SH
15305-L4.2-2-LC=	Сервисный модуль 2 порта STM-4 LH
15305-S16.1-1-LC=	Сервисный модуль 1 порт STM-16 SH
15305-L16.2-1-LC=	Сервисный модуль 1порт STM-16 LH
Модули с электрическими интерфейсами	
15305-E1-8=	Сервисный модуль 8 портов E1
15305-E1-63=	Сервисный модуль 63 порта E1
15305-E3T3-6=	Сервисный модуль 6 портов E3/N3
Комбинированные модули	
15305-S1.1-2-21E1=	Сервисный модуль 2 порта STM-1 SH и 21 порт E1
Интерфейсы передачи данных	
15305-GE-2-LC=	Сервисный модуль 2 порта Gigabit Ethernet (1000BaseT)
15305-E100-8=	Сервисный модуль 8 портов Fast Ethernet (10/100BaseT)

Решение по управлению Cisco ONS 15305 построено на использовании встроенного агента SNMP (Simple Network Management Protocol). Удаленные устройства могут управляться с помощью специального приложения Cisco Edge Craft или системы управления Cisco Transport Manager. Также для начальной настройки и непосредственного управления устройством может использоваться интерфейс командной строки (VT100). Администратор может управлять системой, имея доступ к консольному порту (VT100 RS-232), или через выделенный для управления порт Ethernet.

Cisco ONS 15305 может быть использовано для:

- **Построения мультисервисных узлов.** Cisco ONS 15305 предлагает компактное решение (1 RU) по терминции трафика TDM и Ethernet (рис. 6). Устройство Cisco ONS 15305 обеспечивает решение для узлов, где требуется предоставление большого количества услуг, характерных для узлов в офисах среднего и большого масштаба, так же, как и в зданиях с большим количеством клиентов. Cisco ONS 15305, также обеспечивает предоставление высокоскоростных услуг – E3/T3 и Gigabit Ethernet. Для услуг, построенных на основе Ethernet, полоса пропускания может настраиваться индивидуально для каждого порта Ethernet с шагом 2 Мбит/с. Это позволяет операторам связи обеспечивать разные уровни обслуживания своим клиентам.
- **Построения частных сетей.** Платформа Cisco ONS 15305 может быть использована для построения частных сетей на основе оптической инфраструктуры (рис. 6). Устройство Cisco ONS 15305, расположенное в центральном офисе компании, университета или государственной организации, может концентрировать трафик Ethernet и TDM, входящий из нескольких удаленных узлов. В удаленных узлах могут быть использованы Cisco ONS 15305 или ONS 15302. При этом центральное устройство может быть одновременно подключено к нескольким операторам связи и операторам связи для обеспечения доступа в Интернет, коммутируемых услуг передачи голоса и данных, использования каналов связи операторов для расширения частной сети. В офисных центрах Cisco ONS 15305 может быть использовано для построения центральных узлов оптических сетей доступа, построенных на базе Cisco ONS 15305 и ONS 15302.
- **Мультисервисной концентрации.** Платформа Cisco ONS 15305 может концентрировать мультисервисный трафик, когда используется с сервисными модулями высокой плотности (рис. 7). Например, при использовании 8 портовых сервисных модулей STM-1 на устройстве может быть собрано до 8 резервированных (16 – без резервирования) соединений 155 Мбит/с, передающих трафик Ethernet и TDM, входящий от Cisco ONS 15302/15305, использующихся в точках подключения клиентов. Cisco ONS 15305 может подключаться к узлам, построенным на базе Cisco ONS 15454 или ONS 15305, используя высокоскоростные агрегатные интерфейсы (STM-4, STM-16) для передачи мультисервисного трафика. Собранный и переданный трафик с портов 10/100 Ethernet может быть также терминирован на порту Gigabit Ethernet на Cisco ONS 15305 и передан на маршрутизатор или коммутатор. Для концентрации трафика E1 и

E3/T3 могут быть использованы сервисные модули 63xE1 и 6xE3/T3 соответственно. На одном устройстве Cisco ONS 15305 может быть собрано до 189 портов E1 и 18 портов E3/T3.

Техническая спецификация Cisco ONS 15305 приведена в таблице 8.

Более подробная информация о продукте Cisco ONS 15305 представлена на странице:

☛ <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/optical/ps2001/ps5381/index.html>

Таблица 8. Мультисервисная платформа доступа Cisco ONS 15305

Характеристики	Значение
Оптические интерфейсы	
Соответствие стандартам	G.707, G.783, G.813, G.825, G.957 и G.958
Оптический интерфейс STM-1 (S1.1)	
Тип разъемов	LC
Длина волны	1261–1360 нм
Мощность оптического сигнала	От -8 дБм (максимум) до -15 дБм (минимум)
Чувствительность приемника	-28 дБм
Оптический интерфейс STM-4 (S4.1)	
Тип разъемов	LC
Длина волны	1293–1334 нм / 1274–1356 нм
Мощность оптического сигнала	От -8 дБм (максимум) до -15 дБм (минимум)
Чувствительность приемника	-28 дБм
Оптический интерфейс STM-4 (L4.1)	
Тип разъемов	LC
Длина волны	1480–1580 нм
Мощность оптического сигнала	От +2 дБм (максимум) до -3 дБм (минимум)
Чувствительность приемника:	-28 дБм
Оптический интерфейс STM-16 (S16.1)	
Тип разъемов	LC
Длина волны	1261–1360 нм
Мощность оптического сигнала	От 0 дБм (максимум) до -5 дБм (минимум)
Чувствительность приемника	-18 дБм
Оптический интерфейс STM-16 (L16.1)	
Тип разъемов	LC
Длина волны	1500–1580 нм
Мощность оптического сигнала	От +2 дБм (максимум) до -3 дБм (минимум)
Чувствительность приемника	-28 дБм
Электрические интерфейсы	
Электрические интерфейсы E1	
Режимы работы	G.703 или ISDN PRA
Тип разъемов	RJ-45 – для 8-портовой карты Внешняя панель коммутации – 21 и 63 портовые модули
Код для линии	HDB3
Электрические интерфейсы E3/DS3	
Тип разъемов	75 Ом коаксиальный тип 1.0/2.3
Интерфейсы передачи данных	
Ethernet 10/100BaseT	
Количество и тип интерфейса	8 x 10/100BASE-T (IEEE 802.3)
Тип разъемов	RJ-45
Ethernet 1000BaseT	
Количество и тип интерфейса	2 x 1000BASE-LX (IEEE 802.3)
Тип разъемов	LC
Общие характеристики	
Мониторинг производительности	
MS/RS STM-n	V1 на передающей стороне V2 на принимающей и передающей стороне
VC-3 и VC-4 VC-12	V3 на принимающей и передающей стороне VIP-2 на принимающей и передающей стороне

Синхронизация	
Источники синхронизации	Агрегатный STM-n, вход для внешней синхронизации (2048 кГц), пользовательский E1, внутренний источник синхронизации
Выход	Сигнал – 2048 кГц (в соответствии с ETS 300 126)
Тип разъема	Один RJ-45 для входа и выхода
Порты аварийных сигналов	
Вход	4 порта
Выход	2 порта
Тип разъема	Один разъем типа D с 9 контактами
Электропитание	
DC	От -36 VDC до -72 VDC
AC	230 VAC (50 Гц) ± 10%
Потребляемая мощность	<120 W
EMC/безопасность/температура/размеры/надежность	
EMC	EN 55022 ClassB и EN 50082-1
Безопасность	EN 60950 и EN 60825
Температурные требования	EN 60950
Рабочая температура	-5–45 °C в соответствии с ETS 300 019-1-3, класс 3.2
Хранение	ETS 300 019-2-1, класс 1.1
Транспортировка	ETS 300 019-2-2, класс 2.2
Размеры (высота x ширина x глубина)	43,6 x 445 x 240 мм
Вес	<5 кг
Наработка на отказ	>30 лет

Мультисервисная транспортная платформа Cisco ONS 15454 MSTP

Развивая сегодняшние транспортные сети, ориентированные в первую очередь на передачу традиционного голосового трафика, но не оптимизированные для передачи данных, мультисервисная транспортная платформа ONS 15454 MSTP компании Cisco Systems коренным образом изменяет экономику построения транспортных инфраструктур с помощью интегрированного оптического сетевого взаимодействия. Компания Cisco Systems, являясь общепризнанным мировым лидером в обеспечении сетевого взаимодействия для Интернет, предоставляет операторам связи путь экономически эффективной эволюции от перегруженных сегодня сетей на базе SDH (Synchronous Digital Hierarchy) в оптическую инфраструктуру будущего.



Мультисервисная оптическая транспортная платформа Cisco ONS 15454 MSTP предлагает транспортные возможности нового поколения и является ключевым элементом современных оптических сетей. Cisco ONS 15454 объединяет наилучшее из традиционных сетей SONET/SDH, DWDM, TDM, Ethernet и статистического мультиплексирования в едином устройстве и может быть использована в любой топологии.

Платформа Cisco ONS 15454 MSTP

Решение Cisco ONS 15454 MSTP устанавливает новый уровень возможностей для городских и региональных сетей, построенных с использованием технологии плотного спектрального мультиплексирования за счет использования проверенной мультисервисной платформы Cisco ONS 15454 MSPP (Multiservice Provisioning Platform) для предоставления простых, быстрых и интеллектуальных услуг DWDM и понижения капитальных и эксплуатационных расходов.

Преобразование городских и региональных сетей

Когда Cisco Systems® в 1999 году представила на рынок городских сетей мультисервисную платформу Cisco ONS 15454 MSPP, это создало четкую границу между традиционным оптическим транспортным оборудованием и оборудованием нового поколения. Основным технологическим скачком тогда была возможность обеспечения традиционных услуг на скоростях от DS1/E1 до OC-192/STM-64, использующих технологии мультиплексирования с разделением по времени (TDM) и синхронной цифровой иерархии (SDH) одновременно с услугами передачи трафика Ethernet и IP. Решение было уникальным по функциональности и масштабируемости, оставаясь при этом компактным и сохраняя низкое потребление электроэнергии, что обеспечило лидерство устройству Cisco ONS 15454 MSPP в новом сегменте рынка.

Сегодня, продолжая развивать городские оптические сети, Cisco представляет мультисервисную транспортную платформу Cisco ONS 15454 MSTP (Multiservice Transport Platform), которая позволяет перейти от сетей SDH к сетям с использованием технологии плотного спектрального мультиплексирования. Платформа Cisco ONS 15454 MSTP позволяет перейти к интеллектуальным и очень успешным городским и региональным сетям DWDM, обеспечивающим широкий набор сервисных интерфейсов, прозрачность предоставляемых услуг, гибкие топологии и простое функционирование.

Широкий набор интерфейсов

Городская оптическая сеть, проходящая через узлы, располагающиеся недалеко от точек присутствия клиентов, нуждается в обеспечении широкого спектра сервисных интерфейсов. Сервисные интерфейсы позволяют операторам связи

предоставлять широкий спектр различных услуг и тарифов, корпорациям – передавать широкий набор различных видов трафика по единой транспортной сети без лишней конвертации и дополнительного оборудования. Также широкий набор сервисных интерфейсов упрощает планирование услуг в сети. Платформа Cisco ONS 15454 MSTP с функциональностью MSPP поддерживает широкий спектр стандартных услуг в одном устройстве, включая:

- ✓ транспорт собранных низкоскоростных потоков DS1/E1 в оптическом канале (длине волны) на скорости 2,5 и 10 Гбит/с;
- ✓ транспорт оптических каналов и сбор потоков SDH: STM-1, STM-4, STM-16 и STM-64;
- ✓ услуги по передаче данных: выделенные линии, коммутируемый или базирующийся на оптических каналах транспорт трафика 10/100/1000BaseT;
- ✓ услуги по организации транспорта для систем хранения данных: 1 и 2 Гбит/с Fibre Channel, FICON и ESCON;
- ✓ услуги по транспорту видеосигналов: поддержка D1 и телевидения высокого качества (HDTV).

Платформа Cisco ONS 15454 MSTP поддерживает различные варианты резервирования, которые могут быть настроены для каждого конкретного интерфейса, тем самым обеспечивая одновременное предоставление сервисов с высокой надежностью и без резервирования, что необходимо для различных типов обеспечения качества сервиса в транспортной сети.

Прозрачность услуг

Способность системы DWDM, построенной на базе Cisco ONS 15454 MSTP, обеспечивать различные уровни прозрачности в зависимости от требований конкретной услуги позволяет обеспечить транспорт для широкого спектра услуг. Платформа Cisco ONS 15454 MSTP позволяет обеспечить мультисервисную агрегацию, агрегацию и транспорт оптических каналов, совмещенные с интегрированной, интеллектуальной транспортной системой DWDM в одном устройстве, что обеспечивает эффективное решение для любой комбинации услуг и видов трафика. Использование технологии цифровой упаковки (в соответствии с ITU-T G.709) позволяет обеспечить прозрачность, при этом сохраняя широкие возможности по управлению оптическими каналами и увеличению длины оптических каналов за счет использования упреждающей коррекции ошибок (Forward Error Correction – FEC).

Гибкость топологий

Первое поколение решений с использованием технологии DWDM было оптимизировано для передачи трафика на соединениях «точка–точка». Современные городские и региональные оптические сети нуждаются в возможности обеспечения более сложной модели транспорта с использованием линейной или кольцевой топологии. Платформа Cisco ONS 15454 MSTP может быть настроена для поддержки любой городской или региональной топологии системы DWDM (рис. 8), что позволяет использовать единое решение для сети.

В дополнение к гибкости поддержки различных топологий платформа Cisco ONS 15454 MSTP может быть использована для построения сетей на различные расстояния, что позволяет использовать одну платформу для построения городских магистральных сетей, сетей доступа и региональных сетей. Совмещение функциональностей платформ MSPP и MSTP позволяет снизить сложность внедрения системы за счет сокращения сетевых элементов сети.

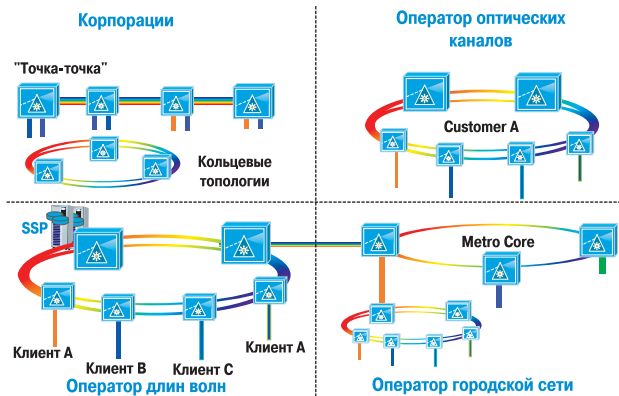


Рис. 8. Варианты топологий сети DWDM для различных приложений

Совмещение функциональностей платформ MSPP и MSTP позволяет снизить сложность внедрения системы за счет сокращения сетевых элементов сети.

Эффективность и простота управления

Платформа Cisco ONS 15454 MSTP обеспечивает быстрый возврат капитальных вложений и сокращение эксплуатационных расходов за счет удовлетворения развивающихся требований к разнообразию набора сервисов, гибкого увеличения пропускной способности, поддержки различных сетевых топологий, широкого диапазона поддерживаемых расстояний и простоты управления в единой платформе. Оптимизированная для построения городских и региональных оптических сетей, платформа Cisco ONS 15454 MSTP предлагает новый уровень интеллектуальности для систем, использующих технологию DWDM и постоянно нуждающихся в увеличении пропускной способности.

Платформа Cisco ONS 15454 MSTP использует представленные в решении MSPP функции для упрощения управления сетью, среди этих функций: многоуровневое графическое представление всех элементов сети (сетевых сегментов, узлов, карт), сквозное управление в сети сервисами на базе оптических каналов, графические мастера для упрощения и ускорения пользовательских операций (например, первоначальная настройка колец, активация сервисов, изменение пропускной способности, модернизация узлов и многое другое). Использование такой архитектуры позволяет представить недоступный ранее для систем DWDM уровень простоты в эксплуатации. Используя протокол IP в сервисном оптическом канале и программное обеспечение, подобное платформе MSPP, Cisco MSTP поддерживает:

- масштабируемый транспорт (до 64 оптических каналов) с возможностью увеличения количества оптических каналов в системе без прерывания сервиса;
- предоставление услуг по транспорту оптических потоков на скоростях от 150 Мбит/с до 10 Гбит/с с возможностью агрегации трафика TDM и данных для достижения максимальной гибкости системы;
- гибкие возможности транспортной системы с возможностью работы на расстояниях до 600 км за счет использования многофункциональных усилителей и технологии упреждающей коррекции ошибок, что позволяет поддерживать широкий спектр сетевых приложений;
- архитектуру «Plug and play» картами для максимальной гибкости при конфигурировании сетевых элементов системы DWDM: терминальных узлов, оптических узлов ввода/вывода, линейных усилителей и узлов компенсации дисперсии в сетях с усилением или без усиления;

- высокую плотность шасси для предоставления высокоскоростных (10 Гбит/с) услуг на базе оптических каналов;
- гибкие возможности ввода/вывода оптических каналов (от 1 до 64 каналов), поддержку канальных и полосных оптических мультиплексоров ввода/вывода для упрощения планирования сети и развития сервисов;
- использование программно управляемых клиентских модулей (SFP) и возможность настройки длины волны на транспондерных картах для уменьшения склада запасных частей и упрощения активации сервисов;
- многоуровневый контроль сервисов, используя технологии SONET/SDH и цифровой упаковки (G.709) с встроенным каналом обслуживания для обеспечения уникальной надежности системы;
- автоматическое определение топологии сети;
- интегрированную систему Cisco Transport Controller для быстрого ввода в эксплуатацию узлов и сегментов сети;
- программное управление оптической мощностью сигналов в сети для обеспечения полностью автоматического контроля оптической мощности, который особенно необходим при добавлении оптических каналов в систему, добавлении узлов и компенсации переходных процессов при обрыве оптического кабеля;
- современную межплатформенную систему управления Cisco Transport Manager, обеспечивающую единый интерфейс для систем управления и мониторинга сети.

Уникальные возможности интеграции с сетями SDH

Передовой дизайн платформы ONS 15454 SDH MSPP, унаследованный платформой MSTP, открывает уникальные возможности интеграции. В отличие от традиционных мультиплексоров ввода/вывода (ADM), использующих отдельные цифровые кросс-коннекторы (DXC) для объединения нескольких сетей, платформа MSTP объединяет в одном устройстве функции цифрового кросс-коннектора и мультиплексора ввода/вывода. Это позволяет обеспечить конвертацию сигналов из электрической формы в оптическую и обратно в одном устройстве, что существенно упрощает оптическую транспортную сеть за счет исключения лишних элементов оборудования.

Платформа Cisco ONS 15454 MSTP объединяет в одном простом для использования устройстве функциональность нескольких мультиплексоров сети SDH, оптический транспорт DWDM и элементы сети коммутации. Возможность работы с любыми топологиями сети SDH, поддержка широкого спектра интерфейсов (от E1 до Gigabit Ethernet и STM-64) и способность прозрачного транспорта контрольных соединений (DCC) для оборудования третьих производителей позволяют применять Cisco ONS 15454 MSTP совместно с уже существующим оборудованием SDH, сохраняя полную функциональность.

Используя емкость неблокируемой матрицы коммутации (384 x 384 VC-4, 384 x 384 VC-3 или 2016 x 2016 VC-12) и функциональность коммутации пакетов/фреймов, платформа Cisco ONS 15454 MSTP может быть использована как распределенный менеджер полосы пропускания, сокращая потребности в цифровых кросс-коннекторах на узлах сети.

Платформа Cisco ONS 15454 MSTP существенно увеличивает плотность услуг за счет использования DWDM транспорта, что позволяет операторам связи ускорить внедрение новых услуг и максимально эффективно использовать существующую инфраструктуру.

Использование SDH транспорта для передачи трафика Ethernet

Одним из ключевых преимуществ, которое не было возможным до появления платформы MSPP, является многообразие сервисов. Возможность предоставления сервисов на базе Fast и Gigabit Ethernet на стандартной операторской инфраструктуре SDH без влияния на существующие услуги TDM позволяет операторам связи существенно увеличить доходность используемой сети. Аналогично, корпоративные клиенты теперь могут воспользоваться преимуществами использования гибкого и масштабируемого механизма транспорта для доставки данных и контента, что позволяет существенно сократить эксплуатационные расходы.

Внедрение технологии, позволяющей обеспечить транспорт Ethernet поверх сетей SDH, было первым шагом в стратегии развития мультисервисных оптических сетей Cisco Systems. Платформа Cisco ONS 15454 MSTP позволяет обеспечить надежность, присущую сетям SDH, для сервисов Ethernet. Эти сервисы при использовании платформы MSTP могут быть внедрены поверх сетей, построенных на базе колец MS-SPR и SNCP, линейных, нерезервированных и смешанных топологий с резервированием пути. Более того, для этих сервисов Ethernet обеспечивается время восстановления сервиса 50 мс, как для соединений в сети SDH.

Платформа Cisco ONS 15454 MSTP соответствует стандартам SDH и обеспечивает контроль производительности сети SDH, одновременно поддерживает функции удаленного слежения (RMON). Контроль производительности сети SDH позволяет операторам связи отслеживать состояние сети по известным характеристикам. Функция удаленного слежения (RMON) позволяет операторам связи и их клиентам отслеживать состояние пакетной части сети.

Для платформы MSTP доступны три серии карт для обеспечения транспорта Ethernet поверх SDH, которые обеспечивают различные варианты предоставляемых сервисов:

- **Карты серии Е.** Эта серия представлена двумя картами — 15454-E100T-12-G (12 портов 10/100BaseT) и 15454-E1000-2-G2 порта Gigabit Ethernet). Карта E100T-12-G включает в себя коммутатор второго уровня (IEEE.802.1D) с 12 портами 10/100BaseT (RJ-45). Карта E1000-2-G использует коммутатор с двумя слотами для установки интерфейсных модулей Gigabit Ethernet (GBIC). В каждый из двух слотов может быть установлен модуль 1000BaseSX или 1000BaseLX. Эти карты поддерживают два режима транспорта трафика Ethernet по сети SDH, «точка–точка» и пакетное кольцо с общим доступом. Соединения «точка–точка» позволяют обеспечить обмен трафиком Ethernet между двумя точками терминирования трафика Ethernet, что часто используется для обеспечения обмена трафиком Ethernet между двумя узлами. Режим работы пакетного кольца с общим доступом использует статистическое мультиплексирование трафика и дополнительную надежность, обеспечиваемую вторым уровнем. Карты этой серии позволяют обеспечить транспорт трафика Ethernet на скоростях до 622 Мбит/с.
- **Карты серии G.** Эта серия представлена картой 15454E-G1K-4 (4 порта Gigabit Ethernet). Карты серии G обеспечивают транспорт первого уровня для трафика Ethernet по сети SDH. Карта 15454E-G1K-4 имеет 4 слота для установки интерфейсных модулей Gigabit Ethernet, в которые могут быть установлены GBIC модули 1000BaseSX, 1000BaseLX,

1000BaseZX, а также CWDM и DWDM. Эта карта поддерживает функции транспорта физического уровня для соединений «точка–точка», что обеспечивает прозрачное подключение трафика Ethernet между узлами и возможность предоставления услуг высокоскоростной выделенной линии Ethernet. Карта 15454E-G1K-4 используется для транспорта трафика Ethernet на скоростях до 1,2 Гбит/с (VC-4-8с) на каждом из 4 портов, при этом общая пропускная способность карты составляет 2,5 Гбит/с.

- **Карты серии ML.** Данная серия представлена двумя картами – 15454E-ML100T-12 (12 портов 10/100BaseT, RJ-45) и 15454E-ML1000-2 (2 порта Gigabit Ethernet, SFP). Эти карты отличаются уникальной функциональностью, а именно широкими возможностями по коммутации и маршрутизации трафика IP с поддержкой функций обеспечения качества сервисов. Использование карт этой серии операторам связи может создавать различные сервисы благодаря функциям встроенного коммутатора/маршрутизатора. Общая пропускная способность карт данной серии достигает 2,5 Гбит/с.

Широкие возможности обеспечения резервирования

MS-SPR (двухволоконное кольцо с разделяемой защитой на уровне секций) является предпочтительным решением там, где живучесть сети имеет первостепенное значение, так как при этом обеспечивается защита и гибкое распределение полосы пропускания (можно повторно использовать VC после извлечения трафика). Конфигурация MS-SPR обеспечивает защиту от обрыва кабеля и неисправности узла с помощью резервных, географически разнесенных трактов для каждого транспортного пролета. Живучесть кольца SDH может быть в дальнейшем расширена с помощью смежных или стягивающих колец.

В двухволоконных кольцах с MS-SPR каждое волокно обрабатывает одно направление трафика, при этом ровно одна вторая полосы пропускания, доступная между смежными узлами, может быть использована для рабочего трафика, в то время как остающаяся полоса пропускания резервируется для защиты. Эта архитектура обычно используется при выборе кольцевой архитектуры между офисами.

В четырехволоконных кольцах MS-SPR каждое оптоволокно обрабатывает одно направление трафика – один полный оптоволоконный кабель используется для рабочего трафика и второй кабель используется для обеспечения полной защиты или транспорта дополнительного трафика. Такая архитектура кольца является предпочтительной при выборе архитектуры кольца между магистральными узлами.

MS-SPR идеально подходит для распределенных приложений, так как в этом случае каналы могут повторно использоваться после их извлечения. В случае наихудшего сценария централизованной конфигурации, когда все каналы назначаются для одного месторасположения, MS-SPR работает так же, как SNCP.

SCP (Subnetwork Connection Protection) – это механизм защиты транспорта, обеспечиваемый на ONS 15454 SDH с VC-12/3/4/4-Хс уровнями, который может быть использован для любой сетевой топологии (т. е. ячеистой, кольцевой, смешанной инфраструктуры). Этот механизм, используемый на базе технологии коммутации каналов и стандарта SNCP/N, поддерживает время восстановления сервиса 50 мс.

Сервисы могут начинаться и терминироваться на одном и том же SNCP кольце, а также могут пропускаться на смежное кольцо доступа или межофисное кольцо, обеспечивая отказоустойчивый транспорт до месторасположения терминирования сервиса, или более того – могут даже маршрутизироваться через региональную или городскую ячеистую сеть. Емкость SNCP кольца равна его битовой скорости, так как оно эквивалентно кольцу, где весь трафик возвращается в центральный узел концентрации трафика (hub).

Сети нового поколения

Обладая широкими мультисервисными возможностями, передовыми оптическими технологиями, автоматическим управлением оптической мощностью и простотой использования MSP, платформа Cisco ONS 15454 MSTP позволяет изменить подход к построению и управлению городскими и региональными сетями DWDM. Объединяя различные виды сервисов и интеллектуальный DWDM, платформа Cisco ONS 15454 MSTP значительно сокращает капитальные затраты и эксплуатационные расходы для современных городских и региональных сетей.

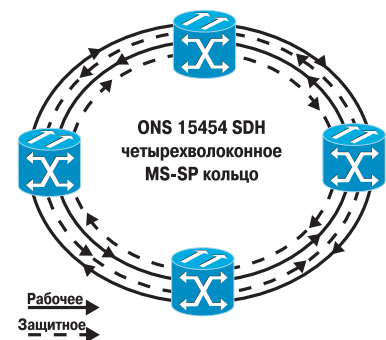


Рис. 9. Топология четырехволоконного кольца MS-SPR

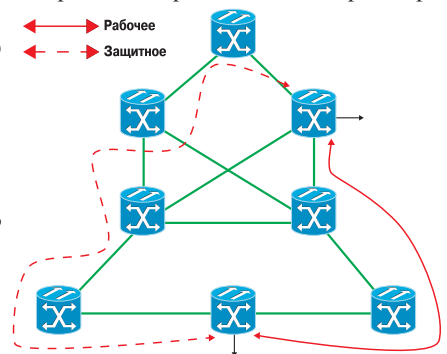


Рис. 10. SNCP защита тракта

Компоненты платформы для работы в сетях SDH

Устройство Cisco ONS 15454 MSTP имеет гибкую архитектуру и в зависимости от комплектации может выполнять различные функции. Устройство (монтажная полка) состоит из 17 слотов (5 для установки системных карт, 4 высокоскоростных мультисервисных слота и 8 низкоскоростных мультисервисных слотов) для установки карт в нижней части устройства, 12 специальных слотов для установки карт электрических интерфейсов с подключением с лицевой стороны (Front Mount Electrical Connection – FMEC) в верхней части, отсека для установки блока вентиляции, лицевой панели с жидкокристаллическим индикатором и индикаторов сигналов. Все карты и электрические соединения доступны с передней стороны устройства.

В устройство устанавливаются карты 5 групп: общие системные карты, карты с электрическими интерфейсами PDH/SDH, карты с оптическими интерфейсами SDH, карты, обеспечивающие передачу данных по сетям SDH, и компоненты для построения систем DWDM.

Общие системные карты

Группа общих системных карт состоит из: карты синхронизации, коммуникаций и управления (TTC2), матриц коммутации трафика (XC-VXL-10G и XC-VXL-2.5G) и контроллера сигнализации (AIC-1).

Процессорная карта TTC2

Карта синхронизации, коммуникаций и управления (TTC2) выполняет роль центрального процессора системы и обеспечивает инициализацию системы, управление, генерацию индикации об авариях в сети, техническое обслуживание и диагностику системы, взаимодействие с системой управления, терминирование каналов обмена данными (DCC), контроль электропитания и состояния системы. Для обеспечения резервирования в системе устанавливается 2 карты TTC2 (слоты 7 и 11).

Карта TTC2 имеет внутренний источник синхронизации высокой стабильности (Stratum 3) для обеспечения синхронизации системы от внешнего источника синхронизации, внутреннего или от оптического сигнала SDH. Поддержка обмена сообщениями о синхронизации (SSM) позволяет системе при необходимости выбирать наилучший источник синхронизации с возможностью перехода на внутреннюю синхронизацию в случае недоступности основного источника синхронизации.

Более подробная информация о карте TTC2 представлена на странице:

☛ http://www.cisco.com/en/US/products/hw/modules/ps2831/products_data_sheet09186a0080154431.html

Матрицы коммутации трафика (XC-VXL-10G и XC-VXL-2.5G)

Матрицы коммутации трафика семейства XC-VXL обеспечивают широкие возможности обработки, агрегирования и транспорта низкоскоростного и высокоскоростного трафика по оптическим сетям, построенным на базе Cisco ONS 15454 MSTP.

Карты коммутации XC-VXL-10G и XC-VXL-2.5G работают совместно с процессорным модулем TTC2 для обеспечения соединений и обеспечения высокоскоростных (high-order) и низкоскоростных (low-order) коммутационных соединений внутри системы Cisco ONS 15454 MSTP. Карта XC-VXL-10G адаптирована для поддержки высокоскоростных транспортных приложений, работающих на скоростях до STM-64, карта XC-VXL-2.5G предлагает эффективную альтернативу для транспортных приложений со скоростями до STM-16. Для обеспечения полного резервирования в системе устанавливают 2 карты XC-VXL-10G или XC-VXL-2.5G (слоты 8 и 10).

Карты XC-VXL-10G и XC-VXL-2.5G обеспечивают коммутацию соединений на уровне VC-4, VC-3 и VC-12 контейнеров. Карта XC-VXL-10G обеспечивает полностью неблокируемую матрицу 384x384 VC-4 (и 4-Nc), 384x384 VC-3/TUG-3 и 2016x2016 VC-12. Карта обеспечивает неблокируемую емкость STM-64 для каждого из четырех высокоскоростных мультисервисных слотов и неблокируемую емкость STM-16 для каждого из восьми низкоскоростных мультисервисных слотов.

Карта XC-VXL-2.5G предлагает альтернативное решение, когда в системе используются карты, работающие на скоростях до STM-16, и обеспечивает матрицу коммутации с поддержкой VC-4, VC-3 и VC-12. XC-VXL-2.5G обеспечивает полностью неблокируемую матрицу 192x192 VC-4 (и 4-Nc), 384x384 VC-3/TUG-3 и 2016x2016 VC-12. Карта обеспечивает неблокируемую емкость STM-16 для всех 12 мультисервисных слотов для установки интерфейсных карт.

Таблица 9. Технические характеристики карт XC-VXL-10G и XC-VXL-2.5G

Характеристики	XC-VXL-2.5G	XC-VXL-10G
Высокоскоростная матрица (high-order) коммутации		
Количество VC-4 портов (однаправленных)	192	384
Поддерживаемые объединенные коммутации	VC-4-2c, VC-4-3c, VC-4-4c, VC-4-8c, VC-4-16c	VC-4-2c, VC-4-3c, VC-4-4c, VC-4-8c, VC-4-16c, VC-4-64c
Низкоскоростная матрица (low-order) коммутации		
Количество VC-3 портов (однаправленных)	384	384
Количество VC-12 портов (однаправленных)	2016	2016
Конфигурация мультисервисных слотов	2,5 Гбит/с (STM-16) на слот для слотов 1–6 и 12–17	2,5 Гбит/с (STM-16) на слот для слотов 1–4 и 14–17 10 Гбит/с (STM-64) на слот для слотов 5–6 и 12–13
Максимальная потребляемая электроэнергия	60 W	60 W
Резервирование карт	1:1	1:1
Рабочая температура	От -5 до 55 °C (ETSI Class 3.1E)	От -5 до 55 °C (ETSI Class 3.1E)
Рабочая влажность	От 5 до 95%, неконденсирующаяся	От 5 до 95%, неконденсирующаяся

Более подробная информация о картах XC-VXL представлена на странице:

☛ http://www.cisco.com/en/US/products/hw/optical/ps2006/products_data_sheet09186a00801570a5.html

Карта контроллера сигнализации (AIC-I)

Операторы связи и корпоративные заказчики постоянно ищут пути увеличения доходности за счет понижения операционных расходов. Карта контроллера сигнализации позволяет администраторам сетей реализовать контроль состояния сети за счет наблюдения за событиями на удаленных узлах без персонала. Карта AIC-I формирует стандартный служебный канал связи между узлами сети и каналы данных, используя заголовки SDH, это позволяет сократить необходимость использования дополнительных выделенных каналов для организации связи между узлами и построения системы управления. Данные функции позволяют сократить общие затраты на эксплуатацию сети.

Карта контроллера сигнализации устанавливается в специально зарезервированный для нее слот (#9) в устройстве Cisco ONS 15454 MSTP. Эта карта необязательная и позволяет расширить возможности системы за счет добавления:

- **Возможности управления внешними контактами.** Карта позволяет организовать наблюдение за внешним оборудованием на удаленных узлах и обеспечивает возможность активации удаленных систем, таких как внешняя сигнализация и сирены, генераторы питания. Карта AIC-I поддерживает до 16 входов для подключения источников сигналов и до 4 — настраиваемых для работы как на вход, так и на выход. Для каждого входа можно настроить сигнал активации (замыкание/размыкание), приоритет и описание.
- **Пользовательских каналов данных.** Карта AIC-I позволяет использовать избыточные поля в фреймах SDH для обеспечения каналов данных, которые могут быть использованы для построения наложенной сети передачи данных для системы управления. Карта позволяет создать до 4 соединений «точка–точка», используя байты в заголовке SDH. Два канала могут быть созданы, используя байт F1 в заголовке секции регенерации, каждый из каналов обеспечивает скорость 64 кбит/с. Два остальных канала могут использовать байты D4–D12 в заголовке мультиплексорной секции, обеспечивая скорость 576 кбит/с.
- **Служебного канала связи.** Эта функция обеспечивает технологическую телефонную связь между узлами сети. Голосовые каналы используют байты E1 и E2 в заголовках секции регенерации и мультиплексирования. Карта позволяет подключение стандартного телефона, использующего двух- или четырехпроводные линии, и технической телефонной трубки. Каждой карте может быть присвоен четырехзначный уникальный номер для обеспечения вызовов между узлами.

Таблица 10. Технические характеристики карты AIC-I

Характеристики	Значение
Подключение внешнего оборудования	
Входы	16 фиксированных и 4 настраиваемых (вход/выход)
Выходы	4 настраиваемых (вход/выход)
Разъем	26-контактный SSIO
Каналы данных	
2 пользовательских канала данных (F1 байт)	RJ-11, 64 кбит/с
2 канала передачи данных (байты D4-D12)	RJ-45, 576 кбит/с
Канал служебной связи	RJ-11, (A-Law или Mu-Law)
Общие характеристики	
Рабочая температура	От -40 до 65 °C
Рабочая влажность	От 5 до 95%, неконденсирующаяся
Максимальная потребляемая электроэнергия	8,4 W

Более подробная информация о карте AIC-I представлена на странице:

← http://www.cisco.com/en/US/products/hw/optical/ps2006/products_data_sheet09186a00800dd662.html

Карты с электрическими интерфейсами PDH/SDH

Платформа Cisco ONS 15454 MSTP поддерживает следующие карты с электрическими интерфейсами:

- карта с 42 интерфейсами E1 высокой плотности (42 порта E1) — 15454E-E1-42;
- карта с 12 интерфейсами E3 — 15454E-E3-12;
- карта с 12 интерфейсами DS-3 (15454E-DS3IN-12);
- карта с 12 интерфейсами STM-1/E4 — 15454E-STM1E-12.

Карта с 42 интерфейсами E1 высокой плотности (15454E-E1-42)

Карта с интерфейсами E1 занимает один слот и обеспечивает прием 42 независимых потоков E1 (ITU-T G.703) и упаковку их в контейнеры VC-12s в соответствии с ITU G.707 для дальнейшего мультиплексирования, коммутации или транспорта. Карта обеспечивает контроль производительности и сбор сообщений о нарушении формата фреймов в соответствии с ITU G.826.

Каждый интерфейс E1 на карте работает независимо на скорости 2,048 Мбит/с с подключением потоков E1 на специальный модуль FMES, обеспечивающий электрические интерфейсы E1. Для работы без резервирования используется модуль 15454E-E1-120NP. Модули 15454E-E1-120PROA и 15454E-E1-120PROB позволяют обеспечить резервирование 1:3. Модули электрических интерфейсов обеспечивают подключение сбалансированных интерфейсов 120 Ом. Для использования несбалансированных интерфейсов 75 Ом доступен специальный конвертер — 15454E-E1-75BB, обеспечивающий конвертацию 120 Ом в 75 Ом и обратно.

Карта с 12 интерфейсами E3 (15454E-E3-12)

Карта 15454E-E3-12 с интерфейсами E3 занимает один слот и обеспечивает прием 12 независимых потоков E3 (ITU-T G.703). Каждый интерфейс E3 на карте работает на скорости 34,368 Мбит/с с подключением потоков E3 на специальный модуль FMES — 15454E-E3DS3-FMES, обеспечивающий электрические интерфейсы E3. Карта поддерживает режим резервирования 1:1.

Карта с 12 интерфейсами DS-3 (15454E-DS3IN-12)

Карта 15454E-DS3IN-12 с интерфейсами DS-3 занимает один слот и обеспечивает прием 12 независимых потоков DS-3 (ITU-T G.703). Каждый интерфейс DS-3 на карте работает на скорости 44,736 Мбит/с с подключением потоков DS-3 на специальный модуль FMEC – 15454E-E3DS3-FMEC, обеспечивающий электрические интерфейсы DS-3. Карта поддерживает режим резервирования 1:N (N < 5).

Карта с 12 интерфейсами STM-1/E4 (15454E-STM1E-12)

Карта 15454E-STM1E-12 обеспечивает 12 электрических интерфейсов STM-1 (ITU-T G.703, 155,520 Мбит/с) на одной карте. 8 портов на карте имеют фиксированную конфигурацию для работы с STM-1E, 4 порта могут быть программно настроены для работы с интерфейсом STM1E или E4 (ITU-T G.703 139,264 кбит/с).

Карта 15454E-STM1E-12 может быть установлена в слоты 1–4 и 14–17. Используя интерфейсные модули FMEC, карта поддерживает различные схемы резервирования 1:1, 1:3 или 1:0 (без резервирования). Для использования различных схем резервирования доступны следующие модули FMEC: FMEC 15454E-STMNP-FMEC (без резервирования), 15454E-STM11-FMEC (резервирование 1:1) и 15454E-STM13-FMEC (резервирование 1:3).

Таблица 11. Технические характеристики карт с электрическими интерфейсами

Характеристики	15454E-E1-42	15454E-E3-12	15454E-DS3IN-12	15454E-STM1E-12
Количество портов	42	12	12	12
Скорость	2,048 Мбит/с	34,368 Мбит/с	44,736 Мбит/с	155,52 и 139,264 Мбит/с
Тип интерфейса	ITU-T G.703	ITU-T G.703	ITU-T G.703	ITU-T G.703
Резервирование карты	Нет или 1:3	Нет или 1:1	Нет или 1:N (N < 5)	Нет, 1:1 или 1:3
Используемые разъемы	96 контактов, LFH	75 Ом, T54	75 Ом, T54	75 Ом, T54
Слоты для установки	1–4 и 14–17	1–5 и 13–17	1–5 и 13–17	1–4 и 14–17
Матрица коммутации	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G
Потребляемая электроэнергия	25 W	38,2 W	27 W	60 W

Карты с оптическими интерфейсами SDH

Платформа Cisco ONS 15454 MSTP поддерживает следующие карты с оптическими интерфейсами:

- карты с оптическими интерфейсами STM-1 (15454E-S1.1-4 и 15454E-S1.1-8);
- карты с оптическими интерфейсами STM-4 (15454E-S4.1-1, 15454E-S4.1-4, 15454E-L4.1-1 и 15454E-L4.2-1);
- карты с оптическими интерфейсами STM-16 (15454E-S16.1-1, 15454E-L16.2-1 и 15454E-EL16HSxxx);
- карты с оптическими интерфейсами STM-64 (15454E-164.1, 15454E-S64.2, 15454E-L64.2-1-HS и 15454E-64L-xx.x).

Карты с оптическими интерфейсами STM-1 (15454E-S1.1-4 и 15454E-S1.1-8)

В устройство Cisco ONS 15454 MSTP могут быть установлены четырех- и восьмипортовые карты STM-1. Карта 15454E-S1.1-4 имеет четыре оптических интерфейса для передачи и четыре для приема. Карта 15454E-S1.1-8 имеет восемь оптических интерфейсов для передачи и восемь для приема. Интерфейсы на обеих картах соответствуют стандартам SDH (ITU-T G.707 и G.957), работают на скорости 155,520 Мбит/с и обеспечивают работу на расстояниях до 30 км (в зависимости от условий), используя одномодовое оптическое волокно. Карты поддерживают кольцевые топологии SNC, линейные топологии с резервированием 1+1 MSP или без резервирования, что обеспечивает гибкие возможности для построения колец доступа или подключения оборудования. Карты поддерживают работу со связанной (concatenated) и несвязанной (non-concatenated) полезной нагрузкой для обеспечения работы на различных скоростях.

Таблица 12. Технические характеристики карт с оптическими интерфейсами STM-1

Характеристики	15454E-S1.1-4	15454E-S1.1-8
Количество портов	4	8
Скорость, Мбит/с	155,22	155,22
Тип интерфейса	STM-1, S1.1	STM-1, S1.1
Поддерживаемое оптическое волокно	SMF	SMF
Используемые разъемы	SC	LC
Номинальная длина волны, нм	1310	1310
Спектральный диапазон, нм	1261–1360	1261–1360
Максимальная мощность передачи, дБм	-8	-8
Минимальная мощность передачи, дБм	-15	-15
Максимальный принимаемый сигнал, дБм	-8	-8
Минимальный принимаемый сигнал, дБм	-28	-28
Минимальный бюджет затухания оптического сигнала, дБ	13	13
Допустимая хроматическая дисперсия, пс/нм	96	96
Слоты для установки	1–6 и 12–17	1–4 и 14–17
Матрица коммутации	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G
Потребляемая электроэнергия, W	20	26

Карты с оптическими интерфейсами STM-4 (15454E-S4.1-1, 15454E-S4.1-4, 15454E-L4.1-1 и 15454E-L4.2-1)

В устройстве Cisco ONS 15454 MSTP могут быть установлены карты с одним и четырьмя интерфейсами STM-4 S4.1 (15454E-S4.1-1 и 15454E-S4.1-4), одним интерфейсом STM-4 L4.1 (15454E-L4.1-1) и одним интерфейсом STM-4 L4.2 (15454E-L4.2-1).

Карта 15454E-S4.1-1 имеет один оптический интерфейс для передачи и один для приема. Карта 15454E-S4.1-4 имеет четыре оптических интерфейса для передачи и четыре для приема. Интерфейсы на обеих картах соответствуют стандартам SDH (ITU-T G.707 и G.957), работают на скорости 622,08 Мбит/с и обеспечивают работу на расстояниях до 30 км (в зависимости от условий), используя одномодовое оптическое волокно. Карты поддерживают кольцевые топологии SNC и MS-SPRing, линейные топологии с резервированием 1+1 MSP или без резервирования, что обеспечивает гибкие возможности для построения магистральных колец или колец доступа, подключения оборудования. Карты поддерживают работу со связанной и несвязанной (на базе VC-4) полезной нагрузкой для обеспечения работы на различных скоростях.

Карты 15454E-L4.1-1 и 15454E-L4.2-1 имеют по одному интерфейсу STM-4 для передачи и одному для приема. Интерфейсы на обеих картах соответствуют стандартам SDH (ITU-T G.707 и G.957), работают на скорости 622,08 Мбит/с и обеспечивают работу на расстояниях до 80 км (в зависимости от условий), используя одномодовое оптическое волокно. Карты поддерживают кольцевые топологии SNC и MS-SPRing, линейные топологии с резервированием 1+1 MSP или без резервирования, что обеспечивает гибкие возможности для построения магистральных колец или колец доступа, подключения оборудования. Карты поддерживают работу со связанной и несвязанной (на базе VC-4) полезной нагрузкой для обеспечения работы на различных скоростях.

Таблица 13. Технические характеристики карт с оптическими интерфейсами STM-1

Характеристики	15454E-S4.1-1	15454E-S4.1-4	15454E-L4.1-1	15454E-L4.2-1
Количество портов	1	4	1	1
Скорость, Мбит/с	622,08	622,08	622,08	622,08
Тип интерфейса	STM-4, S4.1	STM-4, S4.1	STM-4, L4.1	STM-4, L4.2
Поддерживаемое оптическое волокно	SMF	SMF	SMF	SMF
Используемые разъемы	SC	SC	SC	SC
Номинальная длина волны, нм	1310	1310	1310	1550
Спектральный диапазон, нм	1274–1356	1280–1335	1280–1335	1480–1580
Максимальная мощность передачи, дБм	-8	-8	+2	+2
Минимальная мощность передачи, дБм	-15	-13	-3	-3
Максимальный принимаемый сигнал, дБм	-8	-8	-8	-8
Минимальный принимаемый сигнал, дБм	-28	-28	-28	-28
Минимальный бюджет затухания, дБ оптического сигнала	13	15	25	25
Допустимая хроматическая дисперсия, пс/нм	96	74	190	1440
Слоты для установки	1–6 и 12–17	1–4 и 14–17	1–6 и 12–17	1–6 и 12–17
Матрица коммутации	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G
Потребляемая электроэнергия, W	9,3	35,6	9,3	9,3

Карты с оптическими интерфейсами STM-16 (15454E-S16.1-1, 15454E-L16.2-1 и 15454E-EL16HSxxxx)

В устройство Cisco ONS 15454 MSTP могут быть установлены карты с интерфейсом STM-16 S16.1 или L16.2 (15454E-S16.1-1 или 15454E-L16.2-1), а также карта с DWDM-совместимым интерфейсом (15454E-EL16HSxxxx).

Карты 15454E-S16.1-1 и 15454E-L16.2-1 имеют один оптический интерфейс для передачи и один для приема. Интерфейсы на этих картах соответствуют стандартам SDH (ITU-T G.707 и G.957), работают на скорости 2488,320 Мбит/с и обеспечивают работу на расстояниях до 26 (S16.1) и 80 (L16.2) км (в зависимости от условий), используя одномодовое оптическое волокно. Карты поддерживают кольцевые топологии SNCP и MS-SPRing, линейные топологии с резервированием 1+1 MSP или без резервирования, что обеспечивает гибкие возможности для построения магистральных колец или колец доступа, подключения оборудования. Карты поддерживают работу со связанной и несвязанной полезной нагрузкой для обеспечения работы на различных скоростях.

18 отдельных карт с интерфейсом STM-16 (15454E-EL16HSxxxx), поддерживающим работу в системах DWDM, использующих ширину между каналами 100 ГГц (ITU), составляют частотный план системы DWDM, построенной на базе платформы Cisco ONS 15454 MSTP. Каждая карта 15454E-EL16HSxxxx имеет один оптический интерфейс для передачи и один для приема. Интерфейсы на этих картах соответствуют стандартам (ITU-T G.692, G.707, G.957 и G.958), работают на скорости 2488,320 Мбит/с, используя одномодовое оптическое волокно. Карты поддерживают кольцевые топологии SNCP и MS-SPRing, линейные топологии с резервированием 1+1 MSP или без резервирования и работают со связанной и несвязанной полезной нагрузкой.

Девять из этих плат функционируют в «синем» диапазоне с 2*100 ГГц разделением каналов, в соответствии с сеткой (grid) ITU (1530,33 нм, 1531,90 нм, 1533,47 нм, 1535,04 нм, 1536,61 нм, 1538,19 нм, 1539,77 нм, 1541,35 нм, 1542,94 нм), в то время как другие девять функционируют в «красном» диапазоне с 2*100 ГГц разделением каналов, в соответствии с сеткой (grid) ITU (1547,72 нм, 1549,32 нм, 1550,92 нм, 1552,52 нм, 1554,13 нм, 1555,75 нм, 1557,36 нм, 1558,98 нм, 1560,61 нм).

STM-16 DWDM платы используются в приложениях с очень длинными пролетами без регенерации, до 200 км (с про-

межуточным оптическим усилением). Эти расстояния передачи достигаются с помощью использования оптических усилителей, таких как ONS 15216 EDFA.

С использованием оптических усилителей могут быть достигнуты расстояния до 200 км для одиночного канала (160 км для 8 каналов). Максимальная дальность системы в приложениях без фильтрации и без использования оптических усилителей или регенераторов – 24 дБ или примерно 65 км, в зависимости от условий, числа оптических соединений, разъемов и т. д. Стабильность длины волны в STM-16 DWDM платах – $\pm 0,12$ нм.

Расстояния, ограничиваемые дисперсией, при использовании оптического волокна G.652:

- 200 км с промежуточным оптическим усилением (включая канальное оптическое усиление);
- 200 км с применением оптического усиления (одиночный канал);
- 160 км с применением ОА (8 длин волн);
- 140 км с применением ОА (16 длин волн).

Рисунок 11 показывает пример построения DWDM-системы с 6 оптическими каналами STM-16 для экономии оптического волокна. В направлении передачи до 6 STM-16 DWDM длин волн мультиплексируются на одном и том же волокне, используя пассивный фильтр ONS 15216. Это приложение предполагает пролет без усиления. С типичным затуханием 4,5 дБ на мультиплексацию/демультиплексацию при использовании карт STM-16 ITU может быть достигнут бюджет затухания в 15 дБ. На другом конце 6 длин волн STM-16 DWDM демультиплексируются, используя пассивный фильтр ONS 15216, для того чтобы извлечь соответствующие длины волн. Тот же самый сценарий применим для обратного направления.

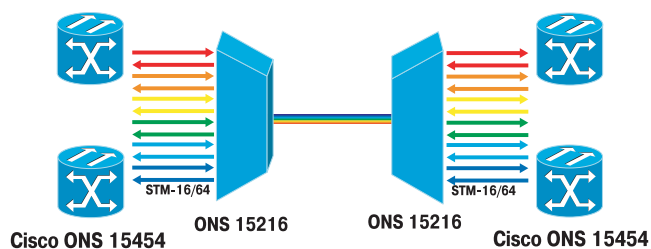


Рис. 11. Решение ONS 15454 SDH STM-16 DWDM с 6 длинами волн

Это решение может быть также расширено с поддержкой до 18 каналов STM-16 DWDM со вторым каскадируемым пассивным фильтром ONS 15216. Также, для обеспечения 1+1 защиты, другая пара пассивных ONS 15216 Mux/Demux используется с каждого конца для обеспечения защищенного пролета (4 fiber Pt-to-Pt).

Таблица 14. Технические характеристики карт с оптическими интерфейсами STM-16

Характеристики	15454E-S16.1-1	15454E-L16.2-1	15454E-EL16HSxxxx
Количество портов	1	1	1
Скорость, Мбит/с	2488,320	2488,320	2488,320
Тип интерфейса	STM-16, S4.1	STM-16, L4.2	STM-16
Поддерживаемое оптическое волокно	SMF	SMF	SMF
Используемые разъемы	SC	SC	SC
Номинальная длина волны, нм	1310	1550	Зависит от карты
Спектральный диапазон, нм	1280–1350	1520–1580	15xx.xx нм $\pm 0,12$ нм в диапазоне: 1528,77–1560,61
Максимальная мощность передачи, дБм	0	+3	0
Минимальная мощность передачи, дБм	-5	-2	-2
Максимальный принимаемый сигнал, дБм	-8	-8	-9
Минимальный принимаемый сигнал, дБм	-28	-28	-28
Минимальный бюджет затухания оптического сигнала, дБ	13	26	26
Допустимая хроматическая дисперсия, пс/нм	96	1440	5400
Слоты для установки	1–6 и 12–17	1–6 и 12–17	5,6 и 12,13
Матрица коммутации	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G
Потребляемая электроэнергия, W	37,2	37,2	31,2

Карты с оптическими интерфейсами STM-64 (15454E-I64.1, 15454E-S64.2, 15454E-L64.2-1-HS и 15454E-64L-xx.x)

В устройство Cisco ONS 15454 MSTP могут быть установлены карты с интерфейсом STM-64 I.64.1, S64.2 или L64.2 (15454E-I64.1, 15454E-S64.2 или 15454E-L64.2-1-HS), а также карта с DWDM-совместимым интерфейсом (15454E-64L-xx.x).

Карты 15454E-I64.1, 15454E-S64.2 и 15454E-L64.2-1-HS имеют один оптический интерфейс для передачи и один для приема. Интерфейсы на этих картах соответствуют стандартам SDH (ITU-T G.707 и G.957), работают на скорости 9,95328 Гбит/с и обеспечивают работу на расстояниях до 2 (I64.1), 40 (S64.2) и 80 (L64.2) км (без применения усилителей и в зависимости от условий), используя одномодовое оптическое волокно (карта 15454E-L64.2-1-HS поддерживает также оптические волокна типа C-SMF, DSF, NZDSF). Карты поддерживают кольцевые топологии SNCP и 2/4 волоконные MS-SPRing, линейные топологии с резервированием 1+1 MSP или без резервирования, что обеспечивает гибкие возможности для построения различных колец или линейных сегментов. Карты поддерживают работу со связанной и несвязанной полезной нагрузкой для обеспечения работы на различных скоростях.

16 отдельных карт с интерфейсом STM-64 (15454E-64L-xx.x), поддерживающим работу в системах DWDM, использующих ширину между каналами 100 ГГц (ITU), аналогично картам 15454E-EL16HSxxxx составляют частотный план сис-

темы DWDM, построенной на базе платформы Cisco ONS 15454 MSTP. Каждая карта 15454E-64L-xx.x имеет один оптический интерфейс для передачи и один для приема. Интерфейсы на этих картах соответствуют стандартам (ITU-T G.707 и G.957), работаю на скорости 9,95328 Гбит/с, используя различные типы оптического волокна – SMF, C-SMF, DSF и NZDSF – на расстояниях до 60 км (без использования усилителей и в зависимости от условий). Карты поддерживают кольцевые топологии SNCP и 2/4 волоконные MS-SPRing, линейные топологии с резервированием 1+1 MSP или без резервирования и работают со связанной и несвязанной полезной нагрузкой.

Восемь из этих плат функционируют в «синем» диапазоне с 100 ГГц разделением каналов, в соответствии с сеткой (grid) ITU (1534,25 нм, 1535,04 нм, 1535,82 нм, 1536,61 нм, 1538,19 нм, 1538,98 нм, 1539,77 нм и 1540,56 нм), в то время как другие восемь функционируют в «красном» диапазоне с 100 ГГц разделением каналов, в соответствии с сеткой (grid) ITU (1550,12 нм, 1550,92 нм, 1551,72 нм, 1552,52 нм, 1554,13 нм, 1554,94 нм, 1555,75 нм и 1556,55 нм).

Таблица 15. Технические характеристики карт с оптическими интерфейсами STM-64

Характеристики	15454E-I64.1	15454E-S64.2	15454E-L64.2-1-HS	15454E-64L-xx.x
Количество портов	1	1	1	1
Скорость	9,95328 Гбит/с	9,95328 Гбит/с	9,95328 Гбит/с	9,95328 Гбит/с
Тип интерфейса	STM-64, I64.1	STM-64, S64.2	STM-64, L64.2	STM-64
Поддерживаемое оптическое волокно	SMF	SMF	SMF, C-SMF, DSF, NZDSF	SMF, C-SMF, DSF, NZDSF
Используемые разъемы	SC	SC	SC	SC
Номинальная длина волны	1310 нм	1550 нм	1550 нм	Зависит от карты
Спектральный диапазон	1290–1330 нм	1530–1565 нм	1547–1562 нм	15xx.xx нм ± 0,04 нм в диапазоне: 1530,33–1560,61
Максимальная мощность передачи	-1 дБм	+2 дБм	+10 дБм	+6 дБм
Минимальная мощность передачи	-6 дБм	-1 дБм	+7 дБм	+3 дБм
Максимальный принимаемый сигнал	-1 дБм	-1 дБм	-9 дБм	-9 дБм
Минимальный принимаемый сигнал	-11 дБм	-14 дБм	-21 дБм	-22 дБм
Минимальный бюджет затухания оптического сигнала	5 дБ	13 дБ	24 дБ	25 дБ
Допустимая хроматическая дисперсия	6,6 пс/нм	800 пс/нм	1360 пс/нм	1000 пс/нм (с DCU) 1200 пс/нм (без DCU)
Слоты для установки	5,6 и 12,13	5,6 и 12,13	5,6 и 12,13	5,6 и 12,13
Матрица коммутации	XC-VXL-10G	XC-VXL-10G	XC-VXL-10G	XC-VXL-10G
Потребляемая электроэнергия	48 W	48 W	72,2 W	48 W

Карты для обеспечения передачи данных в сетях SDH

Платформа Cisco ONS 15454 MSTP поддерживает эффективный транспорт трафика Ethernet, обеспечивая при этом все преимущества надежности сетей SDH. В любой из 12 универсальных слотов можно установить платы, обеспечивающие транспорт трафика Ethernet по сети SDH, в настоящее время поддерживается 3 серии карт, каждая из которых отличается поддерживаемой функциональностью:

- серия E – карты этой серии позволяют обеспечить коммутацию второго уровня внутри оптической транспортной инфраструктуры;
- серия G – карты этой серии позволяют предоставлять услуги выделенных линий Ethernet;
- серия ML – карты этой серии обеспечивают уникальную для платформ SDH функциональность по коммутации и маршрутизации пакетов IP.

Помимо карт, предназначенных для передачи трафика Ethernet, в платформу ONS 15454 MSTP может быть установлена карта для транспорта трафика систем хранения данных, использующих интерфейсы 1 и 2 Гбит/с Fiber Channel/FICON.

Карты серии E – распределенная коммутация второго уровня

Эта серия представлена двумя картами – 15454-E100T-12-G (12 портов 10/100BaseT) и 15454-E1000-2-G (2 порта Gigabit Ethernet). Карта E100T-12-G включает в себя коммутатор второго уровня (IEEE.802.1D) с 12 портами 10/100BaseT (RJ-45). Карта E1000-2-G использует коммутатор с двумя слотами для установки интерфейсных модулей Gigabit Ethernet (GBIC). В каждый из двух слотов может быть установлен модуль 1000BaseSX или 1000BaseLX.

Серия карт E обеспечивает широкий набор решений для сетей Ethernet за счет обеспечения функций коммутации трафика Ethernet в оптической транспортной системе. Эти решения позволяют пользователям системы строить соединения «точка–точка» или использовать пакетные распределенные кольца. Традиционные системы обеспечивают транспорт фреймов Ethernet поверх выделенного соединения SDH с жестко заданной полосой пропускания. Такое решение требует создания нескольких соединений «точка–точка» с избыточным резервированием полосы пропускания для обеспечения потребностей неравномерного трафика Ethernet. Это приводит к построению транспортной сети с существенно большей пропускной способностью, чем актуальные требования по передаче трафика.

Решение на базе ONS 15454 MSTP использует встроенный коммутатор Ethernet, что позволяет нескольким соединениям Ethernet совместно использовать выделенную емкость в транспортной сети и обеспечивает эффективное использование полосы пропускания. Пользовательские порты на карте (10/100BaseT или Gigabit Ethernet) могут быть соединены (индивидуально или в группах) с соединением по сети SDH на базе VC-4/VC-4-2c/VC-4-4c. Поддержка VLAN (IEEE

802.1q) позволяет логически объединять различные порты или соединения, сохраняя при этом полное разделение пользовательского трафика. Поддержка IEEE 802.1p позволяет обеспечить необходимую приоритизацию для критичного трафика с высоким приоритетом.

При необходимости карты серии E могут быть настроены для работы в режиме выделенной линии Ethernet, позволяя пользователю системы использовать выделенное соединение SDH для транспорта фреймов Ethernet. Этот режим максимально упрощает настройку сервисов за счет отключения функций встроенного коммутатора второго уровня и исключения необходимости настройки VLAN и STP. Он позволяет создавать прозрачные соединения Ethernet и работает аналогично соединению TDM на сети SDH.

Таблица 16. Технические характеристики карт серии E

Характеристики	15454-E100T-12-G	15454-E1000-2-G
Количество портов	12 RJ-45	2 GBIC
Скорость	10/100 Мбит/с, автоматическая или ручная настройка	1000 Мбит/с
Производительность встроенного коммутатора	1,2 Гбит/с	
Максимальное число VLAN (802.1q)	512	
Максимальное число MAC-адресов	8192	
Поддержка приоритизации (802.1p)	2 уровня (high/low)	
Поддержка STP	Да	
Максимальная транспортная пропускная способность (на карту)	До 622 Мбит/с (VC-4-4c)	
Разбиение транспортных соединений	VC-4 (155 Мбит/с) VC-4-2c (310 Мбит/с) VC-4-4c (622 Мбит/с)	
Максимальный MTU	1522 байт	
Слоты для установки	1–6 и 12–17	
Матрица коммутации	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G	
Потребляемая электроэнергия	60 W	54 W

Карты серии G – выделенные линии Ethernet

Эта серия представлена картой 15454E-G1K-4 (4 порта Gigabit Ethernet). Карты серии G обеспечивают транспорт первого уровня для трафика Ethernet по сети SDH и имеют 4 слота для установки интерфейсных модулей Gigabit Ethernet (поддерживаются GBIC модули 1000BaseSX, 1000BaseLX, 1000BaseZX, а также CWDM и DWDM). Карта имеет 4 виртуальных порта SDH, которые используются для обеспечения связи с матрицей коммутации, установленной в шасси Cisco 15454. Эти виртуальные порты могут использовать общую полосу пропускания до 2,5 Гбит/с (на карту) и настраиваются индивидуально для работы на скоростях от VC-4 (155 Мбит/с) до VC-4-8c (~1,25 Гбит/с).

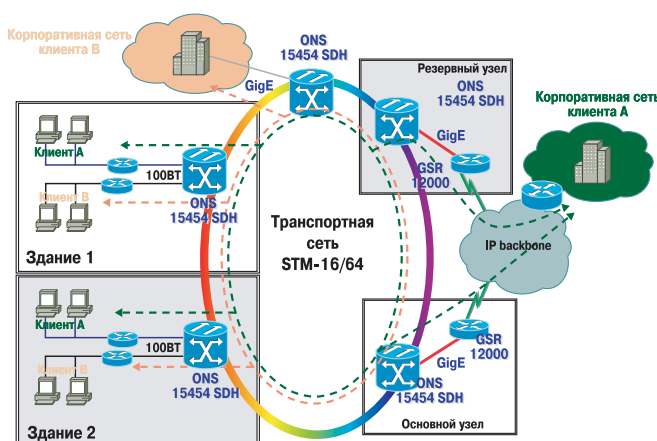


Рис. 12. Использование платформы ONS 15454 для передачи трафика Ethernet

Карта поддерживает два режима работы – коммутации и транспондера. В режиме коммутации трафик с клиентских интерфейсов на карте упаковывается в контейнеры SDH и через виртуальные порты передается на матрицу коммутации для дальнейшего транспорта по сети. Трафик может передаваться без защиты или с использованием защищенных соединений, применяющих технологии SNCP, MSPRing, резервирование 1+1 или механизм защиты пути в смешанных сетях, что позволяет обеспечить различные уровни надежности в зависимости от требований клиента или доступной полосы пропускания.

В транспондерном режиме каждый клиентский интерфейс Gigabit Ethernet направляется на другой интерфейс Gigabit Ethernet внутри одной карты, при этом карта никогда не использует матрицу коммутации и виртуальные порты. Такой режим работы позволяет конвертировать оптический сигнал от маршрутизатора/коммутатора/сервера в сигнал для использования в системах спектрального уплотнения CWDM или DWDM для построения масштабируемого транспортного решения для услуг на базе Gigabit Ethernet.

Платформа Cisco ONS 15454 обеспечивает фундамент для построения универсальной мультисервисной сети, основанной на базе инфраструктуры SDH. Карты серии G позволяют использовать инфраструктуру SDH, поддерживающую услуги TDM для предоставления различных услуг передачи данных, таких как прозрачное соединение локальных сетей (transparent LAN service – TLS) или доступ в Интернет.

Таблица 17. Технические характеристики карт серии G

Характеристики	15454E-G1K-4
Количество портов	4 GBIC (SX, LX, ZX, CWDM, DWDM)
Скорость	1000 Мбит/с
Максимальная транспортная пропускная способность (на карту)	До 2,5 Гбит/с (VC-4-16с)
Виртуальные интерфейсы SDH	4
Скорость на виртуальных интерфейсах	VC-4 (155 Мбит/с) VC-4-2с (310 Мбит/с) VC-4-4с (622 Мбит/с) VC-4-8с (1,25 Гбит/с) VC-4-16с (2,5 Гбит/с)
Тип соединений	Только «точка–точка»
Слоты для установки	1–6 и 12–17
Матрица коммутации	XC-VXL-2,5G XC-VXL-10G
Потребляемая электроэнергия	63 W

Карты серии ML – максимальная гибкость для сетей SDH

Карты серии ML обеспечивают уникальную для модулей транспортной системы SDH производительность и функциональность и существенно расширяют мультисервисные возможности платформы Cisco ONS 15454. Интеграция широко распространенных и признанных технологий Ethernet и IP в платформе Cisco ONS 15454 дает операторам связи и корпоративным заказчикам возможность использовать единую мультисервисную систему операторского класса для обеспечения услуг и приложений на базе Ethernet, TDM и оптических каналов связи.

Серия ML состоит из двух карт – 15454E-ML100T-12 (12 портов 10/100BaseT, RJ-45) и 15454E-ML1000-2 (2 порта Gigabit Ethernet, SFP), обе карты обеспечивают одинаковую функциональность по коммутации и маршрутизации трафика. Эти карты могут быть установлены в любой из 12 мультисервисных слотов в шасси и использованы в любой комбинации в одном шасси или в сети для максимальной гибкости архитектуры и удовлетворения потребностей клиентских приложений. Каждая карта имеет виртуальные порты, которые соответствуют оптическим интерфейсам и обеспечивают транспорт между сетевыми элементами сети SDH на скоростях от 155 Мбит/с до 10 Гбит/с.

Карты серии ML поддерживают функции обеспечения качества обслуживания (QoS), что позволяет сетевому администратору производить тонкую настройку системы, и поддерживают широкий спектр SLA. Некоторые функции приведены ниже:

- **Гибкая классификация пакетов** – классификация пакетов на основе входящего порта, VLAN, CoS, IP Precedence или DSCP. Это позволяет сервис-провайдеру выбрать наиболее подходящий метод обработки трафика.
- **Ограничение пользовательского трафика** – возможность настройки ограничения трафика с высокой гранулярностью позволяет обеспечить соответствие пользовательского трафика контракту. Обеспечивает защиту от перегрузки сети избыточным трафиком.
- **Приоритизация трафика** – поддержка механизма, использующего функции 802.1q или Q-in-Q для реклассификации (раскрашивания) пользовательского трафика, позволяет узлам обрабатывать трафик в соответствии с настроенными приоритетами. Эта функция позволяет сохранить и передать прозрачно по сети оператора связи оригинальное значение битов CoS.
- **Раздельные очереди для разных классов трафика** – обеспечивают справедливое распределение свободных сетевых ресурсов, распределение полосы пропускания в соответствии с SLA и адекватное обслуживание приложений с высокими требованиями к полосе пропускания.
- **Поддержка WDRR** – добавляет дополнительные возможности распределения для использования с алгоритмом DRR, обеспечения справедливого распределения избыточной полосы пропускания и гарантированной полосы пропускания для каждого класса трафика.
- **Контроль выделения ресурсов** – в процессе настройки карты серии ML проверяют, что запрашиваемые параметры QoS могут быть обеспечены и не превышают емкости сети.

Карты серии ML обеспечивают ключевые преимущества для сетей операторов связи, позволяя предоставлять новые услуги с высокой прибылью и упрощая активацию услуг. Некоторые из этих возможностей приведены ниже:

- **Гибкость и масштабируемость сети** – карты ML поддерживают трансляцию номеров VLAN. Эта возможность позволяет избежать пересечения номеров VLAN, используемых клиентами в магистральной сети оператора, за счет изменения номеров VLAN (802.1q или Q-in-Q) на входе и восстановления их на выходе.
- **Устойчивость сети** – поддержка технологии RPR и методов защитной коммутации SDH позволяет сократить до 50 мс время восстановления услуг передачи данных.
- **Эффективное использование ресурсов** – использование технологии RPR позволяет максимально эффективно использовать емкость сети при работе в штатном режиме.

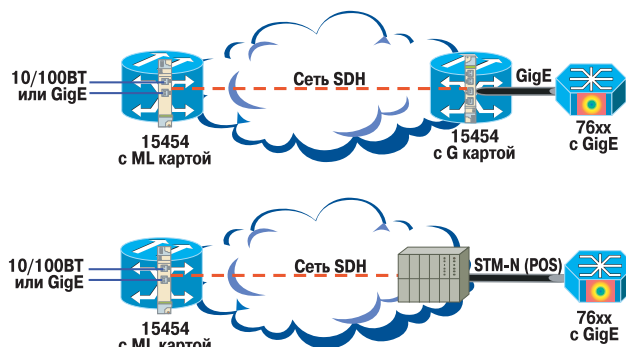


Рис. 13. Поддержка пакетной передачи трафика по сетям SDH

- **Управление SLA** – гибкие возможности контроля производительности сети на уровне интерфейсов или VLAN для упреждающего отслеживания SLA и обнаружения проблем в сети.
- **Поддержка POS** – поддержка пакетной передачи данных по сетям SDH позволяет операторам связи передавать трафик Ethernet от карт ML через оптическую сеть на существующее оборудование, подключенное по оптическому интерфейсу (POS). Это позволяет сократить количество используемого оборудования в сети (рис. 13).

Карты серии ML обеспечивают наиболее гибкое решение по обеспечению передачи трафика Ethernet по сетям SDH. Например, использование в мультисервисной городской сети оператора связи позволяет обеспечить предоставление широкого спектра услуг и гибкую тарифную политику. Платформа Cisco ONS 15454 обеспечивает базу для построения современной мультисервисной сети, использующей надежную инфраструктуру SDH. Предоставление различных услуг передачи данных, таких как прозрачное объединение ЛВС (TLS) или доступ в Интернет, поддерживается картами ML посредством использования туннелирования Q-in-Q, трансляции VLAN, ограничения входящего трафика и обеспечения качества обслуживания на сети (включая классификацию и различные алгоритмы обслуживания очередей). Эти функции позволяют оператору связи обеспечивать и контролировать SLA для различных видов услуг. Карты серии ML работают под управлением Cisco IOS™, что обеспечивает широкие возможности контроля и управления сетью, жизненно необходимые для операторов связи. Пример использования приведен на рис. 14.

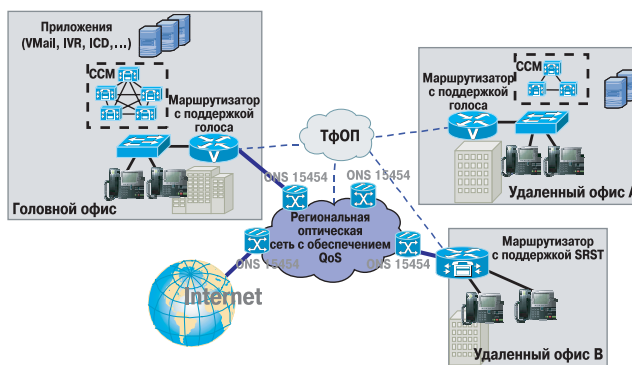


Рис. 14. Построение мультисервисной сети с поддержкой качества обслуживания

Платформа Cisco ONS 15454 обеспечивает базу для построения современной мультисервисной сети, использующей надежную инфраструктуру SDH. Предоставление различных услуг передачи данных, таких как прозрачное объединение ЛВС (TLS) или доступ в Интернет, поддерживается картами ML посредством использования туннелирования Q-in-Q, трансляции VLAN, ограничения входящего трафика и обеспечения качества обслуживания на сети (включая классификацию и различные алгоритмы обслуживания очередей). Эти функции позволяют оператору связи обеспечивать и контролировать SLA для различных видов услуг. Карты серии ML работают под управлением Cisco IOS™, что обеспечивает широкие возможности контроля и управления сетью, жизненно необходимые для операторов связи. Пример использования приведен на рис. 14.

Таблица 18. Технические характеристики карт серии ML

Характеристики	15454E-ML100T-12	15454E-ML1000-2
Количество портов	12 (RJ-45)	2 SFP (SX или LX)
Скорость	10/100 Мбит/с	1000 Мбит/с
Порты Ethernet		
Поддержка номеров VLAN	От 1 до 4096	
Иерархические VLAN (Q-in-Q)	255	
STP (802.1d)	255	
PVRST	255	
MTU	64–9000 байт	
Агрегация каналов: клиентские порты	Fast EtherChannel (до 4 портов в группе)	Gigabit Etherchannel (до 2 портов в группе)
Виртуальные интерфейсы SDH		
Количество портов	2	
Скорость на соединениях	VC-3; VC-4; VC-4-2c; VC-4-3c; VC-4-4c; VC-4-8c и VC-3-2v; VC-4-2v; VC-4c-2v	
Поддерживаемая инкапсуляция	Cisco HDLC; PPP (RFC 2615) / BCP (RFC 2878) LEX (совместим с серией G)	
Топология	«Звезда», «точка–точка», «кольцо (RPR)»	
Максимальная транспортная пропускная способность (на карту)	До 2,5 Гбит/с (VC-4-16c)	
Резервирование	SNCP, MS-SPR, MSP (1+1), PPMN или без резервирования	
Протоколы		
Функции L3	Routing: Static, RIPv2, EIGRP, OSPF, BGP, ISIS; HSRP; VRF-lite (OSPF, BGP, RIP); QoS; IP multicast (PIM-DM, PIM-SM, PIM-SM-DM, IGMP, SSM, MSDP, MBGP)	
Функции L2	Ethernet switching and bridging (802.1D), VLAN (802.1Q), priority (802.1p), spanning tree (802.1-D), rapid spanning tree (RSTP, 802.1w), flow control (802.3x), fast EtherChannel, Gigabit Etherchannel, PoS Channel (PEC), 802.1-Q in 802.1-Q, per VLAN rapid spanning tree (PVRSTP)	
QoS		
Классификация	IP Precedence Input interface (port) Bridge group (VLAN) Priority (802.1p) Differentiated service code points (DSCP)	
Ограничение полосы	Ограничение с шагом 1 Мбит/с Поддержка CIR и PIR Контроль выделения полосы	

Обработка очередей	Поддержка более 400 очередей Управление буфером на основе загрузки и выделенной полосы. Поддержка LLQ	
Алгоритм обслуживания очередей	WDRR	
Сбор статистики		
Порты Ethernet – прием	Bytes, packets, unicast packets, multicast packets, broadcast packets, giants, FCS errors, runts, jabber, alignment errors	
Порты Ethernet – передача	Bytes, packets, unicast packets, multicast packets, broadcast packets, giants, collisions	
Виртуальные порты – прием	Pre-HDLC bytes, post HDLC bytes, packets, short, runts, long, CRC errors, input drop packet, input abort packet	
Виртуальные порты – передача	Pre-HDLC bytes, post HDLC bytes, packets, port drop counter	
Безопасность		
Фильтрация трафика (ACL)	Standard IP на входе/выходе (L3) Standard IP на входе (L2) Extended IP – для трафика, обрабатываемого на процессоре карты, 4000 записей на карту	
Производительность		
L2/L3 коммутация	До 5 миллионов пакетов в секунду	
Общие характеристики		
Слоты для установки	1–6 и 12–17	
Матрица коммутации	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G	
Потребляемая электроэнергия	53 W	49 W

Карты серии SL – транспорт трафика систем хранения данных

Использование карт серии SL (15454E-FC-MR-4) в платформе ONS 15454 предоставляет экономичное решение передачи трафика систем хранения данных, использующих интерфейсы 1 и 2 Гбит/с Fibre Channel/FICON по оптической сети.

Системы хранения представляют наиболее существенную статью IT расходов больших корпораций и являются ключевой компонентой обеспечения бизнес-приложений. Сложность хранения и управления большими объемами информации привела к существенному росту сегмента сетей хранения информации (SAN). Наряду с ростом сетей SAN растет потребность в объединении и защите информации, непрерывности бизнес-приложений и надежности систем, для обеспечения которых требуется поддержка передачи трафика этих сетей существующими городскими и региональными оптическими сетями.

Для обеспечения прозрачного транспорта трафика Fibre Channel и FICON Cisco разработала серию карт SL, которые позволяют использовать надежную и эффективную мультисервисную сеть SDH.

Карта серии SL имеет 4 порта, поддерживающих 1,0625 или 2,125 Гбит/с Fibre Channel/FICON. Она использует модульные оптические интерфейсы (GBIC) для клиентских подключений, что позволяет подключать различные типы оборудования, используя одну карту. Эта карта имеет два виртуальных интерфейса SDH, каждый из которых может использовать соединение VC-4-8с или VC-4-16с. (Первоначальная версия карты имеет 4 порта, 2 из которых позволяют подключать Fibre Channel/FICON и 2 зарезервированы для будущего использования). Клиентский трафик прозрачно передается через виртуальный порт с использованием инкапсуляции GFP-T. Виртуальный порт через матрицу коммутации подключается на оптический интерфейс (2,5 или 10 Гбит/с) для транспорта (совместно с другими сервисами) по оптической сети. Трафик карты SL может использовать все доступные в сети SDH методы резервирования соединений для обеспечения надежности. Это позволяет оператору связи или корпорации выбирать архитектуру и необходимый уровень надежности в соответствии с требованиями конкретного приложения.

Таблица 19. Технические характеристики карты серии SL

Характеристики	15454E-FC-MR-4	
Количество портов	4 (GBIC, 2 зарезервированы для будущего расширения)	
Скорость	1,0625 и 2,125 Гбит/с	
Виртуальные интерфейсы SDH		
Количество портов	2	
Скорость на соединениях	VC-4-8с; VC-4-16с	
Тип соединения	«Точка–точка»	
Резервирование соединений	SNCP, 2/4F MS-SPR, 1+1 SNC, PPMN или без резервирования	
Инкапсуляция	ITU-T G.7041 GFP-T	
Протоколы		
Fibre Channel	ANSI FC-PH	
FICON	ANSI FC-PH	
Слоты для установки	1–6 и 12–17	
Матрица коммутации	XC-VXL-2.5G XC-VXL-10G	
Потребляемая электроэнергия	60 W	

Таблица 20. Технические характеристики модулей GBIC, поддерживаемых картой SL

Характеристики	MM-Short-Wave, Dual-Rate	SX-Short-Reach	SM-Long-Wave, Dual-Rate	LX-Long-Reach
	15454-GBIC-MM	15454-GBIC-SX	15454-GBIC-SM	15454-GBIC-LX
Разъем	SC-Duplex			
Скорость передачи	1,0625 Гбит/с 2,125 Гбит/с	1,0625 Гбит/с	1,0625 Гбит/с 2,125 Гбит/с	1,0625 Гбит/с
Рабочая длина волны	850 нм	850 нм	1310 нм	1310 нм
Тип оптического волокна	MMF	MMF	SMF	SMF
Допустимая длина оптического волокна (ограничение дисперсии)	550 м	550 м	10 км	10 км
Мощность передатчика	От -5,0 до -9,5 дБм	От -4,0 до -9,5 дБм	От -3,0 до -9,5 дБм	От -3,0 до -9,5 дБм
Чувствительность приемника	-20,5 дБм (1G) -25,5 дБм (2G)	-17,0 дБм	-20,5 дБм (1G) -25,5 дБм (2G)	-20,5 дБм

Компоненты для построения систем DWDM

Платформа Cisco ONS 15454 MSTP поддерживает функциональность нескольких коммутаторов SDH и системы городского/регионального DWDM в одном устройстве, что обеспечивает беспрецедентные возможности масштабирования и построения мультисервисных сетей нового поколения. Использование единой платформы позволяет сократить расходы на эксплуатацию сети за счет сокращения времени инсталляции, использования единой системы управления и мониторинга.

Платформа Cisco ONS 15454 MSTP использует новейшие оптические технологии и инженерные решения для удовлетворения уникальных потребностей быстро развивающихся городских и региональных оптических сетей:

- Масштабируемость, поддержка от 1 до 64 оптических каналов в одной оптической сети.
- Транспорт оптических каналов, работающих на различных скоростях (от 155 Мбит/с до 10 Гбит/с), и агрегированного трафика TDM и данных в единой системе.
- Применение новейших оптических усилителей, модулей компенсации дисперсии и технологии упреждающей коррекции ошибок позволяет использовать систему на расстояниях от десятков до сотен (до 600) км.
- Поддержка оптическими картами технологии «Plug-and-Play» обеспечивает максимальную гибкость конфигурации и автоматической настройки элементов сети – терминальных узлов, узлов ввода/вывода, линейных усилителей и узлов компенсации дисперсии.
- Возможность гибкого выделения каналов на оптических мультиплексорах ввода/вывода (от 1 до 32 каналов), поддерживающих работу с каналами и диапазонами (полосами) спектра, позволяет упростить планирование и развитие сети.
- Интеграция предварительного и выходного усилителей с единой системой контроля оптических сигналов позволяет обеспечить автоматический контроль и перенастройку при изменениях в системе.
- Программно управляемый контроль мощности оптических сигналов в системе обеспечивает полностью автоматическое управление системой при добавлении оптических каналов или узлов и быструю компенсацию переходных процессов и перенастройку системы в случае обрыва оптического кабеля.
- Использование программно настраиваемых компактных интерфейсных модулей (SFP) для клиентских подключений и возможность настройки рабочей длины волны на транспондерных картах позволяют упростить планирование сети и сократить склад необходимых запасных частей.
- Сквозное подключение длины волны позволяет сократить потребность в персонале на транзитных узлах.

Наиболее существенной особенностью системы Cisco ONS 15454 MSTP является автоматическое управление мощностью оптических сигналов. Традиционное решение DWDM требует ручной настройки компонент при запуске, сопровождении и модернизации системы. Используя мониторинг оптических сигналов и управляемые оптические аттенюаторы (VOA), программное обеспечение системы Cisco ONS 15454 MSTP имеет возможность динамически отслеживать и управлять состоянием системы, автоматизируя наиболее сложный процесс в эксплуатации системы DWDM. Программное обеспечение платформы рассчитывает модель настроенной сети DWDM и с помощью специальных алгоритмов автоматически выравнивает уровни оптических сигналов, компенсируя маршруты с различными уровнями потерь. Это позволяет адаптировать ее к различным процессам (старение оптического кабеля, обрывы кабеля), упростить эксплуатацию и развитие сети.

Для построения системы DWDM в платформе Cisco ONS 15454 используются следующие компоненты:

- модули оптического сервисного канала (OSC);
- оптические усилители;
- оптические фильтры (мультиплексорные карты);
- транспортные карты (транспондеры);
- модули компенсации дисперсии.

Платформа Cisco ONS 15454 использует модули компенсации дисперсии, входящие в серию Cisco ONS 15216 (описанные в разделе, посвященном решению Cisco ONS 15216) и обеспечивающие компенсацию хроматической дисперсии.

ONS 15454 использует частотную сетку, соответствующую ITU-T G.692. Мультиплексирование/демультиплексирование оптического сигнала выполняется одновременно для 1, 2, 4 или 32 каналов с выделением каждого канала, также платформа поддерживает работу с группами 4-х соседних каналов, именуемыми полосами. Всего определено 8 полос, в общей сложности система, построенная на основе ONS 15454, поддерживает 32 канала (с возможностью расширения до 64). Частотный план, используемый платформой Cisco ONS 15454 MSTP, приведен в таблице 21.

Таблица 21. Частотный план, используемый платформой Cisco ONS 15454 MSTP

Канал ITU	Длина волны	Канал ITU	Длина волны	Канал ITU	Длина волны	Канал ITU	Длина волны
59	1530,33	49	1538,19	39	1546,12	29	1554,13
58	1531,12	48	1538,98	38	1546,92	28	1554,94
57	1531,90	47	1539,77	37	1547,72	27	1555,75
56	1532,68	46	1540,56	36	1548,51	26	1556,55
55	-	45	-	35	-	25	-
54	1534,25	44	1542,14	34	1550,12	24	1558,17
53	1535,04	43	1542,94	33	1550,92	23	1558,98
52	1535,82	42	1543,73	32	1551,72	22	1559,79
51	1536,61	41	1544,53	31	1552,52	21	1560,61

Модули оптического сервисного канала

Платформа Cisco ONS 15454 MSTP включает в себя карты оптического сервисного канала (OSC) для обеспечения двунаправленного канала, соединяющего все узлы в кольце DWDM. Сервисный канал обеспечивает работу следующих функций:

- контрольный канал данных (Supervisory Data Channel – SDC) для обмена информацией между узлами в сети;
- распространение сигнала синхронизации;
- пользовательский канал данных – 100 Мбит/с.

Карты OSC обеспечивают канал STM-1 (1510 нм), передаваемый по оптическому кабелю, вне диапазона, используемого для транспортных сигналов. В узлах без оптических усилителей карта OSC-SCM обеспечивает прием и терминирование канала OSC, прозрачно подключая (express) все остальные длины волн и передачу канала OSC, объединяя его с передаваемыми длинами волн. В узлах, использующих оптические усилители, оптический фильтр, выделяющий/вставляющий канал OSC, интегрирован в выходной усилитель (booster), который обеспечивает оптический интерфейс OSC для карты OSCM. Для обеспечения расстояний между узлами в городских и региональных оптических сетях карты OSC используют оптический интерфейс с повышенной мощностью сигнала. Уровень мощности OSC и транзитных оптических каналов программно управляется с помощью управляемого аттенюатора.

Карты OSC обеспечивают передачу управляющего трафика системы управления. Ниже приведены приложения для внедрения карт OSC.

Таблица 22. Приложения карт OSC

15454E-OSCM	Эта карта обеспечивает канал связи между узлами для передачи трафика системы управления и пользовательского интерфейса, что необходимо для взаимодействия сетевых элементов сети и поддержки функций интеллектуального DWDM. Используется в узлах с установленным выходным усилителем
15454E-OSC-CSM	Эта карта обеспечивает канал связи между узлами для передачи трафика системы управления и пользовательского интерфейса, что необходимо для взаимодействия сетевых элементов сети и поддержки функций интеллектуального DWDM. Используется в узлах с установленным выходным усилителем. Карта включает оптический фильтр ввода/вывода для выделения и добавления оптического канала OSC и передачи совместно с остальными длинами волн. Карта OSC-SCM используется в узлах без оптического выходного усилителя, или в которых планируется установка матриц коммутации SDH

Карты поддерживаются встроенной системой управления Cisco Transport Controller, который обеспечивает контроль, конфигурирование и настройку системы.

Таблица 23. Технические характеристики карт OSC

Характеристики	15454E-OSCM	15454E-OSC-CSM
Оптические характеристики		
Входные потери для транзитных каналов		2,2 дБ
Диапазон аттенюатора	30 дБ	30 дБ
Максимальная входная мощность	300 mW	300 mW
Полоса пропускания фильтра (передача)		1500–1520 нм
Полоса пропускания фильтра (прием)		1529–1562 нм
STM-1 интерфейс		
Мощность передатчика	3 дБм (± 2 дБм)	3 дБм (± 2 дБм)
Длина волны	1510 нм	1510 нм
Чувствительность приемника	-40 дБм	-40 дБм
Используемые разъемы		
Порты входа/выхода	LC	LC
Порты контроля	LC	LC
Общие характеристики		
Размер карты	1 слот	1 слот
Слоты для установки	8 и 10	1–6 и 12–17
Потребляемая электроэнергия	23–26 W	23–27 W

Оптические усилители



Платформа Cisco ONS 15454 MSTP использует оптические усилители для увеличения расстояния между узлами городской или региональной сети. Карты оптических усилителей являются частью интеллектуальной архитектуры DWDM, спроектированной для упрощения DWDM и увеличения скорости внедрения новых решений. В устройство ONS 15454 может быть установлено два типа оптических усилителей – предварительный усилитель (Optical Preamplifier – 15454E-OPT-PRE) и выходной усилитель (Optical Booster Amplifier – 15454E-OPT-BST).

Предварительный усилитель предназначен для усиления входного композитного сигнала DWDM и обеспечения достаточной оптической мощности для обработки сигнала на картах (для компенсации потери мощности сигнала при прохождении карт с оптическими фильтрами). Этот усилитель включает в себя два каскада усиления для подключения оборудования компенсации дисперсии. Карта может быть установлена на любом узле где требуется усиление входящего сигнала.

Выходной усилитель предназначен для усиления выходного композитного сигнала DWDM и обеспечения достаточной оптической мощности для преодоления потери мощности в оптическом волокне между узлами. Эта карта включает в себя модуль выделения оптического канала OSC (splitter и combiner) для обеспечения связи с картой OSCM. Карта может быть установлена на любом узле где требуется усиление исходящего сигнала.

Оптические усилители платформы Cisco ONS 15454 MSTP, используют новейшие разработки в технологии оптических усилителей, переменных оптических аттенуаторов, фотодиодов и программного обеспечения для реализации высокого уровня автоматизации и упрощения системы. Для гибкости использования усилители поддерживают два режима работы – постоянную мощность сигнала на выходе или постоянный коэффициент усиления сигнала. Оптические усилители обеспечивают быстрое подавление переходных процессов для быстрой адаптации к сети без ухудшения и деградации качества предоставляемых услуг. Для обеспечения автоматического контроля и управления мощностью оптических сигналов в сети каждая карта использует фотодиоды и программно управляемые переменные оптические аттенуаторы (VOA). Специально разработанные алгоритмы обеспечивают безопасность во время использования системы.

Таблица 24. Технические характеристики оптических усилителей

Характеристики	15454E-OPT-PRE	15454E-OPT-BST
Оптические характеристики		
Мощность входного сигнала (все каналы)	-25,1–12 дБм	-3–12 дБм
Мощность входного сигнала (1 канал)	-39,5--6 дБм	-21--6 дБм
Максимальная мощность на выходе	17,5 дБм	17,5 дБм
Диапазон усиления	5–38,5 дБ	5–20 дБ
Используемые разъемы		
Порты входа/выхода	LC	LC
Порты контроля	LC	LC
Общие характеристики		
Размер карты	1 слот	1 слот
Слоты для установки	1–6 и 12–17	1–6 и 12–17
Потребляемая электроэнергия	30–39 W	30–39 W

Оптические фильтры и мультиплексоры

Решение Cisco ONS 15454 MSTP включает широкий набор оптических фильтров для обеспечения необходимого количества каналов в каждом узле городской или региональной сети. Карты оптических фильтров являются частью интеллектуальной архитектуры DWDM, спроектированной для упрощения и увеличения скорости внедрения новых решений.

Карты оптических фильтров обеспечивают гибкое предоставление необходимого числа оптических каналов – от 1 до 32. В зависимости от требований к конкретному узлу сети в устройство Cisco ONS 15454 MSTP могут быть установлены:

- 32-канальный мультиплексор и демультиплексор (15454E-32MUX-O и 15454E-32DMX-O) – эти карты обеспечивают доступ ко всем каналам в оптическом кабеле. В устройство устанавливаются две карты (мультиплексор и демультиплексор), использующие специальные разъемы MPO, которые обеспечивают подключения высокой плотности. Для клиентских подключений используется специальная коммутационная панель. Обычно эти карты применяются в больших терминальных узлах.
- Фильтры ввода/вывода полосы оптического спектра (15454E-AD-1B-xx.x и 15454E-AD-4B-xx) – эти фильтры обеспечивают доступ (ввод/вывод) к полосе или полосам частот в оптическом кабеле и пропускают остальные частоты оптического спектра. Такие карты обычно используются в промежуточных узлах, где требуется (или планируется) обеспечение большой полосы пропускания.
- Фильтры ввода/вывода 1/2/4 оптических каналов (15454E-AD-1C-xx.x, 15454E-AD-2C-xx.x и 15454E-AD-4C-xx.x) – эти фильтры обеспечивают доступ (ввод/вывод) к оптическим каналам (длинам волн) и пропускают остальные частоты оптического спектра. Такие карты обычно используются в промежуточных узлах, где необходимо обеспечить доступ к одному или нескольким оптическим каналам. При необходимости в устройство может быть установлено несколько фильтров, обеспечивающих доступ к необходимому количеству оптических каналов.



- Четырехканальные мультиплексоры/демультиплексоры (15454E-4MD-xx.x) – эти карты обеспечивают доступ к четырем каналам, приходящим от фильтра полосы оптического спектра. Такие карты обычно используются в промежуточных узлах, где необходимо обеспечить доступ к нескольким оптическим каналам.

Карты оптических фильтров используют частотный план длин волн ITU с расстоянием между соседними оптическими каналами 100 ГГц. Для обеспечения автоматического контроля мощности оптических сигналов в сети каждая карта использует программно управляемые переменные оптические аттенюаторы.

Таблица 25. Технические характеристики мультиплексоров/демультиплексоров

Характеристики	15454E-32MUX-O	15454E-32DMX-O	15454E-4MD-xx.x
Оптические характеристики			
Входные потери	8,5 дБ	8,5 дБ	3,6 дБ (mux) 3,3 дБ (demux)
Диапазон аттенюатора	25 дБ	25 дБ	30 дБ
Максимальная мощность на входе	25 дБм	25 дБм	300 mW
		5–38,5 дБ	5–20 дБ
Используемые разъемы			
Порты входа мультиплексора Порты выхода демультиплексора	MPO	MPO	LC
Композитный порт	LC	LC	LC
Порты контроля	LC		
Общие характеристики			
Размер карты	2 слота	2 слот	1 слот
Слоты для установки	1–2, 3–4, 5–6, 12–13, 14–15 и 16–17	1–2, 3–4, 5–6, 12–13, 14–15 и 16–17	1–6 и 12–17
Потребляемая электроэнергия	16–31 W	16–31 W	17–25 W

Таблица 26. Технические характеристики фильтров ввода/вывода каналов

Характеристики	15454E-AD-1C-xx.x	15454E-AD-2C-xx.x	15454E-AD-4C-xx.x
Оптические характеристики			
Входные потери (вывод)	2 дБ	2,4 дБ	5,5 дБ
Входные потери (ввод)	2,6 дБ	3,1 дБ	4,9 дБ
Входные потери (транзит, максимум)	2,4 дБ	2,7 дБ	2,7 дБ
Диапазон аттенюатора	30 дБ	30 дБ	30 дБ
Максимальная мощность на входе	300 mW	300 mW	300 mW
Используемые разъемы			
Порты ввода/вывода	LC	LC	LC
Порты контроля	LC	LC	LC
Общие характеристики			
Размер карты	1 слот	1 слот	1 слот
Слоты для установки	1–6 и 12–17	1–6 и 12–17	1–6 и 12–17
Потребляемая электроэнергия	17–25 W	17–25 W	17–25 W

Таблица 27. Технические характеристики фильтров ввода/вывода полосы спектра

Характеристики	15454E-AD-1B-xx.x	15454E-AD-4B-xx
Оптические характеристики		
Входные потери (вывод)	3 дБ	4,5 дБ
Входные потери (ввод)	2,2 дБ	3,5 дБ
Входные потери (транзит, максимум)	2,9 дБ	4,9 дБ
Диапазон аттенюатора	30 дБ	30 дБ
Максимальная мощность на входе	25 дБм	25 дБм
Используемые разъемы		
Порты ввода/вывода	LC	LC
Порты контроля	LC	LC
Общие характеристики		
Размер карты	1 слот	1 слот
Слоты для установки	1–6 и 12–17	1–6 и 12–17
Потребляемая электроэнергия	17–25 W	17–25 W

Таблица 28. Поддержка фильтрами частотного плана ITU

Канал ITU	Длина волны	AD-1C	AD-2C	AD-4C	AD-1B	AD-4B
59	1530,33	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3
58	1531,12	31,1	30,3	30,3	30,3	30,3
57	1531,90	31,9	31,9	30,3	30,3	30,3
56	1532,68	32,6	31,9	30,3	30,3	30,3
55	1533,47	-	-	-	-	-
54	1534,25	34,2	34,2	34,2	34,2	30,3
53	1535,04	35,0	34,2	34,2	34,2	30,3
52	1535,82	35,8	35,8	34,2	34,2	30,3
51	1536,61	36,6	35,8	34,2	34,2	30,3
50	1537,40	-	-	-	-	-
49	1538,19	38,1	38,1	38,1	38,1	30,3
48	1538,98	38,9	38,1	38,1	38,1	30,3
47	1539,77	39,7	39,7	38,1	38,1	30,3
46	1540,56	40,5	39,7	38,1	38,1	30,3
45	1541,35	-	-	-	-	-
44	1542,14	42,1	42,1	42,1	42,1	30,3
43	1542,94	42,9	42,1	42,1	42,1	30,3
42	1543,73	43,7	43,7	42,1	42,1	30,3
41	1544,53	44,5	43,7	42,1	42,1	30,3
40	1545,32	-	-	-	-	-
39	1546,12	46,1	46,1	46,1	46,1	46,1
38	1546,92	46,9	46,1	46,1	46,1	46,1
37	1547,72	47,7	47,7	46,1	46,1	46,1
36	1548,51	48,5	47,7	46,1	46,1	46,1
35	1549,32	-	-	-	-	-
34	1550,12	50,1	50,1	50,1	50,1	46,1
33	1550,92	50,9	50,1	50,1	50,1	46,1
32	1551,72	51,5	51,5	50,1	50,1	46,1
31	1552,52	52,5	51,5	50,1	50,1	46,1
30	1553,33	-	-	-	-	-
29	1554,13	54,1	54,1	54,1	54,1	46,1
28	1554,94	54,9	54,1	54,1	54,1	46,1
27	1555,75	55,7	55,7	54,1	54,1	46,1
26	1556,55	56,5	55,7	54,1	54,1	46,1
25	1557,36	-	-	-	-	-
24	1558,17	58,1	58,1	58,1	58,1	46,1
23	1558,98	58,9	58,1	58,1	58,1	46,1
22	1559,79	59,7	59,7	58,1	58,1	46,1
21	1560,61	60,6	59,7	58,1	58,1	46,1

Транспортные карты (транспондеры)

Решение Cisco ONS 15454 MSTP включает набор транспондерных карт для подключения оборудования и обеспечения транспорта оптических каналов. В настоящее время платформа Cisco ONS 15454 MSTP поддерживает три вида транспондерных карт, которые позволяют обеспечить решение для любого вида передаваемого трафика и требований заказчиков:

- 2,5 Гбит/с мультискоростные транспондерные карты – поддерживают различные виды интерфейсов: ESCON, Fibre Channel, Gigabit Ethernet, SHD (до STM-16) и видео;
- 10 Гбит/с мультискоростные транспондерные карты – обеспечивают транспорт высокоскоростных сервисов на базе 10 Gigabit Ethernet и STM-64;
- 4 x 2,5 Гбит/с мультиплексирующие транспондерные карты – предлагают решение по увеличению плотности потоков STM-16 в оптической транспортной сети.



2,5 Гбит/с мультискоростные настраиваемые транспондерные карты

2,5 Гбит/с (транспондер 2.5G MR) мультискоростные настраиваемые транспондеры (15454E-MR-1-xx.x и 15454E-MRP-1-xx.x) поддерживают транспорт широкого спектра сервисов на скоростях от 155 Мбит/с до 2,48 Гбит/с, включая такие сервисы, как ESCON, SDH (от STM-1 до STM-16), Gigabit Ethernet, 1 и 2 Гбит/с Fibre Channel и видео, используя оптический канал, соответствующий 100 ГГц частотному плану ITU-T (карта обеспечивает стабильность сигнала для работы в частотном плане с шагом 50 ГГц для обеспечения перехода к системе с 64 каналами). Карты имеют один клиентский интерфейс, который преобразуется в интерфейс системы DWDM без использования матрицы коммутации.

Для подключения различных клиентских интерфейсов карты используют интерфейсные модули SFP, которые позволяют обеспечить широкий спектр клиентских интерфейсов: ESCON, STM-1, STM-4, STM-16, Gigabit Ethernet, 1 Гбит/с Fibre Channel/FICON, 2 Гбит/с Fibre Channel/FICON, а также поддержку передачи видеосигналов (HDTV, D1/SDI, DV6000), поддержку различных типов оптического кабеля (MMF и SMF), различных длин волн (850 и 1310 нм) и мощности оптических передатчиков (short reach/intra-office, intermediate reach/short haul и т. п.).

Линейный интерфейс DWDM обеспечивает один «длинный» (LR/LH) оптический интерфейс, соответствующий 100 ГГц частотному спектру ITU-T. Линейный интерфейс DWDM может быть настроен на работу на одной из четырех соседних 100 ГГц длин волн, что позволяет использовать 8 типов транспондерных карт 2.5G MR для построения системы с 32 каналами. Каждая транспондерная карта 2.5G MR предлагается в защищенном (15454E-MRP-1-xx.x) и незащищенном (15454E-MR-1-xx.x) вариантах, защищенная версия имеет второй линейный интерфейс DWDM (вход/выход), который обеспечивает резервирование в сети DWDM. Используя возможности оптических усилителей и компенсаторов дисперсии, транспондерная карта способна работать на расстояниях более 500 км.

Транспондерные карты 2.5G MR поддерживают функции по настройке прозрачности транспорта и длины волны, гибкие возможности резервирования, управление и контроль производительности, необходимые современным операторам связи для предоставления широкого спектра услуг.

Настраиваемая прозрачность транспорта

Транспондерные карты 2.5G MR спроектированы для поддержки прозрачного и непрозрачного режимов предоставления сервисов на базе длин волн, используя три режима работы: 2R, 3R и 3R+. В режиме 2R карты прозрачно пропускают трафик между клиентским и линейным интерфейсами DWDM и обратно. В этом режиме поддерживаются скорости от 155 Мбит/с до 2,5 Гбит/с и обеспечивается транспорт для сигналов ESCON и видео (HDTV, D1 и DV6000). В режиме 2R входной сигнал регенерируется и усиливается, но не производится восстановление синхронизации.

В режиме 3R транспондерные карты обеспечивают регенерацию, усиление и восстановление входного сигнала. Карты поддерживают скорости от 155 Мбит/с до 2,488 Гбит/с, включая сигналы STM-1, STM-4, STM-16, 1 и 2 Гбит/с Fibre Channel/FICON и Gigabit Ethernet.

В расширенном режиме 3R карты инкапсулируют клиентский трафик для прозрачной передачи в соответствии со стандартом G.709 с интегрированной упреждающей коррекцией ошибок (FEC), сигналов, поддерживаемых в режиме 3R. Стандарт G.709 описывает упаковку клиентского трафика с использованием структуры, аналогичной SDH, которая обеспечивает контроль производительности, защиту и функции управления оптической сетью. Режим 3R+ позволяет увеличить производительность и расстояния между узлами сети.

Выбор рабочей длины волны

Транспондерные карты 2.5G MR, работающие в соответствии с частотной сеткой ITU, могут быть настроены для работы на одной из четырех соседних длин волн. Таким образом, для построения системы с 32 оптическими каналами достаточно 8 различных групп карт (каждая группа состоит из 4 одинаковых карт). Это позволяет существенно сократить количество необходимых запасных частей и упростить планирование и развитие сети.

Гибкие возможности резервирования

Транспондерные карты 2.5G MR обеспечивают гибкие возможности резервирования клиентского и линейного интерфейсов DWDM, что позволяет обеспечивать различный уровень надежности в зависимости от требований заказчиков.

Таблица 29. Поддерживаемые транспондером 2.5G MR режимы резервирования

Без резервирования	В этом режиме клиентский трафик передается без обеспечения резервирования на клиентском интерфейсе и транспондерной карте, по одному маршруту в сети
1+1 резервирование клиентского интерфейса	Этот режим работы обеспечивает резервирование как клиентского интерфейса, так и транспондерной карты (возможно обеспечение резервирования маршрута). Два клиентских интерфейса работают в режиме 1+1 и подключены к двум транспондерным картам. Переключение на резервный маршрут производится на клиентском оборудовании
Резервирование с использованием Y-кабеля	В этом режиме работы обеспечивается резервирование транспондерной карты (и маршрута) без резервирования клиентского интерфейса. Один клиентский интерфейс подключается к двум транспондерным картам. Этот режим работы не поддерживается на защищенном варианте транспондерной карты
Использование защиты DWDM	Этот режим работы обеспечивает резервирование маршрута для одного клиентского интерфейса, подключенного к транспондерной карте. Транспондерная карта обеспечивает разделение оптического сигнала на два направления. В точке приема карта выбирает из двух сигналов лучший и передает на клиентский интерфейс

Прозрачный пропуск синхронизации

Транспондерные карты 2.5G MR обеспечивают прозрачный пропуск синхронизации от клиентского оборудования на линейный интерфейс DWDM. Восстановленный с клиентского или линейного интерфейсов сигнал синхронизации используется для синхронизации передатчика интерфейса (клиентского или линейного). Это позволяет передаваемому по сети сигналу использовать синхронизацию, независимую от сети DWDM.

Управление

Платформа Cisco ONS 15454 MSTP предлагает широкие возможности управления для обеспечения эксплуатации, администрирования, контроля и конфигурирования за счет использования встроенного терминала управления Cisco Transport Controller и системы управления Cisco Transport Manager. Транспондерные карты 2.5G MR позволяют настраивать функции G.709 для всех интерфейсов, работающих в режиме 3R. Функциональность G.709 позволяет оператору связи отслеживать характеристики сервиса, передаваемого прозрачно. Канал связи GCC, используемый в G.709, обес-

печивает отдельный канал обмена служебной информацией для каждой длины волны, используемой для прозрачной передачи сервисов, аналогично SDCC/RSDCC в сетях SDH. Использование GCC позволяет расширить возможности системы управления оптической сетью.

Приложения

2.5G MR транспондерные карты могут быть использованы для построения систем DWDM, обеспечивающих широкий спектр различных интерфейсов и скоростей в единой платформе, при необходимости дополненной функциональностью SDH (рис. 15).

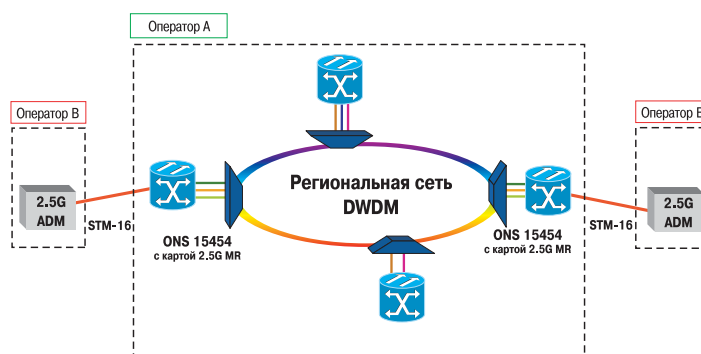


Рис. 15. Пример использования транспондерных карт 2.5G MR

Таблица 30. Технические характеристики 2.5G MR транспондера

Характеристики	15454E-MR-1-xx.x/15454E-MRP-1-xx.x
Клиентский интерфейс	
Скорость	155 Мбит/с – 2,5 Гбит/с
Поддерживаемые интерфейсы (SFP)	STM-1 (1310 нм, SMF, 15 км IR-1/S-1.1) STM-4 (1310 нм, SMF, 15 км IR-1/S-4.1) STM-16 (1310 нм, SMF, 15 км IR-1/S-16.1) Gigabit Ethernet (850 нм, MMF, 0,5 км, 1000BASE-SX или 1310 нм, SMF, 10 км, 1000BASE-LX) Fibre Channel/FICON (850 нм, MMF, 0,3 км, или 1310 нм, SMF, 10 км) ESCON (1310 нм, MMF, 2 км) D1 video (1310 нм, SMF) DV6000 2,5Гбит/с (1310 нм, SMF) HDTV (1310 нм, SMF)
Автоматическое выключение лазера	В соответствии с ITU-T G.664 (06/99)
Используемые разъемы (вход/выход)	LC
Линейный интерфейс DWDM	
Скорость	155 Мбит/с–2,66 Гбит/с
Автоматическое выключение лазера	В соответствии с ITU-T G.664 (06/99)
Номинальная длина волны	Настраиваемая на 4 канала (таблица 31)
Диапазон спектра	1530–1565 нм
Ширина спектра (на 20 дБ)	± 0,025 нм
Используемые разъемы (вход/выход)	LC
Мощность передатчика (min – max), карта без защиты	-1–+1 дБм
Мощность передатчика (min – max), карта с защитой	-4,5–-2,5 дБм
Чувствительность приемника (3R, OSNR>14 дБ)	-31–-9 дБ
Чувствительность приемника (3R, OSNR>6 дБ)	-25–-9 дБ
Чувствительность приемника (2R, OSNR>15 дБ)	-24–-9 дБ
Допустимая хроматическая дисперсия	До 5400 пс/нм
Общие характеристики	
Размер карты	1 слот
Слоты для установки	1–6 и 12–17
Потребляемая электроэнергия	35–35 W

Таблица 31. Поддерживаемые длины волн – 2.5G MR транспондер

Карта (xx.x)	Длины волн(нм)	Карта (xx.x)	Длины волн(нм)	Карта (xx.x)	Длины волн(нм)	Карта (xx.x)	Длины волн(нм)
30,3	1530,33	38,1	1538,19	46,1	1546,12	54,1	1554,13
	1531,12		1538,98		1546,92		1554,94
	1531,90		1539,77		1547,72		1555,75
	1532,68		1540,56		1548,51		1556,55
34,2	1534,25	42,1	1542,14	50,1	1550,12	58,1	1558,17
	1535,04		1542,94		1550,92		1558,98
	1535,82		1543,73		1551,72		1559,79
	1536,61		1544,53		1552,52		1560,61

10 Гбит/с мультискоростные настраиваемые транспондерные карты

10 Гбит/с (транспондер 10G) настраиваемые транспондеры (15454E-10T-xx.x) поддерживают транспорт потоков 10 Gigabit Ethernet и SDH STM-64, используя оптический канал, соответствующий 100 ГГц частотному плану ITU-T (карта обеспечивает стабильность сигнала для работы в частотном плане с шагом 50 ГГц). Карта имеет один клиентский интерфейс, который преобразуется в интерфейс системы DWDM без использования матрицы коммутации.

Клиентский интерфейс транспондера поддерживает 10 Gigabit Ethernet LAN physical layer (PHY), 10 Gigabit Ethernet WAN PHY и SDH STM-64. Для подключения клиентского оборудования применяется «короткий» (short-reach/intra-office), 1310 нм оптический интерфейс, использующий разъемы LC и поддерживающий расстояния до 2 км.

Линейный интерфейс DWDM обеспечивает один «длинный» (long-reach) оптический интерфейс, соответствующий 100 ГГц частотному спектру ITU-T, использующий разъемы LC и поддерживающий интерфейсы STM-64, 10 Gigabit Ethernet LAN PHY и 10 Gigabit Ethernet WAN PHY. Линейный интерфейс DWDM может быть настроен на работу на одной из двух соседних 100 ГГц длин волн, что позволяет использовать 16 типов транспондерных карт 10G для построения системы с 32 каналами. Используя возможности оптических усилителей и компенсаторов дисперсии, транспондерная карта способна работать на расстояниях более 300 км.

Транспондерные карты 10G поддерживают функции по настройке прозрачности транспорта и длины волны, гибкие возможности резервирования, управление и контроль производительности, необходимые современным операторам связи для предоставления широкого спектра услуг.

Настраиваемая прозрачность транспорта

Транспондерные карты 10G обеспечивают предоставление прозрачных сервисов на базе оптических каналов. При использовании в прозрачном режиме для транспорта трафика SDH карта передает все заголовки SDH без изменений. Карта отслеживает состояние важных байтов в заголовке SDH (такие, как B1 и J0) для контроля проблем на сети и производительности. Настраиваемая терминация служебных каналов LDCC позволяет процессору системы обрабатывать информацию DCC для обеспечения взаимодействия внутри сети или прозрачно передавать без изменения, используя канал GCC. Использование технологии G.709 позволяет транспондерным картам прозрачно передавать пользовательский трафик, одновременно отслеживая параметры соединений для обеспечения качества каналов.

Выбор рабочей длины волны

Транспондерная карта 10G, работающая в соответствии с частотной сеткой ITU, может быть настроена для работы на одной из двух соседних длин волн. Таким образом, для построения системы с 32 оптическими каналами достаточно 16 различных групп карт (каждая группа состоит из 2 одинаковых карт). Это позволяет сократить количество необходимых запасных частей и упростить планирование и развитие сети.

Гибкие возможности резервирования

Транспондерная карта 10G обеспечивает гибкие возможности резервирования клиентского и линейного интерфейсов DWDM, что позволяет обеспечивать различный уровень надежности в зависимости от требований заказчиков.

Таблица 32. Поддерживаемые транспондером 10G режимы резервирования

Без резервирования	В этом режиме клиентский трафик передается без обеспечения резервирования на клиентском интерфейсе и транспондерной карте, по одному маршруту в сети
1+1 резервирование клиентского интерфейса	Этот режим работы обеспечивает резервирование как клиентского интерфейса, так и транспондерной карты (возможно обеспечение резервирования маршрута). Два клиентских интерфейса работают в режиме 1+1 и подключены к двум транспондерным картам. Переключение на резервный маршрут производится на клиентском оборудовании
Резервирование с использованием Y-кабеля	В этом режиме работы обеспечивается резервирование транспондерной карты (и маршрута) без резервирования клиентского интерфейса. Один клиентский интерфейс подключается к двум транспондерным картам. Этот режим работы не поддерживается на защищенном варианте транспондерной карты

Прозрачный пропуск синхронизации

Транспондерная карта 10G позволяет прозрачный пропуск синхронизации от клиентского оборудования на линейный интерфейс DWDM. Восстановленный с клиентского или линейного интерфейсов сигнал синхронизации используется для синхронизации передатчика интерфейса (клиентского или линейного). Это позволяет передаваемому по сети сигналу использовать синхронизацию, независимую от сети DWDM.

Управление

Платформа Cisco ONS 15454 MSTP предлагает широкие возможности управления для обеспечения эксплуатации, администрирования, контроля и конфигурирования за счет использования встроенного терминала управления Cisco Transport Controller и системы управления Cisco Transport Manager. Транспондерные карты 10G позволяют использовать функции G.709 для обеспечения контроля каждого оптического канала, это особенно критично для оптических каналов, передаваемых прозрачно по сети оператора связи. Канал связи GCC, используемый в G.709, обеспечивает отдельный канал обмена служебной информацией для каждой длины волны, используемой для прозрачной передачи сервисов, аналогично SDCC/RSDCC в сетях SDH. Использование GCC позволяет расширить возможности системы управления оптической сетью.

Приложения

Транспондерная карта 10G предлагает операторам связи эффективное решение по интеграции транспорта 10 Gigabit Ethernet и SDH-64 в городскую или региональную мультисервисную сеть (рис. 16).

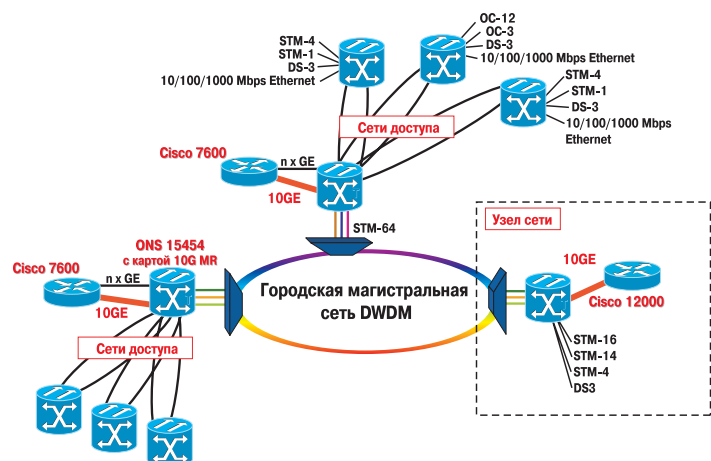


Рис. 16. Пример использования транспондерных карт 10G

Таблица 33. Технические характеристики 10G транспондера

Характеристики		15454E-10T-1-xx.x
Клиентский интерфейс (L64.1)		
Скорость		9,95328 Гбит/с
Автоматическое выключение лазера		В соответствии с ITU-T G.664 (06/99)
Используемые разъемы (вход/выход)		LC
Максимальное расстояние		2 км
Номинальная длина волны		1310 нм
Диапазон спектра		1290–1330 нм
Мощность передатчика (min – max)		-6--1 дБм
Чувствительность приемника (Pmin – Pmax)		-11--1 дБм
Допустимая хроматическая дисперсия		6,6 пс/нм
Линейный интерфейс DWDM		
Скорость		9,95328 Гбит/с для STM-64 10,70923 Гбит/с с использованием G.709/FEC
Автоматическое выключение лазера		В соответствии с ITU-T G.664 (06/99)
Номинальная длина волны		Настраиваемая на 2 канала (таблица 34)
Диапазон спектра		1530–1565 нм
Ширина спектра (на 20 дБ)		± 0,014 нм
Используемые разъемы (вход/выход)		LC
Мощность передатчика		+3 дБм
Чувствительность приемника (OSNR<23 дБ)		-21– -8 дБм
Чувствительность приемника (OSNR<9 дБ, с использованием усилителей)		-18– -8 дБм
Чувствительность приемника (FEC, OSNR<23 дБ)		-24– -8 дБм
Допустимая хроматическая дисперсия		± 1000 пс/нм
Общие характеристики		
Размер карты		1 слот
Слоты для установки		1–6 и 12–17
Потребляемая электроэнергия		35–40 W

Таблица 34. Поддерживаемые длины волн – 10G транспондер

Карта (xx.x)	Длины волн(нм)	Карта (xx.x)	Длины волн(нм)	Карта (xx.x)	Длины волн(нм)	Карта (xx.x)	Длины волн(нм)
30,3	1530,33 1531,12	38,1	1538,19 1538,98	46,1	1546,12 1546,92	54,1	1554,13 1554,94
31,9	1531,90 1532,68	39,7	1539,77 1540,56	47,7	1547,72 1548,51	55,7	1555,75 1556,55
34,2	1534,25 1535,04	42,1	1542,14 1542,94	50,1	1550,12 1550,92	58,1	1558,17 1558,98
35,8	1535,82 1536,61	43,7	1543,73 1544,53	51,7	1551,72 1552,52	59,7	1559,79 1560,61

4 x 2,5 Гбит/с мультиплексирующие транспондерные карты

4 x 2,5 Гбит/с мультиплексирующие транспондерные карты (15454E-10M-xx.x) обеспечивают транспорт 4 потоков STM-16 в потоке STM-64, используя оптический канал, соответствующий 100 ГГц в частотном плане ITU-T (карта обеспечивает стабильность сигнала для работы в частотном плане с шагом 50 ГГц) с возможностью использования G.709 и упреждающей коррекции ошибок FEC. Карта имеет 4 клиентских интерфейса, которые мультиплексируются и преобразуются в линейный интерфейс системы DWDM без использования матрицы коммутации.

Каждый клиентский порт использует интерфейсные модули SFP и обеспечивает интерфейс SDH STM-16, работающий на скорости 2,488 Гбит/с. Использование интерфейсных модулей SFP позволяет подключать оборудование, находящееся на различных расстояниях от системы.

Линейный интерфейс DWDM обеспечивает один «длинный» (long-reach) оптический интерфейс, соответствующий 100 ГГц частотному спектру ITU-T, использующий разъемы LC и работающий на скорости 9,95328 Гбит/с (STM-64) или 10,70923 Гбит/с (STM-64 с активированным G.709). Линейный интерфейс DWDM может быть настроен на работу на одной из двух соседних 100 ГГц длин волн, что позволяет использовать 16 типов транспондерных карт для построения системы с 32 каналами. Используя возможности оптических усилителей и компенсаторов дисперсии, транспондерная карта способна работать на расстояниях более 300 км.

Транспондерные карты поддерживают функции по настройке прозрачности транспорта и длины волны, гибкие возможности резервирования, управление и контроль производительности, необходимые современным операторам связи для предоставления услуг на базе STM-16.

Настраиваемая прозрачность транспорта

Мультиплексирующие транспондерные карты обеспечивают предоставление прозрачных сервисов на базе 2,5 Гбит/с оптических каналов, терминирующих соединения «точка–точка» STM-16. Карта может быть настроена для прозрачного пропуска основной части заголовков SDH или терминииции линейного и секционного заголовков. При использовании в прозрачном режиме клиентское оборудование, объединенное с использованием мультиплексирующих транспондеров, может обмениваться служебной информацией, используя каналы передачи данных SDCC/MSDCC. Это позволяет использовать байты K1 и K2 для обеспечения сигнализации схем резервирования 1+1 и MS-SPR. В дополнение, клиентские соединения, работающие в прозрачном или терминирующем режимах, могут использовать SNCP для обеспечения резервирования.

Выбор рабочей длины волны

Транспондерная карта, работающая в соответствии с частотной сеткой ITU, может быть настроена для работы на одной из двух соседних длин волн. Таким образом, для построения системы с 32 оптическими каналами достаточно 16 различных групп карт (каждая группа состоит из 2 одинаковых карт). Это позволяет сократить количество необходимых запасных частей и упростить планирование и развитие сети.

Гибкие возможности резервирования

Мультиплексирующая транспондерная карта обеспечивает гибкие возможности резервирования клиентского и линейного интерфейсов DWDM, что позволяет обеспечивать различный уровень надежности в зависимости от требований заказчиков.

Таблица 35. Поддерживаемые транспондером 10G режимы резервирования

Без резервирования	В этом режиме клиентский трафик передается без обеспечения резервирования на клиентском интерфейсе и транспондерной карте, по одному маршруту в сети
1+1 резервирование клиентского интерфейса	Этот режим работы обеспечивает резервирование как клиентского интерфейса, так и транспондерной карты (возможно обеспечение резервирования маршрута). Два клиентских интерфейса работают в режиме 1+1 и подключены к двум транспондерным картам. Переключение на резервный маршрут производится на клиентском оборудовании
Резервирование с использованием Y-кабеля	В этом режиме работы обеспечивается резервирование транспондерной карты (и маршрута) без резервирования клиентского интерфейса. Один клиентский интерфейс подключается к двум транспондерным картам. Этот режим работы не поддерживается на защищенном варианте транспондерной карты

Синхронизация на оптической сети

Для синхронизации передатчика клиентского интерфейса транспондерная карта использует синхросигнал, восстановленный с линейного интерфейса DWDM, в обратном направлении используется синхронизация от системного процессора узла. Для синхронизации узла может использоваться любой из четырех клиентских портов мультиплексирующего транспондера или линейный интерфейс DWDM в дополнение к стандартным возможностям синхронизации от внешнего источника или линейных интерфейсов. Устройство поддерживает обмен сообщениями о синхронизации (SSM).

Управление

Мультиплексирующие транспондерные карты аналогично транспондерным картам 10G позволяют использовать функции G.709 для обеспечения контроля каждого оптического канала. Канал связи GCC, используемый в G.709, обеспечивает отдельный канал обмена служебной информацией, аналогично SDCC/RSDCC в сетях SDH. Использование GCC позволяет расширить возможности системы управления оптической сетью.

Приложения

Мультиплексирующая транспондерная карта обеспечивает эффективное решение по агрегации и транспорту сервисов, работающих на скоростях 2,5 Гбит/с. Приведенный на рис. 17 пример позволяет оператору А обеспечить транспорт внутреннего трафика между офисами. Для операторов В, С и D мультиплексирующая транспондерная карта обеспечивает прозрачный транспорт через сеть оператора А с сохранением целостности соединений SDCC для передаваемых каналов.

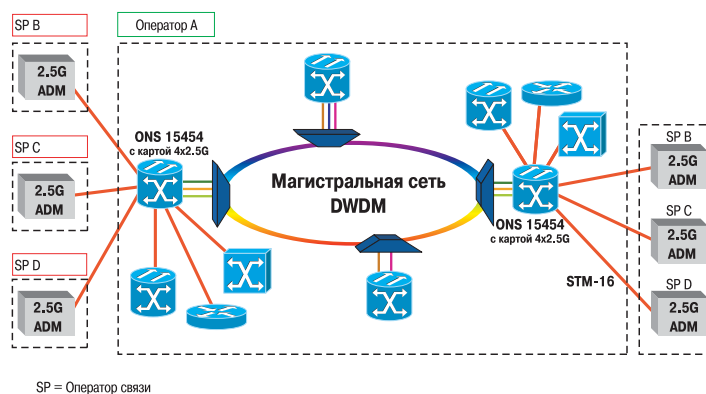


Рис. 17. Пример использования мультиплексирующих транспондерных карт

Таблица 36. Технические характеристики мультиплексирующего транспондера

Характеристики	15454E-10M-1-xx.x	
Клиентские интерфейсы		
Количество портов	4	
Тип клиентских портов	Модули SFP	
Автоматическое выключение лазера	В соответствии с ITU-T G.664 (06/99)	
Используемые разъемы (вход/выход)	LC	
Интерфейс	I-16.1	S-16.1

Максимальное расстояние	2 км	15 км
Номинальная длина волны	1310 нм	1310 нм
Диапазон спектра	1266–1360 нм	1260–1360 нм
Мощность передатчика (min – max)	-10– -3 дБм	-5–0 дБм
Чувствительность приемника (Pmin – Pmax)	-18– -3 дБм	-18–0 дБм
Линейный интерфейс DWDM		
Автоматическое выключение лазера	В соответствии с ITU-T G.664 (06/99)	
Номинальная длина волны	Настраиваемая на 2 канала (таблица 34)	
Диапазон спектра	1530–1561 нм	
Ширина спектра (на 20 дБ)	± 0,014 нм	
Используемые разъемы (вход/выход)	LC	
Мощность передатчика	+3 дБм	
Чувствительность приемника (OSNR<23 дБ)	-21– -8 дБм	
Чувствительность приемника (FEC, OSNR<23 дБ)	-24– -8 дБм	
Допустимая хроматическая дисперсия	± 1000 пс/нм	
Общие характеристики		
Размер карты	1 слот	
Слоты для установки	1–6 и 12–17	
Потребляемая электроэнергия	45–50 W	

Таблица 37. Поддерживаемые длины волн – мультиплексирующий транспондер

Карта (хх.х)	Длины волн(нм)	Карта (хх.х)	Длины волн(нм)	Карта (хх.х)	Длины волн(нм)	Карта (хх.х)	Длины волн(нм)
30,3	1530,33 1531,12	38,1	1538,19 1538,98	46,1	1546,12 1546,92	54,1	1554,13 1554,94
31,9	1531,90 1532,68	39,7	1539,77 1540,56	47,7	1547,72 1548,51	55,7	1555,75 1556,55
34,2	1534,25 1535,04	42,1	1542,14 1542,94	50,1	1550,12 1550,92	58,1	1558,17 1558,98
35,8	1535,82 1536,61	43,7	1543,73 1544,53	51,7	1551,72 1552,52	59,7	1559,79 1560,61

Более подробная информация о продукте Cisco ONS 155454 MSTP представлена на странице:

☛ <http://www.cisco.com/go/ons15454/>

Серия продуктов спектрального мультиплексирования Cisco ONS 15500

За последние несколько десятков лет одной из самых заметных тенденций в большинстве областей человеческой деятельности является автоматизация процессов, применение информационных технологий для сбора, анализа и обработки данных. Как правило, обработка и хранение данных выполняется централизованно, такой подход применяется исходя из соображений экономической эффективности, требований к безопасности, оперативности доступа к данным. С неизбежной автоматизацией бизнес-процессов увеличивается зависимость деятельности компании, предприятия, организации от работоспособности вычислительного центра, центра хранения данных. Перерывы в работе вычислительного центра приводят к миллионным убыткам¹, а в некоторых случаях – к краху компаний. Возможные потери информации или временное нарушение работоспособности ключевых государственных институтов (к примеру, финансовой системы) отражаются на государстве в целом. Поэтому проблемы организации центров обработки и хранения данных, учета возможных рисков и методов их снижения рассматриваются в работах ведомств, финансируемых государственными учреждениями ведущих стран² ³. Угрозы стихийных бедствий, катастроф заставляют частные компании, правительственные организации и учреждения создавать резервные вычислительные центры и резервные центры хранения данных. Для связи центров между собой в большинстве случаев используются оптоволоконные каналы.

Приложения и функции систем спектрального мультиплексирования ONS 15500

Основное предназначение устройств серии ONS 15500 – высокоэффективный оптический транспорт информации сетей хранения, сетей передачи данных, традиционных сетей цифровой синхронной иерархии SDH и SONET на десятки и сотни километров. Серия продуктов Cisco ONS 15500 содержит полный комплект аппаратных и программных средств, требуемых для создания оптической транспортной инфраструктуры предприятия или оператора связи. Этот комплект состоит из платформы агрегации ONS 15530 DWDM, системы спектрального мультиплексирования ONS 15540 DWDM ESPx и специализированных оптических усилителей ONS 15501. Основные области применения продуктов серии и решений на их основе включают:

¹ Fibre Channel Industry Association. Business Continuity When Disaster Strikes. <http://www.fibrechannel.org/solutions/Continuity>

² Financial Services Authority Publications. CP142: Operational risk systems and controls. <http://www.fsa.gov.uk/pubs/cp/142/index.html>

³ U.S. Securities And Exchange Commissions. Interagency Paper on Sound Practices to Strengthen the Resilience of the U.S. Financial System. <http://www.sec.gov/news/press/2003-45.htm>

- **Связь распределенных вычислительных центров.** Задача организации распределенных вычислительных центров характеризуется большим объемом передаваемой информации, исчисляемой десятками и сотнями гигабит в секунду, широким спектром используемых протоколов и технологий распределенных вычислений (таких, как Gigabit Ethernet, Fibre Channel, FICON, ESCON, GDPS, ETR/CLO, ISC-3), а также необходимостью обеспечить связь между объектами, находящимися на удалении до 100 км, а в некоторых случаях и больше. Последнее условие вызвано требованием к высокой катастрофоустойчивости распределенной вычислительной системы и снижением рисков, связанных со стихийными бедствиями, длительными перебоями в энергоснабжении⁴. Системы спектрального мультиплексирования или их элементы применяют для экономии средств на прокладку и эксплуатацию оптических каналов связи, для обеспечения масштабируемости вычислительного центра и разграничения полномочий между эксплуатируемыми подразделениями внутри компании или между заказчиком и оператором связи.
- **Связь между точками присутствия оператора.** Для этой задачи характерна передача трафика синхронной цифровой иерархии SDH, а также Fast Ethernet/Gigabit Ethernet. Преобладают кольцевые сетевые топологии с несколькими узлами связи (больше двух). Задача также характеризуется требованием к линейной структуре затрат, поскольку увеличение числа клиентов и набора предоставляемых им услуг в большинстве случаев не происходит скачкообразно. Для того, чтобы учесть индивидуальные сервисные соглашения между заказчиком и оператором связи, инфраструктура сети, в том числе и ее оптический сегмент, должна обеспечивать мониторинг передаваемой информации на уровне транспортируемого протокола. Чтобы гарантировать соблюдение строгих сервисных соглашений, накладывающих ограничение на доступность предоставляемых услуг на уровне 99,999% и выше, необходимо применять оборудование операторского класса, обладающего набором аппаратных и программных средств обеспечения высокой доступности. Системы спектрального мультиплексирования используются оператором связи для сокращения затрат на прокладку и аренду оптоволокна, для предоставления заказчикам услуг передачи данных через собственную или арендованную оптическую магистраль.
- **Оказание традиционных услуг передачи данных и услуг передачи трафика сети хранения оператором связи.** В дополнение к передаче традиционного для локальных вычислительных сетей трафика Gigabit Ethernet оборудование оптической транспортной инфраструктуры должно обеспечивать транспорт популярных протоколов сетей хранения информации и систем распределенных вычислений, к их числу относятся Fibre Channel/FICON/ESCON. Для контроля за соответствием сервисным соглашениям между оператором связи и заказчиком необходим мониторинг передаваемой информации на уровне протокола сети хранения. Как и в предыдущем случае, системы спектрального мультиплексирования используются оператором связи для сокращения затрат на прокладку и аренду оптического волокна. Функции агрегации низкоскоростного трафика ESCON позволяют снизить стоимость инфраструктуры спектрального мультиплексирования.

Продукты серии ONS 15500 разработаны с учетом характерных особенностей указанных задач и в полной мере реализуют набор требуемых функций, в частности:

- обеспечивают высокую плотность спектрального мультиплексирования, в одном волокне поддерживается передача 32 независимых сигналов с длинами волн, соответствующим 100ГГц частотному плану, определенному в стандарте ITU-T G.692;
- поддерживают широкий диапазон стандартов локальных вычислительных сетей и глобальных вычислительных сетей, фирменных протоколов производителей систем хранения, систем распределенных вычислений, систем цифрового телевидения. В частности, транспорт FastEthernet, GigabitEthernet и 10Gigabit Ethernet, SDH/SONET уровней от STM-1/OC-3 до STM-16/OC-48, Fibre Channel 1G/2G, FICON, ESCON, при работе в среде IBM GDPS – Sysplex Timers (ELR/CLO) и DTV/HDTV. Кроме вышперечисленных промышленных протоколов, транспондеры позволяют транспортировать произвольный сигнал в широком диапазоне скоростей, начиная с 16 Мбит/с в «прозрачном» режиме;
- удовлетворяют требования фирменных приложений резервного копирования и синхронизации дисковых подсистем в системах хранения информации. Среди них IBM PPRC, IBM XRC, Hitachi Data Systems TrueCopy, EMC SRDF, HP DRM. Работа продуктов серии Cisco ONS 15500 постоянно подвергается тщательным испытаниям в лабораториях Cisco Systems совместно с производителями соответствующих систем хранения, что подтверждается сертификатами (см. раздел «Сертификация»). Сертификация и испытания позволяют достичь высокой надежности системы и уменьшить до минимума риски, связанные с внедрением и эксплуатацией;
- удовлетворяют самые строгие требования, предъявляемые при проектировании катастрофоустойчивых распределенных систем. ONS 15530 передает трафик FICON/Fibre Channel на расстояния до 320 км без снижения эффективной пропускной способности канала связи. Снижение пропускной способности канала связи при увеличении расстояния прежде всего связано с возрастающими задержками на передачу единицы информации (кадра); особенностями работы механизмов управления потоком данных протоколов FICON/Fibre Channel на канальном уровне; аппаратными ограничениями размера буферной памяти физических интерфейсов большинства коммутаторов сетей хранения⁵, дисковых накопителей, а также других устройств инфраструктуры вычислительного центра. Наличие достаточного объема буферной памяти, модифицированные алгоритмы управления потоком данных для трафика FICON/Fibre Channel позволяют Cisco ONS 15530 передавать данные на большие расстояния;
- оптимально используют каналы связи благодаря агрегации низкоскоростных потоков данных и передаче их в виде одного оптического сигнала. Существенно сокращают количество передаваемых оптических сигналов и оптимизируют затраты на оборудование спектрального мультиплексирования. К примеру, для транспортировки 40 каналов ESCON (200 Мбит/с каждый) достаточно использовать один оптический сигнал, обеспечивающий передачу информации со скоростью 10 Гбит/с;

⁴ Jon Tate, Ravi Khattar, KangWook Lee, Simon Richardson. Introduction to SAN Distance Solutions. January 2002. ISBN 0738424056. //www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg246408.pdf

⁵ Современные коммутаторы сетей хранения Cisco MDS 9000 работают на расстояниях до 255 км.

- имеют полное резервирование компонентов — блоков питания, центральных процессоров;
- предоставляют широкий выбор механизмов защиты интерфейсных модулей и каналов связи, как клиентских, так и транковых. Среди них: защита от сбоя канала связи с использованием делителей оптического сигнала (сплиттеров) в транковых интерфейсах транспондеров; защита от сбоя транспондера при подключении клиентского устройства (коммутатора локальной вычислительной сети, коммутатора сети хранения или другого устройства) Y-кабелем к двум транспондерам. Для топологий «точка–точка» предусмотрены специализированные модули (Protection Splitter Module, PSM), выполняющие деление мультиплексированного сигнала;
- обеспечивают высокую доступность сети в целом. Устройства мгновенно (до 50 мс) определяют сбой канала связи и автоматически выполняют защитное переключение (Automatic Protection Switching) на резервный канал;
- экономят средства на обучение сотрудников и сопровождение оптической транспортной сети, сохраняют инвестиции в системы сетевого управления и операционной поддержки. Cisco ONS 15540 ESPx и Cisco ONS 15530 работают под управлением наиболее распространенной в телекоммуникационной индустрии операционной системы Cisco IOS (Internetwork Operating System). Предприятие или оператор связи используют накопленный опыт работы с устройствами Cisco, не изменяют коренным образом сложившийся регламент эксплуатации, сохраняют инфраструктуру сетевого управления (серверы идентификации, авторизации и учета, CiscoWorks 2000 RME, а также программное обеспечение собственной разработки и разработки третьих фирм);
- позволяют следить за уровнем предоставляемых услуг. ONS 15540 ESPx и ONS 15530 имеют средства анализа передаваемой информации для большинства поддерживаемых протоколов. Оператор связи или подразделение компании, эксплуатирующие оптическую инфраструктуру, имеют возможность отслеживать соблюдение сервисных соглашений. Кроме этого, информация об ошибках, обнаруживаемая на уровне транспортируемого протокола, позволяет принимать обоснованное и своевременное решение об автоматическом защитном переключении на резервный канал связи;
- уменьшают сроки перенастройки, сокращают комплект запасных частей. ONS 15540 ESPx и ONS 15530 поддерживают универсальные клиентские оптические конвертеры SFP, способные работать в широком диапазоне скоростей, значительно упрощая эксплуатацию изменяющихся систем, например, в случаях предоставления услуг оператором связи или при развитии крупного вычислительного центра;
- поддерживают разнообразные сетевые топологии — «точка–точка», «кольцо»;
- уменьшают время активации новых услуг, каналов связи заказчиком. В системах спектрального мультиплексирования, особенно в сложных топологиях «кольцо» и при использовании усиления сигнала, одной из серьезных проблем, осложняющих перенастройку сети, является необходимость перерасчета оптического бюджета и, зачастую, перенастройка оборудования, изменение параметров затухания, смена оптических аттенюаторов. В составе системы имеются регулируемые широкополосные оптические аттенюаторы, применяемые для снижения мощности сигналов до их мультиплексирования, узкополосные оптические аттенюаторы, используемые для снижения мощности отдельной группы оптических сигналов;
- имеют программное средство проектирования оптической транспортной сети Cisco Metro Planner⁶ (см. раздел «Cisco Metro Planner»), позволяющее избежать ошибок при проектировании, заказе оборудования, монтаже и наладке. Cisco Metro Planner позволяет существенно снизить риски и сократить сроки внедрения системы;
- допускают постепенное развитие оптической транспортной инфраструктуры, оптимизируя затраты.

Компоненты решения

Серия продуктов ONS 15500 состоит из трех основных компонентов: оптической транспортной платформы ONS 15540 ESPx DWDM; платформы агрегации ONS 15530 DWDM; оптического усилителя ONS 15501. Cisco ONS 15530 DWDM применяется для агрегирования каналов связи ESCON, FICON, Fibre Channel, Gigabit Ethernet. Платформа ONS 15530 DWDM используется и для передачи произвольного трафика, в составе системы имеются транспондеры. Для транспорта большого количества высокоскоростных потоков данных применяется оптическая транспортная платформа Cisco ONS 15540 ESPx. Устройство поддерживает транспорт каналов 10GB Ethernet, каналов синхронных цифровых иерархий SONET/SDH, Fibre Channel, Gigabit Ethernet, FICON, ESCON и многих других. Кроме этого, ONS 15540 используется для мультиплексирования оптических сигналов ONS 15530 DWDM или ONS 15454. Устройства ONS 15530 DWDM и ONS 15540 DWDM ESPx дополняют друг друга, их совместное использование делает решения на основе серии Cisco 15500 лидером отрасли по критериям плотности услуг, масштабируемости, гибкости, надежности и стоимости.



Взаимосвязь компонентов и их совместное использование иллюстрируется схемой сети, приведенной на рис. 18.

ONS 15540 и ONS 15530 используют общий частотный план, соответствующий ITU-T G.692. Мультиплексирование/демультиплексирование оптического сигнала выполняется группами из 4-х сигналов, именуемыми полосами. Всего определено 8 полос, в общей сложности система, построенная на основе ONS 15500, поддерживает 32 канала. Для служебного канала управления используется один канал с длиной волны частотного плана ITU, не используемый ни в одной из упомянутых групп. Таблица 38 иллюстрирует разбиение частотного плана на группы.

⁶ Cisco Metro Planner доступен партнерам Cisco, имеющим специализацию Optical ATP.

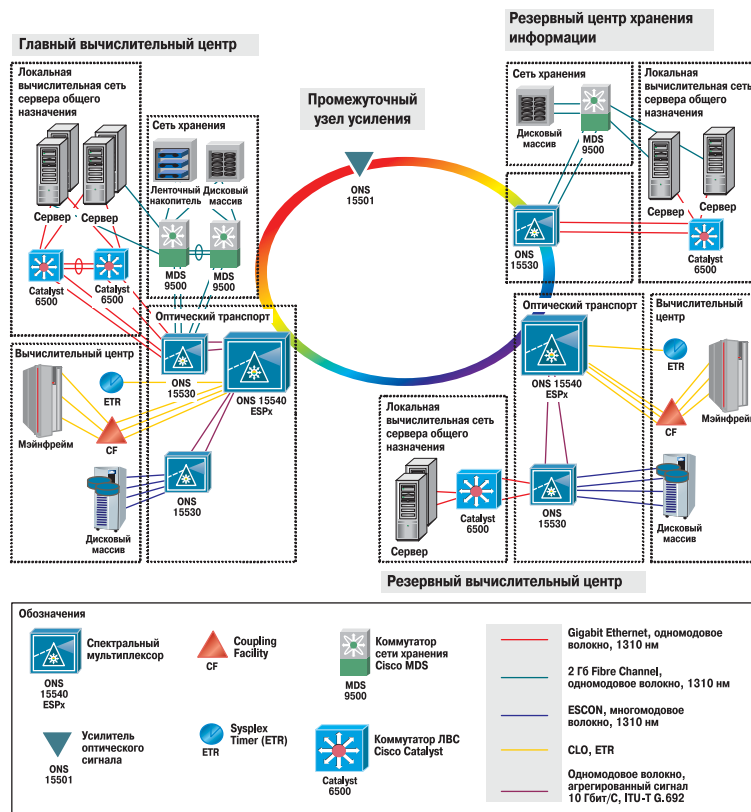


Рис. 18 Применение продуктов серии Cisco ONS 15500 для распределенного вычислительного центра

Таблица 38. Частотный план серии ONS 15500

Полоса	Канал	ITU-канал	Длина волны	Частота
OSC ⁷		19	1562,23	191,900
A	1	21	1560,61	192,100
	2	22	1559,79	192,200
	3	23	1558,98	192,300
	4	24	1558,17	192,400
B	5	26	1556,55	192,600
	6	27	1555,75	192,700
	7	28	1554,94	192,800
	8	29	1554,13	192,900
C	9	31	1552,52	193,100
	10	32	1551,72	193,200
	11	33	1550,92	193,300
	12	34	1550,12	193,400
D	13	36	1548,51	193,600
	14	37	1547,72	193,700
	15	38	1546,92	193,800
	16	39	1546,12	193,900
E	17	41	1544,53	194,100
	18	42	1543,73	194,200
	19	43	1542,94	194,300
	20	44	1542,14	194,400
F	21	46	1540,56	194,600
	22	47	1539,77	194,700
	23	48	1538,98	194,800
	24	49	1538,19	194,900
G	25	51	1536,61	195,100
	26	52	1535,82	195,200
	27	53	1535,04	195,300
	28	54	1534,25	195,400
H	29	56	1532,68	195,600
	30	57	1531,90	195,700
	31	58	1531,12	195,800
	32	59	1530,33	195,900

⁷ Optical Supervisory Channel – оптический канал управления.

Описание технических характеристик, интерфейсных модулей каждого из этих устройств приведено в последующих разделах.

Оптическая транспортная платформа Cisco ONS 15540 DWDM ESPx

Cisco ONS 15540 DWDM ESPx – гибкая модульная платформа спектрального мультиплексирования, используемая для построения оптической транспортной инфраструктуры. Устройство состоит из шасси, в котором предусмотрено 12 отсеков, два из них зарезервированы для центральных процессоров, два других – для материнских карт⁸ оптических мультиплексоров/демультиплексоров. Остальные 8 отсеков используются для установки материнских карт, несущих транспондеры. В зависимости от приложения устройство комплектуется:



- 32-канальными оптическими терминальными мультиплексорами и демультиплексорами высокой плотности с поддержкой оптического служебного канала управления;
- мультиплексорами и демультиплексорами ввода/вывода в модификациях на 4 и 8 каналов, с поддержкой оптического служебного канала для управления. Устройство осуществляет ввод/вывод сигналов с длинами волн, соответствующими одной полосе или двум смежным полосам;
- материнскими картами для установки до четырех 2,5-Гб транспондеров. Доступны две версии – с разделением оптического сигнала (splitter) и без. Шасси допускает установку 8 модулей для поддержки 32 каналов;
- материнскими картами для установки до двух 10-Гб транспондеров. Доступны две версии – с разделением оптического сигнала (splitter) и без. Шасси допускает установку 8 модулей для поддержки 16 каналов;
- транспондерами в следующих модификациях:
 - ✓ первого типа. Излучатель с настраиваемой длиной волны (ITU-T G.692). Транспорт произвольного трафика в диапазоне 16–622 Мбит/с. Клиентский интерфейс – многомодовое волокно, длина волны сигнала – 1310 нм;
 - ✓ первого типа. Излучатель с настраиваемой длиной волны (ITU-T G.692). Транспорт произвольного трафика в диапазоне 16 Мбит/с – 2,5 Гбит/с. Клиентский интерфейс – одномодовое волокно, длина волны сигнала – 1310 нм;
 - ✓ второго типа. Излучатель с настраиваемой длиной волны (ITU-T G.692). Характеристики клиентского сигнала определяются типом сменного конвертера SFP;
 - ✓ 10 GBase-LR 1310 нм одномодовый 10 Gigabit Ethernet транспондер;
- делителем оптического сигнала для защиты транкового канала;
- дополнительным отделением для кросс-коммутации оптических кабелей;
- центральными процессорными модулями;
- дополнительным внешним блоком питания переменного тока.

Система Cisco ONS 15540 DWDM ESPx обладает следующими характеристиками:

- поддерживает мультиплексирование 16 каналов 10 Gigabit Ethernet в конфигурациях с защитой канала связи и 32 каналов 10 Gigabit Ethernet в конфигурациях без защиты;
- поддерживает топологии «точка–точка», «кольцо»;
- допускает «горячую» замену модулей;
- обеспечивает варианты защиты клиентских интерфейсов при помощи Y-кабелей, транковых соединений 1+1; выполняет защитное переключение менее чем за 50 мс;
- имеет интерфейс 10/100 Ethernet RJ-45, консольный интерфейс RS-232 (DB-232), вспомогательный (auxiliary) порт RJ-45 для управления;
- соответствует требованиям:
 - ✓ к окружающей среде: GR-63-CORE,
 - ✓ к электромагнитному излучению: ETS 300 386-1, GR-1089-CORE, FCC часть 15, Класс А,
 - ✓ к электробезопасности: UL 1950, EN 60 950 и IEC 60 825-2,
 - ✓ Государственного стандарта России: ГОСТ Р 50377-92 (МЭК 950-86), ГОСТ Р 51318.22-99, ГОСТ Р 50839-2000,
 - ✓ European Telecommunications Standards Institute (ETSI): ETSI 300 019-1.

Подробные технические характеристики остальных оптических компонентов системы представлены на странице:

☛ <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/optical/ps2011/ps4154/index.html>

Таблица 39. Характеристики транспондеров Cisco ONS 15540 DWDM ESPx

Характеристики	Транспондер первого типа, многомодовый		Транспондер первого типа, одномодовый		Транспондер второго типа	
	Клиент	Транк	Клиент	Транк	Клиент	Транк
Мощность излучателя	-5 дБм	От 4 до 8 дБм	-5 дБм	от 4 до 8 дБм	SFP ⁹	от 5 до 10 дБм
Чувствительность приемника	От -23 дБм до -21 дБм	-28 дБм	От -23 дБм до -21 дБм	-28 дБм	SFP	-28 дБм
Длина волны излучателя	1260–1360 нм	Изменяемая ITU-T G.692	1260–1360 нм	Изменяемая ITU-T G.692	SFP	Изменяемая ITU-T G.692
Тип разъема	SC	MU	SC	MU	SFP	MU

⁸ Line card motherboards (LCMB).

⁹ Эта характеристика определяется типом устанавливаемого конвертера SFP.

Тип оптоволокна	Много- модовое 62,5/125 мкм	Одно- модовое ITU-T G.652	Много- модовое 62,5/125 мкм	Одно- модовое ITU-T G.652	SFP	Одно- модовое ITU-T G.652
Чувствительность к дисперсии	1800 пс/нм		1800 пс/нм		3200 пс/нм	
Поддерживаемые протоколы	Fast Ethernet Многомодовый ESCON Sysplex Timer external throughput rate (ETR) Control Link Oscillator (CLO) FDDI D1 видео SONET/SDH OC-3/STM-1, OC-12/STM-4 Packet over SONET (POS) OC-3 и OC-12		Fast Ethernet Одномодовый ESCON Sysplex Timer (ETR) CLO FDDI D1 видео SONET/SDH OC-3/STM-1, OC-12/STM-4, OC-48/STM-16 POS Gigabit Ethernet 1 Гб/с, 2 Гб/с FICON/ ISC-1/ISC-3 1 Гб/с, 2 Гб/с Fibre Channel		Fast Ethernet Одномодовый ESCON Sysplex Timer (ETR) CLO FDDI D1 видео SONET/SDH OC-3/STM-1, OC-12/STM-4, OC-48/STM-16 POS Gigabit Ethernet 1 Гб/с, 2 Гб/с FICON/ ISC-1/ISC-3 1 Гб/с, 2 Гб/с Fibre Channel	
Диапазон скоростей	От 16 Мбит/с до 622 Мбит/с		От 16 Мбит/с до 2,5 Гбит/с		От 16 Мбит/с до 2,5 Гбит/с	

Таблица 40. Характеристики 10 Gigabit Ethernet транспондера для ONS 15540 ESPx

Характеристики	ONS 15540 ESPx 10 Gigabit Ethernet Транспондер	
	Клиент	Транк
Мощность излучателя	От -5,2 до 0,5 дБм	От 1 до 6 дБм
Чувствительность приемника	-13,23 дБм	-28 дБм
Длина волны излучателя	1310 нм	1529–1562 нм, ITU-T G.692
Тип разъема	SC	MU
Тип оптоволокна	Одномодовое ITU-T G.652	Одномодовое ITU-T G.652
Чувствительность к дисперсии	1000 пс/нм	
Поддерживаемые протоколы	10 Gigabit Ethernet LAN PHY, IEEE 802.3ae 10GBASE-LR	
Диапазон скоростей	10 Гбит/с	

Таблица 41. Характеристики конвертеров SFP

Модель SFP	15500-XV RA-01A2	15500-XV RA-02C1	15500-XV RA-02C2	15500-XV RA-03B1	15500-XV RA-03B2	15500-XV RA-06B1	15500-XV RA-07B1
Тип волокна	Много- модовое 50/62,5 мкм	Много- модовое 50/62,5 мкм	Много- модовое 50/62,5 мкм	Одно- модовое 50/62,5 мкм	Одно- модовое SMF-9	Одно- модовое SMF-9	Одно- модовое SMF-9
Длина волны	1310 нм	850 нм	850 нм	1310 нм	1310 нм	1310 нм	1310 нм
Протоколы, скорости	OC3, STM-1, ESCON	GE, FC 1 Гб	FC 1 Гб, FC 2 Гб	GE, FC 1 Гб	GE, FC 1 Гб, FC 2 Гб	OC12, STM-4	OC48, STM-16
Тип разъема	MTRJ	LC	LC	LC	LC	LC	LC
Характеристики приемника							
Чувствительность	-31 дБм	От -21 дБм до -18 дБм	От -20 дБм до -15 дБм	От -25 дБм до -20,5 дБм	От -22 дБм до -20,5 дБм	От -31 дБм до -28 дБм	От -22 дБм до -18 дБм
Предельная мощность принимаемого сигнала	-14 дБм	0 дБм	0 дБм	-3 дБм	-3 дБм	-7 дБм	-3 дБм
Диапазон длин волн	1280–1380 нм	770–860 нм	770–860 нм	1270–1600 нм	1270–1600 нм	1100–1600 нм	1270–1600 нм
BER	10–15	10–12	10–12	10–12	10–12	10–10	
Характеристики излучателя							
Мощность	От -19,5 до -15 дБм	От -9,5 дБм до -4 дБм	От -9 дБм до -4 дБм	От -9,5 дБм до -3 дБм	От -9,5 дБм до -3 дБм	От -15 дБм до -8 дБм	От -9,5 дБм до -3 дБм
Длина волны	1280–1380 нм	830–860 нм	830–860 нм	1275–1350 нм	1275–1350 нм	1261–1360 нм	1285–1340 нм
Типичное расстояние	2 км	500 м, 50 мкм волокно 300 м, 62,5 мкм волокно	300 м, 50 мкм волокно 150 м, 62,5 мкм волокно	до 10 км (SMF-9)	до 10 км (SMF-9)	до 2 км (SMF-9)	до 2 км (SMF-9)

Таблица 42. Характеристики конвертеров SFP, поддерживающих диапазон скоростей

Модель SFP	15500-XV RA-10A1	15500-XV RA-10B1	15500-XV RA-11A1	15500-XV RA-11B1	15500-XV RA-12B1
Тип волокна	MMF 62,5/125 мкм	SMF 9/125 мкм	MMF 62,5/125 мкм	SMF 9/125 мкм	SMF 9/125 мкм
Длина волны	1310 нм	1310 нм	1310 нм	1310 нм	1310 нм
Скорость	8–200 Мбит/с	8–200 Мбит/с	200–622 Мбит/с	200 Мбит/с – 1,25 Гбит/с	1,062–2,488 Гбит/с
Тип разъема	LC	LC	LC	LC	LC
Характеристики приемника					
Чувствительность	-32 дБм (при BER 10–12)	-32 дБм (при BER 10–12)	-25 дБм (при BER 10–12) -26 дБм (при BER 10-10)	-20 дБм (при BER 10–12)	От -18 дБм (при BER 10–10)
Предельная мощность принимаемого сигнала	-14 дБм (при BER 10–12)	-3 дБм (при BER 10–12)	-14 дБм (при BER 10–12)	-3 дБм (при BER 10–10)	-3 дБм (при BER 10–10)
Диапазон длин волн	1000–1600 нм	1000–1600 нм	1000–1600 нм	1000–1600 нм	1000–1600 нм
Характеристики излучателя					
Мощность	От -19 дБм до -14 дБм	От -8 дБм до -4 дБм	От -20 дБм до -14 дБм	От -9 дБм до -3 дБм	От -10 дБм до -3 дБм
Длина волны	1280–1380 нм	1260–1360 нм	1270–1380 нм	1285–1345 нм	1266–1360 нм
Типичное расстояние	2 км	2 км	500 м	10 км	2 км

Платформа агрегации Cisco ONS 15530 DWDM

Cisco ONS 15530 DWDM – мультисервисная платформа агрегации, применяемая для сбора низкоскоростных каналов связи ESCON, Fibre Channel, FICON, Gigabit Ethernet и для передачи агрегированного сигнала через оптическую транспортную инфраструктуру. Спектральное мультиплексирование каналов связи выполняется непосредственно на ONS 15530 DWDM при помощи четырехканальных мультиплексоров/демультиплексоров ввода/вывода либо на платформе ONS 15540 DWDM ESPx. Шасси имеет 9 отсеков для установки мультиплексоров/демультиплексоров и вспомогательных оптических модулей, транспондеров или агрегирующих карт, специализированных модулей служебного канала. Два дополнительных отсека зарезервированы для установки центральных процессорных модулей со встроеной коммутирующей матрицей.



В зависимости от приложения Cisco ONS 15530 оснащается:

- материнской картой с модулями служебного канала управления (до двух на одну карту);
- материнской картой с четырехканальными модулями мультиплексирования/демультиплексирования (до двух на карту). Модули мультиплексирования/демультиплексирования выпускаются в двух модификациях с поддержкой служебного канала управления или без такой поддержки. Обе модификации производятся в 8 разных вариантах, каждый из которых соответствует одному из диапазонов длин волн (полос) (см. таблицу 38);
- картой агрегации 10 каналов ESCON;
- картой агрегации 8 каналов Fibre Channel, Gigabit Ethernet;
- транспондерами первого типа в двух модификациях:
 - ✓ излучатель с настраиваемой длиной волны (ITU-T G.692). Транспорт произвольного трафика в диапазоне 16–622 Мбит/с. Клиентский интерфейс – многомодовое волокно, длина волны сигнала – 1310 нм;
 - ✓ излучатель с настраиваемой длиной волны (ITU-T G.692). Транспорт произвольного трафика в диапазоне 16 Мбит/с – 2,5 Гбит/с. Клиентский интерфейс – одномодовое волокно, длина волны сигнала – 1310 нм;
- широкополосным регулируемым оптическим аттенуатором для снижения мощности отдельных оптических сигналов, поступающих с транковых интерфейсов транспондеров или транковых карт. Модуль выпускается в модификации на один или два порта;
- узкополосным регулируемым оптическим аттенуатором для снижения мощности оптических сигналов, принадлежащих полосе или смежным полосам. Модуль выпускается в модификациях для уменьшения мощности сигнала 4 или 8 каналов (одна или две полосы);
- делителем оптического сигнала для защиты транкового канала;
- блоками питания постоянного или переменного тока.

Система Cisco ONS 15530 DWDM обладает следующими характеристиками:

- агрегирует до 40 каналов ESCON в один оптический сигнал; до 60 каналов ESCON на одно шасси;
- агрегирует до 8 каналов Fibre Channel, Gigabit Ethernet в один оптический сигнал; до 32 портов Gigabit Ethernet/Fibre Channel на одно шасси;
- выполняет мониторинг производительности для транспортируемых сигналов; учитывает ошибки кода циклического

контроля CRC, собирает статистику (Gigabit Ethernet, Fibre Channel, FICON, ESCON); проверяет коды последовательностей ESCON, биты четности SONET/SDH (Bit Interleaved Parity);

- поддерживает спектральное мультиплексирование 4 каналов в конфигурации с защитой и до 8 в конфигурациях без защиты;
- поддерживает топологии «точка–точка», «кольцо», иерархическое подключение к мультиплексорам/демультиплексорам ONS 15540 DWDM ESPx;
- допускает «горячую» замену модулей;
- обеспечивает варианты защиты клиентских интерфейсов при помощи Y-кабелей, транковых соединений 1+1; выполняет защитное переключение менее чем за 50 мс;
- имеет интерфейс 10/100 Ethernet RJ-45, консольный интерфейс RS-232 (DB-232), вспомогательный (auxiliary) порт RJ-45 для управления;
- соответствует требованиям:
 - ✓ к окружающей среде: GR-63-CORE;
 - ✓ к электромагнитному излучению: ETS 300 386-1, GR-1089-CORE, FCC часть 15, Класс А;
 - ✓ к электробезопасности: UL 1950, EN 60 950 и IEC 60 825-2;
 - ✓ Государственного стандарта России: ГОСТ Р 50377-92 (МЭК 950-86), ГОСТ Р 51318.22-99, ГОСТ Р 50839-2000;
 - ✓ European Telecommunications Standards Institute (ETSI): ETSI 300 019-1.

Подробные технические характеристики остальных оптических компонентов системы представлены на странице:

☞ <http://www.cisco.com/go/ons15530/>

Таблица 43. Характеристики транковой карты ONS 15530 2,5 Гбит/с ITU

Характеристики	Значение
Чувствительность приемника	-28 дБм
Отношение сигнал/шум (полоса 0,1 нм)	19 дБм
Предельная мощность принимаемого сигнала	-8 дБм
Диапазон длин волн приемника	От 1260 до 1580 нм
Длина волны излучателя ¹⁰	От 1527 нм до 1580 нм
Отклонение от центральной длины волны излучателя	± 105 пм
Мощность излучателя	От 5 до 10 дБм

Таблица 44. Характеристики транковой карты ONS 15530 10 Гбит/с ITU

Характеристики	Значение
Чувствительность приемника	-22 дБм
Отношение сигнал/шум (полоса 0,1 нм)	25 дБм
Предельная мощность принимаемого сигнала	-8 дБм
Чувствительность к дисперсии	1200 пс/нм
Длина волны излучателя	От 1529 нм до 1562 нм
Отклонение от центральной длины волны излучателя	± 80 пм
Мощность излучателя	От 1 до 5 дБм

Таблица 45. Характеристики транковой карты ONS 15530 10 Gigabit Ethernet

Характеристики	Значение
Чувствительность приемника	-13,23 дБм
Отношение сигнал/шум (полоса 0,1 нм)	25 дБм
Чувствительность к дисперсии	1200 пс/нм
Длина волны излучателя	От 1260 нм до 1355 нм
Мощность излучателя	0,5 дБм

Таблица 46. Характеристики транспондеров Cisco ONS 15530 DWDM

Характеристики	Транспондер первого типа, многомодовый		Транспондер первого типа, одномодовый	
	Клиент	Транк	Клиент	Транк
Мощность излучателя	От -5 дБм до 0 дБм	От 5 до 10 дБм	От -5 дБм до 0 дБм	От 5 до 10 дБм
Чувствительность приемника	От -28 дБм до -25 дБм	От -32 дБм до -28 дБм	От -22 дБм до -19 дБм	От -32 дБм до -28 дБм
Длина волны излучателя	1249–1600 нм	Изменяемая ITU-T G.692	1249–1600 нм	Изменяемая ITU-T G.692
Тип разъема	SC	MU	SC	MU
Тип оптоволокна	Многомодовое 62,5/125 мкм	Одномодовое ITU-T G.652	Многомодовое 62,5/125 мкм	Одномодовое ITU-T G.652

¹⁰ Длина волны излучателя определяется модификацией карты.

Чувствительность к дисперсии	3200 пс/нм	3200 пс/нм
Поддерживаемые протоколы	Fast Ethernet Многомодовый ESCON Sysplex Timer external throughput rate (ETR) Control Link Oscillator (CLO) FDDI D1 видео SONET/SDH OC-3/STM-1, OC-12/STM-4 Packet over SONET (POS) OC-3 и OC-12	Fast Ethernet Одномодовый ESCON Sysplex Timer (ETR) CLO FDDI D1 видео SONET/SDH OC-3/STM-1, OC-12/STM-4, OC-48/STM-16 POS Gigabit Ethernet 1 Гбит/с, 2 Гбит/с FICON/ISC-1/ISC-3 1 Гбит/с, 2 Гбит/с Fibre Channel
Диапазон скоростей	От 16 Мбит/с до 622 Мбит/с	От 16 Мбит/с до 2,5 Гбит/с

Оптический усилитель Cisco ONS 15501

Cisco ONS 15501 – усилитель оптического сигнала, основанный на технологии легирования оптического волокна эрбием (Erbium Doped Fiber Amplifier, EDFA). ONS 15501 используется для увеличения дальности связи в системах спектрального мультиплексирования, устройство усиливает оптический сигнал в диапазоне 1530–1563 нм (C-band ITU-T G.692). ONS 15501 работает в составе решений на основе Cisco ONS 15540 DWDM ESPx и Cisco ONS 15530 DWDM, а также применяется вместе с коммутаторами и маршрутизаторами серий Cisco 6500, Cisco 7600, Cisco 12000 GSR для связи точек присутствия оператора или объединения вычислительных сетей корпоративного заказчика.



ONS 15501 обладает следующими характеристиками:

- низкий уровень вносимого шума, допустима установка до 6 усилителей без регенерации сигнала;
- равномерное усиление сигнала во всем диапазоне;
- регулируемое усиление;
- автоматическая регулировка усиления;
- соответствует требованиям:
 - ✓ к окружающей среде: GR-63-CORE;
 - ✓ к электромагнитному излучению: ETS 300 386-1, GR-1089-CORE, FCC часть 15, Класс А;
 - ✓ к электробезопасности: UL 1950, EN 60 950 и IEC 60 825-2;
 - ✓ Государственного стандарта России: ГОСТ Р 50377-92 (МЭК 950-86), ГОСТ Р 51318.22-99, ГОСТ Р 50839-2000;
 - ✓ European Telecommunications Standards Institute (ETSI): ETSI 300 019-1.

Более подробная техническая информация представлена на странице:

☛ <http://www.cisco.com/go/ons15501/>

Таблица 47. Характеристики Cisco ONS 15501

Характеристики	Значение
Оптические характеристики	
Диапазон длин волн	От 1530 до 1563 нм
Мощность входящего сигнала	От -29 до 0 дБм
Агрегированная насыщенная выходная мощность (Saturated output power)	17,3 ± 0,3 дБм
Коэффициент шума (Noise Figure)	<6,0 дБ
Коэффициент усиления	+17 дБ
Разница в уровнях сигнала на выходе усилителя	< 1,5 дБ
Устанавливаемый коэффициент усиления	От 17 дБ до 7 дБ (разница в уровнях сигналов < 1,5 дБ для диапазона от 13 до 17 дБ; < 2,0 дБ для диапазона от 7 до 13 дБ)
Точность автоматической регулировки усиления	± 1,0 дБ
Поляризационная дисперсия	< 0,6 пс
Режим усиления	Однонаправленный
Электропитание (постоянный ток)	
Номинальное напряжение	-48 В
Потребляемая мощность	Максимальная 15 Вт; номинальная 8 Вт
Минимальное напряжение	-40,5 В
Максимальное напряжение	-57 В
Кабель питания	18 AWG
Электропитание (переменный ток)	
Номинальное напряжение	100–240 В

Потребляемая мощность	Максимальная 15 Вт; номинальная 8 Вт
Число источников питания	2
Механические характеристики	
Размеры (высота x ширина x глубина)	1,7 x 19,0 x 17,0 in.
Кабель питания	18 AWG
Вес	6,8 lb
Рабочая температура	От 0 до 50 °C
Температура хранения	От -40 до 85 °C
Относительная влажность	До 95%, неконденсирующаяся
Тип разъемов	SC/UPC
Сетевое управление	
Интерфейсы	10/100 Ethernet, Консоль EIA/TIA-232; RJ-45 для аварийной сигнализации

Управление

Продукты серии Cisco ONS 15500 имеют развитые средства управления, позволяющие эффективно использовать систему небольшим организациям, крупным корпоративным заказчикам, а также операторам связи. Среди этих средств:

- **CiscoWorks 2000 CiscoView** – средство управления, с помощью которого осуществляется мониторинг работы устройства, выполняется анализ производительности в краткосрочном периоде, производится настройка. CiscoView обеспечивает наглядное графическое отображение состояния устройства и составляющих его компонентов – шасси, блоков питания, модулей, физических интерфейсов. Cisco ONS 15540 и ONS 15530 поддерживают встраиваемую систему управления CiscoView, доступ к которой осуществляется через web-интерфейс самого устройства. Встраиваемая версия CiscoView предоставляется бесплатно, ее можно получить в библиотеке программного обеспечения Cisco¹¹ (для доступа необходим сервисный контракт и регистрация). Кроме встраиваемой системы, устройства работают под управлением CiscoView, поставляемой в пакетах CiscoWorks 2000, например, CiscoWorks 2000 LAN Management Solution;
- **CiscoWorks 2000 Device Fault Manager (DFM)** – система управления сбоями, собирающая информацию о нарушениях или отклонениях в работе устройств, выполняющая удаление повторяющихся событий и их корреляцию, уведомляющая администратора системы о наступлении тех или иных событий. Реализуя данные механизмы, Device Fault Manager существенно сокращает поток информации, направляемый на консоль администратора, и обеспечивает точность и адекватность представления. Device Fault Manager поставляется с фиксированным набором правил корреляции и анализа, подготовленным для устройств Cisco, включая устройства серии Cisco ONS 15500. Device Fault Manager входит в состав пакета CiscoWorks 2000 LAN Management Solution. Более подробную информацию о возможностях Device Fault Manager можно найти в описании¹²;
- **CiscoWorks Resource Manager Essentials (RME)** – ключевой компонент семейства CiscoWorks 2000. RME обеспечивает регистрацию и инвентаризацию устройств, содержит систему контроля версий файлов конфигураций, имеет средства автоматического сбора файлов конфигураций и одновременного распространения изменений на произвольное множество устройств. RME выполняет периодический опрос устройств и обновляет информацию об изменении в составе программного обеспечения, аппаратуры и конфигурации. На основе собранной информации RME формирует отчеты, используемые администратором для анализа состояния сети в целом и для планирования развития;
- **CiscoWorks Campus Manager** – компонент пакета CiscoWorks 2000 LAN Management Solution, выполняющий управление сетью в целом. Среди множества функций, реализуемых Cisco Campus Manager, наибольший интерес для администратора оптической транспортной инфраструктуры представляет возможность автоматического обнаружения устройств и определения каналов связи между ними. На основе собранной информации Campus Manager формирует топологическую карту сети и отображает ее в графическом виде, при этом указывая текущее состояние каналов связи и доступность устройств;
- **Cisco Transport Manager** – система управления операторского уровня, обеспечивающая управление на уровне сетевых элементов (устройств) и оптической сетевой инфраструктуры в целом (согласно эталонной архитектуре TMN13). STM поддерживает полный спектр оптических устройств Cisco, включая и Cisco ONS 15500. STM предоставляет средства инвентаризации устройств, сбора информации о сбоях, распространения файлов конфигурации, настройки сетевых элементов. Система управления Cisco Transport Manager версии 4.6 поставляется в нескольких вариантах комплектации, среди которых особый интерес для корпоративных заказчиков представляет пакет Cisco Transport Manager 4.6 Small Enterprise System Bundle, предназначенный для работы с 10 произвольными сетевыми элементами (с возможностью расширения до 50), Large Enterprise System Bundle, предназначенный для работы с 30 элементами (с возможностью расширения до 50). Гибкая система комплектации позволяет минимизировать начальную стоимость системы управления и обеспечить линейную структуру затрат в процессе развития.

Сертификация

Отличительной особенностью серии продуктов ONS 15500 является широкий спектр испытанных вариантов интеграции с оборудованием производителей сетей хранения, а также систем распределенной обработки данных. Испытания выполняются в соответствии с методиками производителей и включают тщательную проверку прикладных протоколов

¹¹ Software Center Downloads, Embedded CiscoView. <http://www.cisco.com/kobayashi/sw-center/netmgmt/ciscoview/embed-cview-planner.shtml>

¹² CiscoWorks Device Fault Manager Product Literature. <http://www.cisco.com/go/dfm>

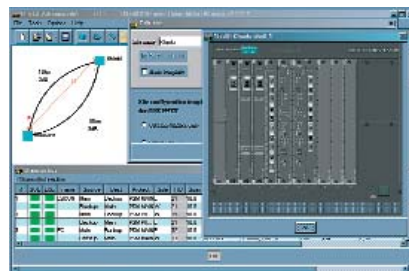
и систем на их основе. Таблица 48 содержит информацию о проведенных испытаниях и пройденных программах сертификации.

Таблица 48. Сертификация Cisco ONS 15500

Производитель	Программа сертификации, протокол или приложение	Дополнительная информация
IBM	GDPS, PPRC, ESCON, FICON	http://newsroom.cisco.com/dlls/prod_120401.html http://newsroom.cisco.com/dlls/prod_080101c.html
	IBM TotalStorage Proven	http://newsroom.cisco.com/dlls/prod_021903d.html
EMC	EMC E-Lab Tested	http://www.emc.com/news/press_releases/viewUS.jsp?id=1075
Hitachi Data Systems	TrueCopy over Fibre Channel/ESCON	http://newsroom.cisco.com/dlls/prod_100202d.html
Hewlett Packard	Continuous Access (DRM)	http://newsroom.cisco.com/dlls/prod_120501.html
Brocade	Fabric Aware	http://newsroom.cisco.com/dlls/prod_102201b.html

Cisco Metro Planner¹⁴

Cisco Metro Planner – средство проектирования оптической транспортной инфраструктуры на основе продуктов серий Cisco ONS 15500, Cisco ONS 15400. Cisco Metro Planner выполняет расчет оптических параметров, автоматически подсчитывает количество и тип необходимых устройств, узлов усиления на основе общей информации о расстояниях между объектами, параметрах оптоволоконных каналов связи, количестве и типе транспортируемых клиентских сигналов, требуемых механизмах защиты. Результатом работы Cisco Metro Planner является частотный план системы спектрального мультиплексирования, детальный расчет характеристик каждого из каналов (мощности сигнала, соотношения сигнал/шум), спецификации устройств, графические диаграммы узлов, таблицы коммутации оптических кабелей для монтажа системы. Cisco Metro Planner существенно упрощает проектирование сети, позволяет избежать ошибок при проектировании, заказе оборудования, монтаже и наладке.



Мультисервисная платформа коммутации Cisco ONS 15600 MSSP

Разработанная компанией Cisco Systems мультисервисная платформа коммутации Cisco ONS 15600 MSSP (Multiservice Switching Platform) упрощает и открывает новые возможности управления ресурсами в городских сетях, позволяя операторам связи прозрачно интегрировать магистральные и пограничные сети (сети доступа), существенно снижая первоначальную стоимость развертывания сети.



Осуществляя пополнение набора продуктов COMET, Cisco ONS 15600 MSSP обеспечивает высокую надежность, доступность, управляемость и технологичность в обслуживании, необходимые в сетях операторов связи. Устройство Cisco ONS 15600 MSSP объединяет функциональность нескольких сетевых элементов оптической сети, включая мультиплексоры SDH и цифровые кросс-коммутаторы в одном, масштабируемом и простом в использовании устройстве. Cisco ONS 15600 MSSP поддерживает любые сетевые топологии – линейные, кольцевые и смешанные.

Платформа Cisco ONS 15600 MSSP поддерживает исключительную гибкость при проектировании мультисервисных сетей следующего поколения. Платформа использует проверенную архитектуру и программное обеспечение Cisco ONS 15454, существенно расширяет возможности магистральных мультисервисных сетей и реализует полную интеграцию магистральных и пограничных сетей для активации сервисов и управления.

Платформа Cisco ONS 15600 MSSP имеет высокую надежность – 99,99995%. Этот суммарный показатель обеспечивается примененными инженерными решениями и надежностью используемых компонент, которые включают:

- **Системные компоненты.** Платформа Cisco ONS 15600 MSSP использует компоненты, срок службы которых существенно превышает характеристики, необходимые для обеспечения надежности «пять девяток». Использование компонентов с высокой надежностью сокращает вероятность аппаратного сбоя в системе. Система использует полное резервирование компонентов (1:1) для обеспечения необходимой надежности.
- **Время восстановления сервисов.** Платформа Cisco ONS 15600 MSSP способна обеспечить восстановление сервисов менее чем за 25 мс, что обеспечивает 50%-ное улучшение по сравнению с действующими стандартами.
- **Устойчивость системы к внешним воздействиям.** Выступающие или открытые кнопки управления системой (с легким доступом) увеличивают уязвимость системы к воздействию внешних сил. Для сокращения такой уязвимости на платформе Cisco ONS 15600 все органы управления защищены от случайного нажатия.
- **Электропитание.** Для подачи электропитания в систему используются два независимых ввода. Оба ввода полностью изолированы и обеспечивают полное резервирование.

¹³ ITU-T M.3010. Principles for a telecommunications management network. <http://www.itu.int>

¹⁴ Cisco Metro Planner доступен партнерам Cisco, имеющим специализацию Optical ATP.

- **Автоматическое выключение.** В случае полного выключения электропитания системы обеспечивается автоматическое пошаговое в заданной последовательности выключение системы, гарантирующее отсутствие повреждений в системе и готовность к запуску при подаче питания.
- **Коммутационная плата SDH.** В платформе Cisco ONS 15600 MSSP используется подключение интерфейсных карт и матриц коммутации к резервированным коммутационным платам SDH. Трафик внутри системы передается от интерфейсных карт на матрицу коммутации и обратно одновременно через обе коммутационные платы. Система постоянно контролирует прохождения трафика через коммутационные платы и в случае обнаружения ошибки в системе использует данные с исправной коммутационной платы.
- **Управляющая коммутационная плата.** Аналогично передаче данных, система отслеживает передачу контрольного трафика по резервированным управляющим коммутационным платам. Cisco ONS 15600 обеспечивает резервирование процессорных карт и физических путей передачи трафика для всех управляющих соединений в системе.
- **Синхронизация.** Платформа Cisco ONS 15600 MSSP имеет внутренний источник синхронизации уровня Стратум 3Е и обеспечивает высокую стабильность при работе в режиме внутренней синхронизации. Внутренний или восстановленный от внешнего источника или линейной карты синхросигнал подается на все компоненты системы через резервированную шину синхронизации. Вся синхронизация системы резервируется на уровне карт и внешних источников.

Платформа Cisco ONS 15600 MSSP обеспечивает возможности обслуживания, необходимые при эксплуатации в сети оператора. Платформа использует защищенные оптические интерфейсы с дополнительной механической защитой, заменяемые разъемы коммутационных плат и карты, поддерживающие замену в горячем режиме.

Платформа Cisco ONS 15600 состоит из следующих общих компонентов:

- **Карты синхронизации и контроля.** Обеспечивают функции синхронизации и контроля, а также инициализацию системы, настройку, конфигурацию, генерацию отчетов о событиях, сопровождение, диагностику, синхронизацию, терминацию контрольных соединений DCC и обнаружение сбоев.
- **Матрицы коммутации.** Полностью резервированная, полносвязная, неблокируемая матрица, обеспечивающая емкость коммутации 6144 STS и расширяемая до эквивалента 2048 OC-48/STM-16.
- **Шасси и блок ввода/вывода.** Шасси с коммутационными платами (12 слотов, 4 служебные, 8 для установки интерфейсных карт), блоки вентиляции и фильтр, панель доступа (обеспечивает порт Ethernet для системы управления, 32 порта для подключения/контроля внешней синхронизации, порты подключения внешнего источника синхронизации T1, E1 и J1).
- **Блок распределения электропитания.** Полностью резервированный блок распределения электропитания с двумя блоками питания, автоматами защиты. Обеспечивает питание до трех устройств Cisco ONS 15600.

В платформу Cisco ONS 15600 могут быть установлены следующие карты:

- 16-портовая карта OC-48/STM-16 S16.1 (1310 нм, «короткий» интерфейс, до 2 км);
- 16-портовая карта OC-48/STM-16 L16.2 (1550 нм, «длинный» интерфейс, от 40 до 80 км);
- 4-портовая карта OC-192/STM-64 S64.1 (1310 нм, «короткий» интерфейс, до 2 км);
- 4-портовая карта OC-192/STM-64 L64.2 (1550 нм, «длинный» интерфейс, от 40 до 80 км).

Платформа Cisco ONS 15600 поддерживает два типа 16-портовых карт с интерфейсами STM-16 – карты с «короткими» и «длинными» оптическими интерфейсами. Каждая карта обеспечивает 16 принимающих и 16 передающих портов, работающих в соответствии со стандартом ITU G.703 на скорости 2,4883 Гбит/с.

В дополнение к картам OC-48/STM-16 система поддерживает два вида карт с 4 интерфейсами STM-64 («короткие» и «длинные» оптические интерфейсы). Карты обеспечивают 4 принимающих и 4 передающих порта, работающих в соответствии со стандартом ITU G.703 на скорости 9,95328 Гбит/с.

Карты используют 4-портовые разъемы OGI на лицевой панели карт, которые коммутируются через модуль маршрутизации кабелей (CRM) для терминации SC, ST или FC. Карты OC-48/STM-16 и OC-192/STM-64 могут быть установлены в любой из 8 мультисервисных слотов (1–4 или 10–14) платформы Cisco ONS 15600. Карты могут быть настроены для обеспечения резервирования в кольцевых топологиях SNCP и MS-SPR, на линейных участках 1+1 MSP и в смешанных сетях, что предоставляет операторам связи возможность использовать наиболее подходящую топологию.

Для управления системой может быть использован встроенный графический терминал Cisco Transport Controller, обеспечивающий полное управление сетью. Он обеспечивает управление и конфигурацию устройств и сервисов, автоматическое обнаружение сетевых элементов и топологий сети, управление полосой пропускания. Также платформа Cisco ONS 15600 поддерживается системой управления Cisco Transport Manager, который обеспечивает широкие возможности управления, конфигураций, отказов, производительности и безопасности сети, построенной с использованием оптических сетевых элементов.

Более подробная техническая информация о платформе Cisco ONS 15600 MSSP представлена на странице:

← <http://www.cisco.com/go/ons15600/>

Таблица 49. Технические характеристики карт, поддерживаемых Cisco 15600

Характеристики	15600-48S16SR1310	15600-48L16LR1550	15600-192S4SR1310	15600-192L4LR1550
Количество портов	16	16	4	4
Скорость	2,4883 Гбит/с	2,4883 Гбит/с	9,95328 Гбит/с	9,95328 Гбит/с
Тип интерфейса	STM-16, S16.1	STM-16, L16.2	STM-64, S64.1	STM-64, L64.2
Поддерживаемое оптическое волокно	SMF	SMF	SMF	SMF
Используемые разъемы	OGI	OGI	OGI	OGI
Номинальная длина волны	1310 нм	1550 нм	1310 нм	1550 нм

Спектральный диапазон	1290–1330 нм	1530–1565 нм	1290–1330 нм	1530–1565 нм
Максимальная мощность передачи	-3 дБм	+3 дБм	-1 дБм	+7 дБм
Минимальная мощность передачи	-10 дБм	-2 дБм	-6 дБм	+4 дБм
Максимальный принимаемый сигнал	-18 дБм	-28 дБм	-11 дБм	-22 дБм
Минимальный принимаемый сигнал	-3 дБм	-9 дБм	-1 дБм	-9 дБм
Минимальный бюджет затухания оптического сигнала	8 дБ	26 дБ	5 дБ	24 дБ
Допустимое расстояние	2 км	40–80 км	2 км	40–80 км
Слоты для установки	1–4 и 8–12	1–4 и 8–12	1–4 и 8–12	1–4 и 8–12
Потребляемая электроэнергия	<180 W	<180 W	<180 W	<180 W

Оптическая платформа дальней связи Cisco ONS 15808 Long Haul / Extended Long Haul DWDM

Cisco ONS 15808 – это продукт операторского класса, обеспечивающий непревзойденную надежность и мощность, высокоскоростной оптический транспорт, способный масштабироваться совместно с ростом сети Интернет. Явившийся продолжением популярнейшей платформы Cisco ONS 15801, он дополнил ее новейшими научными достижениями, удовлетворяя постоянно растущие потребности в пропускной способности.

ONS1 5808 объединяет в себе масштабируемость до большого количества каналов с гибкостью Long Haul (LH) или Extended Long Haul (ELH) в одной системе, а также интегрируется с другими технологиями и продуктами Cisco (GSR 12000, ONS 15454, ONS 15200...) под единой системой управления Cisco Transport Manager (CTM), обеспечивая единое решение IP+Optical.

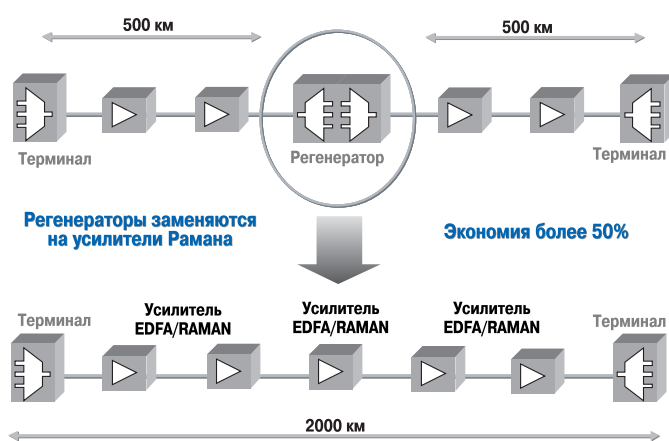


Рис. 19. Преимущества использования усилителей EDFA/RAMAN

Поддерживая до 160 каналов по 10 Гбит/с (готов к поддержке 40 Гбит/с на канал) для приложений LH совместно с будущей поддержкой дополнительных 60 каналов в диапазоне S, ONS 15808 обеспечивает поистине огромную пропускную способность. При этом система проектировалась таким образом, чтобы одновременно с обеспечением максимального числа каналов обеспечивать прекрасные результаты с точки зрения длины одного участка на всех типах волоконно-оптических кабелей.

Поддержка ELH (40 каналов в диапазоне L с дальнейшим увеличением до 80) дает возможность во многих случаях избежать промежуточной электрической регенерации (O/E/O) сигнала, используя вместо этого усилители Рамана, что в конечном итоге приводит к сокращению расходов и количества

размещаемого оборудования. Возможность комбинирования в одной платформе функциональности LH и ELH позволяет строить и развивать сети с поразительной эффективностью.

ONS 15808 комбинирует большое количество каналов с гибкой архитектурой, которая позволяет масштабировать систему в соответствии с будущими потребностями, начиная с небольших начальных затрат, модернизируя систему без прекращения функционирования уже используемых каналов, в режимах LH/ELH и поддерживая (в будущем) 40 Гбит/с каналы и диапазон S. Операционные расходы также минимизированы благодаря использованию лазеров с настройкой на длину волны (tunable lasers) и одинаковых оптических усилителей для различных узлов (уменьшает спектр запасных частей).

ONS 15808 поддерживает наложенные сети, передающие различные типы трафика на самые разные расстояния (региональные, национальные, интернациональные), обеспечивая максимальную канальную емкость. Более того, поддержка LH и ELH позволяет одной и той же системе передавать данные различных уровней/направлений (одновременная реализация международных каналов связи совместно с национальными/региональными). Таким образом, в пределах одного волокна могут передаваться как данные между узлами опорной международной сети, так и региональный трафик).

Система ONS15 808 позволяет операторам предоставлять высококачественные услуги благодаря системе защиты отдельных каналов, обеспечивающей миллисекундный уровень срабатывания. Встроенные возможности мониторинга сигналов от клиентских устройств совместно с контролем функционирования сети позволяют обеспечивать клиентам заданный уровень сервиса (SLA), постоянно контролировать его, а также предсказывать возможные места сбоя и ликвидировать их в плановом порядке, уменьшая суммарное время простоя сети.

В режиме LH система поддерживает прямо сейчас до 80 каналов в диапазоне С с четким планом миграции к 160 каналам (25 ГГц на канал) в последующих версиях. Система поддерживает передачу еще 40 каналов на расстояние 2000 км в режиме ELH. Режим ELH позволяет передавать информацию на 2000 км без электрической регенерации, используя параллельно с этим диапазон С для каналов LH. Добавление новых каналов как LH, так и ELH осуществляется без прекращения работы уже установленной системы.

К отличительным особенностям системы ONS15808 относятся:

- поддержка режимов LH и ELH в одном устройстве;
- поддержка механизма коррекции ошибок (Out-of-band Forward Error Correction, OOB FEC);
- оптические усилители EDFA и Рамана;
- полная интеграция с системой EMS/NMS Cisco Transport Manager;
- лазеры с настройкой на длину волны;
- модули мультиплексирования 4 x 2,5 Гбит/с и 8 x GigE в один канал 10 Гбит/с;
- модули мультиплексирования 4 x 10 Гбит/с в один канал 40 Гбит/с;
- будущая поддержка 25 ГГц на один канал.

ONS 15808 спроектирован с использованием уникальных оптических технологий и функций. Автоматический контроль мощности сигнала для каждого канала совместно с мощными транспондерами и механизмом самоподстройки, использующем OOB FEC, позволяет значительно повысить качество передаваемого сигнала. Более того, каждый оптический усилитель полностью контролирует разницу уровней выходных сигналов на разных каналах при помощи встроенных регулируемых оптических аттенуаторов (VOA). В зависимости от количества передаваемых каналов могут устанавливаться дополнительные «накачивающие» лазеры (pumps).

Специализированный алгоритм управления оптической мощностью управляет и регулирует уровни сигнала, передаваемого в одном направлении в зависимости от количества каналов, используемых в конкретный момент времени. Оптическая безопасность гарантируется поддержкой механизма автоматического выключения лазеров, в то же время специальный механизм предотвращает возможные сбои от мощных рамановских «накачивающих» лазеров.

Система ONS 15808 поддерживает функции инициирования/терминирования отдельных каналов (OADM) в режимах LH и ELH (до 50% всех каналов может быть инициировано/терминировано). Любой узел оптического усиления может быть переоборудован в OADM путем добавления необходимых компонентов (ничего менять не надо). Причем это не повлияет на функциональность всей системы.

ONS 15808 рассчитана на передачу оптических сигналов с пропускной способностью 2,5 Гбит/с и 10 Гбит/с (40 Гбит/с в дальнейшем), независимо от протоколов более высокого уровня (SDH, IP, ATM).

В системе используются три типа транспондеров:

- передающие транспондеры (Transmit Transponder, TT) – принимают сигнал от клиентского оборудования, производят преобразование длины волны и мощности сигнала для дальнейшей передачи через систему WDM в соответствии с рекомендацией ITU-T G.692;
- принимающие транспондеры (Receive Transponder, RT) – рассчитаны на прием сигнала из системы WDM с очень низким уровнем, осуществляют его распознавание и передачу качественного сигнала NRZ клиентскому оборудованию;
- линейные транспондеры (Line Transponders, LT) – используются для полной электрической регенерации (3R) сигнала.

В зависимости от необходимого сервиса могут использоваться следующие виды транспондеров:

- OC-48/ STM-16 с поддержкой OOB FEC,
- OC-192/ STM-64 с поддержкой OOB FEC,
- VSR транспондер OC-192/ STM-64,
- транспондер с мультиплексированием 8 потоков Gigabit Ethernet (Muxponder),
- транспондер с мультиплексированием 4 потоков STM-16 (Muxponder),
- транспондеры с настраиваемыми лазерами (20 каналов @ 50 ГГц).

Все оптические интерфейсы для подключения клиентского оборудования полностью соответствуют международным стандартам, описывающим оптические соединения (G.957 и G.691), что позволяет использовать систему ONS 15808 совместно с оборудованием других производителей.

Важным путем развития системы является внедрение сигнальных протоколов GMPLS, OIF UNI и NNI, разрабатываемых OIF и IETF. Все разработки в этой области призваны повысить эффективность управления и, соответственно, снизить операционные расходы на этапах внедрения, модернизации и обслуживания развитой оптической инфраструктуры.

Использование в системе кода коррекции ошибок, передаваемого параллельно с клиентским каналом (OOB FEC), позволяет повысить производительность системы в части соотношения сигнал/шум (OSNR), длины участка между двумя усилителями и количества поддерживаемых каналов. Код базируется на алгоритме Рида-Соломона (255, 239) и соответствует рекомендации ITU-T G.975. Получаемые при этом каналы функционируют с пропускной способностью 2,66 Гбит/с и 10,66 Гбит/с.

Помимо улучшения характеристик системы OOB FEC обеспечивает канал связи для управления, а также критичную информацию для мониторинга параметров отдельного канала – уровень ошибок (исправленных/ неисправленных), что позволяет не только определять уровень предоставляемого сервиса, но и принимать решение о перекоммутации канала в случае его деградации. Кроме того, эта функция позволяет определить распределение ошибок и в соответствии с ним управлять системой для достижения наилучшего уровня BER.

ONS 15808 постоянно контролирует ряд параметров в соответствии с рекомендацией ITU-T G.826, основываясь на информации поля В1 и данных системы коррекции ошибок. Эти параметры пересылаются на сервер управления (CTM) каждые 15 минут или 24 часа и включают:

- ES – Errored Seconds (после системы коррекции ошибок),
- SES – Severely Errored Seconds (после системы коррекции ошибок),
- BBE – Background Block Errors (после системы коррекции ошибок),
- UAS – UnAvailable Seconds (после системы коррекции ошибок),
- ECR – Error Corrected Rate,
- UCR – UnCorrected Rate.

Система ONS 15808 предлагает механизм защиты (резервирования) клиентского сигнала в случае, если это требуется, и протоколы более высокого уровня таких механизмов не имеют. Решение об использовании механизма Optical Channel Protection (OCP) может приниматься индивидуально для каждого отдельного канала, при этом гарантируется время переключения в несколько миллисекунд, что гарантирует его срабатывание до начала работы протоколов более высокого уровня. Система позволяет резервировать каждый отдельный канал, используя вышеупомянутый механизм.

OCP функционирует на терминальных узлах, обеспечивая резервирование 1+1 для отдельного канала. Механизм обеспечивает защиту канала, срабатывающую на одной из сторон без автоматического возврата. OCP логически размещается между клиентским оборудованием и системой WDM для резервирования путей.

OCP состоит из передающего и принимающего компонентов. В передающей подсистеме сигнал, приходящий от клиентского оборудования, разделяется и передается передающим транспондерам основного и резервного путей. В принимающей подсистеме сигнал от принимающих транспондеров основного и резервного путей поступает на оптический коммутатор 1x2, который осуществляет выбор сигнала и переключение в случае проблем на оптическом уровне. Выбранный сигнал затем поступает на клиентское оборудование.

Решение о переходе на резервный маршрут принимается не только в случае обрыва (Loss of Signal), но и при деградации сигнала (увеличение количества ошибок), определяемого по FEC, и наличии неверного сигнала (Loss of Modulation). Максимальное время восстановления с момента выхода из строя канала до полного восстановления составляет несколько миллисекунд. Кроме того, решение о переключении может быть сгенерировано с консоли или сервера управления.

Более подробная техническая информация о платформе Cisco ONS 15808 представлена на странице:

☛ <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/optical/ps2016/ps2018/index.html>

Таблица 50. Технические характеристики платформы Cisco ONS 15800

Параметры	Спецификации
Сервисные интерфейсы	SONET, SDH, IP, ATM
Оптический вход	OC-48/STM-16 OC-192/STM-64 10-Gbps parallel VSR 4:1 OC-48 muxponder
Число каналов	80 в диапазоне C @ 50 ГГц (LH) 40 в диапазоне L @ 50 ГГц (ELH) Возможно расширение до 160 каналов
Протяженность линии	LH: 80 каналов – 5 x 25 дБ ELH: 40 каналов – 20 x 22 дБ
Поддерживаемые типы оптического волокна	SMF-28, E-LEAF, TWC, TWRC, LS, DS, TeraLight

Продукты для построения системы управления и мониторинга

Сетевое управление является критически важной функцией, поддерживающей современные сети связи в рабочем состоянии. Сетевое управление позволяет операторам поддерживать сетевые услуги и обеспечивать их доставку с соблюдением гарантий качества, зафиксированных в соглашениях SLA.

Для успеха в конкурентной среде необходимо быстро выделять ресурсы для услуг, чтобы предоставлять эти услуги по требованию. Кроме того, необходима профилактическая поддержка, позволяющая предотвращать отказы и добиваться доступности систем на уровне 99,99999%. Этим целей невозможно добиться без надежных средств управления сетью, которые могут отслеживать и регистрировать все действия, способные повлиять на сетевую производительность.

Для управления оптическими сетями ключевым продуктом является Cisco Transport Manager.

Система управления оптическими сетями Cisco Transport Manager

Cisco Transport Manager (CTM) – это наиболее функциональная система управления оптическими транспортными сетями. CTM предоставляет обслуживающему персоналу и сетевым администраторам простой и удобный доступ к богатейшему спектру возможностей серии продуктов Cisco Optical Networking System (ONS) 15000.

Цель каждого сетевого администратора – это получение максимального результата от имеющихся сетевых ресурсов. С ростом конкуренции операторы уделяют все больше внимания времени окупаемости, скорости оказания услуг, гибкости сервисных соглашений и постоянному снижению операционных расходов. В постоянной погоне за улучшением сервиса и оптимизацией обслуживания CTM предлагает множество возможностей, которые и будут рассмотрены.

С встроенной поддержкой технологий SONET, SDH, DWDM, а также IP и Ethernet CTM – это реально интегрированная система управления оптическими транспортными сетями, полностью ориентированная на мультисервисные оптические сети. Использование продуктов серии Cisco ONS 15000 и CTM в качестве системы управления избавляет от внедрения множества EMS для каждой используемой технологии и, как следствие, ведет к сокращению начальных и операционных расходов.

CTM проектировался, разрабатывался и был сертифицирован для обеспечения высочайшей надежности. Поддержка и управление сетью – это постоянный процесс накопления информации, ее хранение и обработка. CTM создан для бесперебойной работы (24 x 7 x 52) и постоянного решения всех задач управления, полностью справляясь с максимальным количеством сетевых элементов (NE) и клиентских рабочих мест, даже в случаях мощных потоков алармов. Простои и потеря информации выливаются в расходы, и CTM обеспечивает надежность именно там, где это необходимо.

CTM базируется на стандартных в индустрии платформах, таких как SUN Solaris, Oracle 8 и Microsoft Windows, широко распространенных в современной Интернет-индустрии. CTM позволяет операторам поддерживать относительно низкую стоимость необходимых для его работы аппаратных и программных компонентов, а также использовать специалистов широкого профиля, знающих технологии, необходимые для его поддержки.

Система лицензирования CTM организована по принципу «платишь по мере роста» (Pay as you grow). Базовая система CTM – это начальный уровень, включающий необходимые пользовательские лицензии и права (right-to-use license) на управление сетевыми элементами, позволяющий управлять сетью в начале ее строительства. С ростом сети могут приобретаться дополнительные лицензии на клиентские места и поддержку сетевых элементов. Установка их предельно проста, что позволяет очень быстро нарастить возможности системы управления. В противовес начальной оплате за то, чем вы можете никогда не воспользоваться, CTM позволяет приобрести только необходимый минимум, обеспечив низкие начальные затраты, что важно для всех операторов и особенно актуально для альтернативных.

Поддерживая до 1000 сетевых элементов и 100 клиентских сессий на одном сервере CTM, позволяет избежать больших затрат на серверное аппаратное обеспечение. Добавление новых процессоров и дисков к уже используемому серверу позволяет в кратчайшие сроки наращивать мощность системы управления и развивать ее с ростом сети, избегая больших простоев, связанных с переходом на новый сервер. Прекрасная масштабируемость CTM позволяет сократить количество серверов, необходимых для управления сетью заданного размера, что в свою очередь ведет к сокращению начальных и операционных расходов.

Открытые интерфейсы к системам поддержки (OSS) – TL1, SNMP и CORBA – делают CTM гибкой составной частью как классических, так и вновь создаваемых систем OSS. CTM не только дотошно собирает и хранит всю необходимую информацию от сетевых элементов, но и делает эту информацию, а также свои функции управления доступными для компонентов OSS, используя для этого открытые протоколы. CTM является ключевым компонентом приложений, позволяющих транспортной сети автоматически реагировать на запросы клиентов, поступающие через специализированный портал.

Многие новые сетевые администраторы начинают внедрение своих сетей в одном регионе, на одном континенте, рассчитывая в течение нескольких лет выйти на новые рынки и оказывать услуги в международном масштабе. Заботясь о подобном развитии событий, CTM поддерживает сетевые элементы как ANSI, так и ETSI на одном сервере. Такая функциональность дает возможность использовать единый сервер CTM для всей оптической инфраструктуры, контролируя все участки сети – Европу, Азию, Америку... Возможность использовать и поддерживать единый сервер управления для глобальной оптической сети позволяет экономить дополнительные средства.

Все функции CTM доступны через графический интерфейс на клиенте. Нет необходимости запоминать какие-то команды. Дружественный и интуитивно понятный графический интерфейс CTM позволяет подготовить операторов очень быстро и, тем самым, очень быстро внедрить его в инфраструктуру центров управления (NOC, NMC). CTM удобно и эффективно предоставляет информацию и функции посредством детально проработанных окон и средств.

Эффективно используя парадигму Explorer для быстрого и простого доступа, CTM минимизирует количество действий, необходимых для решения самых популярных задач. Всестороннее использование средств автоматизации последовательности действий, подсказок, истории действий и контекстной помощи существенно упрощает работу оператора даже с редко используемыми функциями и повышает производительность персонала NOC.

CTM обеспечивает широкие возможности в таких областях, как инвентаризация, конфигурирование, управление неполадками, мониторинг производительности и управление безопасностью. Однако развитие CTM на этом не остановилось, и в него интегрируются и новые функции, и поддержка новых устройств.

Графический интерфейс клиента CTM предоставляет операторам богатейший набор функций, без которых немислимо управление оптической сетью. Такие компоненты, как Domain Explorer, Sub-Network Explorer и NE Explorer, базируются на парадигме Explorer, обеспечивая легкую навигацию внутри домена управления. Используя Domain Explorer, администратор может разделить домен управления на группы сетевых элементов. Отдельные группы потом могут быть делегированы разным операторам. NE Explorer отображает в графическом виде сетевой элемент, стойку, полку или модуль, позволяя оператору углубиться в параметры, описывающие конфигурацию модуля или его интерфейса. Карта доме-

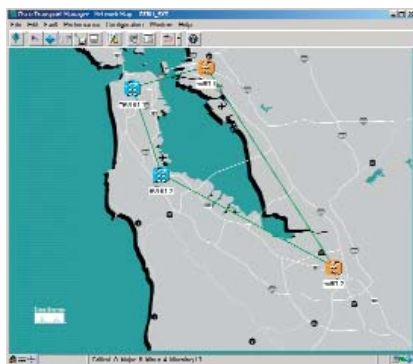


Рис. 20. CTM – карта сети

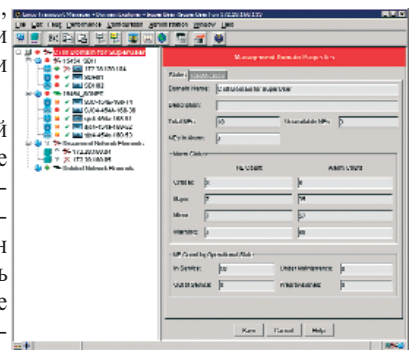


Рис. 21. CTM – Domain Explorer

на отображает географическое расположение элементов, причем для каждой группы сетевых элементов могут устанавливаться свои фоновые карты. Записываемая информация может быть представлена в виде различных таблиц. В табличном виде представляются алармы, события, инвентарная информация, пользователи и т. п. В большинстве случаев эти данные могут быть отсортированы, отфильтрованы и экспортированы в формате CSV, TSV или HTML.

СТМ автоматически распознает шасси и модули, установленные в сетевых элементах. При этом он поддерживает их базы данных, постоянно сверяя ее с реальным состоянием устройства. Инвентарная информация размещается в базе данных СТМ и может быть отображена, отсортирована и экспортирована. Конечно же по ней можно осуществлять поиск тех или иных компонент.

Постоянный сбор алармов, событий и состояний сетевых элементов – одна из основных функций СТМ. Состояние компонентов и важность событий как передаются через Explorer, так и отображаются на карте при помощи специальных иконок, комбинирующих закрашку и цвет. Подсистемы просмотра алармов и событий позволяют не только посмотреть на их список, но и отсортировать и отфильтровать их, а также экспортировать в другие приложения.

Система отображения алармов дает возможность подтвердить один, несколько или все алармы. Для того, чтобы не отвлекать внимание оператора в процессе определения неисправности и восстановления работоспособности сети, имеется специальный режим обслуживания, в котором информация об алармах, событиях и производительности сети не отображается.

Значительные преимущества, особенно на больших сетях, дают функции удаленного управления файлами. Это функции удаленного резервирования и восстановления конфигураций сетевых элементов и удаленная загрузка программного обеспечения. В конкретный момент все эти функции могут выполняться как с отдельным устройством, так и с группой. Проверка соответствия предоставляемых услуг соглашениям требует регулярного сбора информации о всех параметрах передачи. Однако объемы подобной информации могут быть значительными и требовать значительных ресурсов. Для сокращения используемых ресурсов СТМ позволяет определить сетевые элементы, с которых нужно собирать информацию, а также уточнить, какие именно параметры являются важными.

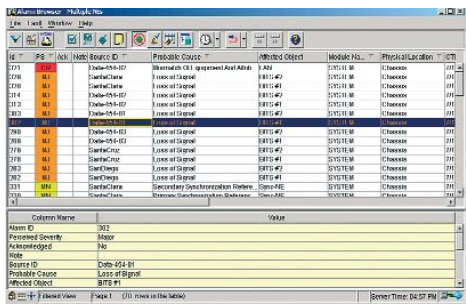


Рис. 22. СТМ – вывод алармов

СТМ поддерживает до 500 пользовательских записей. Каждый из пользователей может принадлежать одному из трех уровней доступа: Administrator, Provisioner или Operator. Для обеспечения целостности системы аутентификации СТМ позволяет устанавливать возраст паролей, время неактивности соединения, а также блокировать отдельные учетные записи. Кроме того, Administrator может терминировать соединение любого оператора. Система протоколирования позволяет контролировать действия оператора и, тем самым, определять, несут ли его действия угрозу работоспособности сети.

СТМ позволяет автоматизировать процессы управления, выступая в качестве промежуточного слоя, предоставляющего необходимую информацию и функциональность по протоколам TL1 и SNMP. Используя SNMP, СТМ может пересылать сообщения на систему управления на базе IP, в то время как интерфейс TL1 позволяет передавать алармы, события и статистические данные, а также дает возможность получить доступ ко всем функциям управления сетевого элемента.

Система управления Cisco Transport Manager поддерживает управление следующими устройствами:

- Cisco ONS 15200;
- Cisco ONS 15216;
- Cisco ONS 15302;
- Cisco ONS 15305;
- Cisco ONS 15454;
- Cisco ONS 15501;
- Cisco ONS 15530;
- Cisco 15540 ESP;
- Cisco ONS 15540 ESPx;
- Cisco ONS 15600;
- Cisco ONS 15800;
- Cisco ONS 15801;
- Cisco ONS 15808.

Более подробная информация о системе управления СТМ представлена на странице:

☛ <http://www.cisco.com/en/US/products/sw/opticsw/ps2204/index.html>

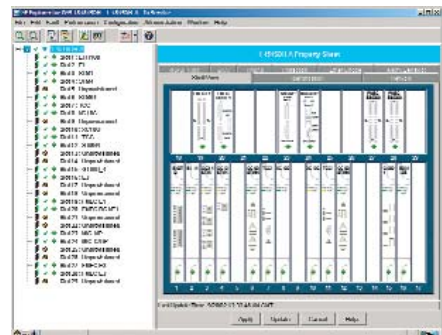


Рис. 23. СТМ – NE Explorer

Cisco Info Center – распределенная система мониторинга

Cisco Info Center (CIC) представляет собой распределенную систему мониторинга, входящую в состав портфеля Cisco Internet OSS. Работая на сервисном и сетевом уровнях, CIC тесно взаимодействует с другими средствами управления Cisco OSS и поддерживает (на уровне услуг) ориентированный на заказчика мониторинг и разделение сетей для услуг. Средства мониторинга и диагностики CIC, работающие на уровне услуг, поддерживают мониторинг сетевых отказов и сетевой производительности, изоляцию сетевых проблем и управление на уровне услуг в реальном времени. Основное назначение CIC заключается в разгрузке операторов несущественными событиями на сети и дает им возможность сосредоточиться на работе с важными сетевыми событиями. Для этого используется сочетание правил обработки аварийных сигналов, фильтрации, настройки просмотра аварийных сигналов и разделения (partitioning) зон ответственности. CIC базируется на архитектуре клиент/сервер и может быть использован в сетях любого масштаба. Он хорошо настраивается и может консолидировать, дедуплицировать, фильтровать и коррелировать информацию об отказах, поступающую с разных сетевых уровней.

CIC базируется на технологии Netcool® от компании Micromuse с рядом усовершенствований, внедренных Cisco. Усовершенствования Cisco включают настраиваемые медиаторы менеджеров сетевых элементов, средства предварительной автоматизации, готовые решения по интеграции с другими продуктами Cisco и много другое.

CIC упрощает работу с помощью автоматизации и интеграции в единой среде аварийных сигналов и данных о событиях, поступающих от устройств, основанных на разных технологиях и поставленных разными производителями. К основным преимуществам решений, построенных на базе Cisco Info Center, можно отнести:

- Хорошо настраиваемый механизм корреляции событий CIC позволяет операторам интерпретировать данные и настраивать действия для автоматического реагирования на определенные события.
- CIC поддерживает средства разных производителей, основанные на разных технологиях. CIC не зависит от технологии сетевых элементов, что позволяет создавать полномасштабный централизованный центр управления отказами.
- Мониторинг на уровне услуг упрощает процесс мониторинга услуг, позволяя провайдерам отслеживать услуги, основанные на множестве технологий и ресурсов.

Гибкое определение разделов и фильтров событий в CIC позволяет операторам связи отслеживать состояние услуг, опирающихся на множество технологий и ресурсов. Таким образом, мониторинг услуги включает мониторинг всех сетевых элементов, составляющих эту услугу. Операторы могут использовать CIC для создания абстрактных взглядов и предоставления подписчикам данных о состоянии услуг. При этом данные будут предоставляться каждому заказчику в стандартном виде в соответствии с определением услуги. Эта функция упрощает мониторинг услуг, предоставляемых заказчикам.

Тесная интеграция Cisco Info Center и Cisco Transport Manager позволяет построить полностью законченное решение по мониторингу и управлению оптической сетью.

Более подробная информация о продукте Cisco Info Center представлена на странице:

☛ <http://www.cisco.com/en/US/products/sw/netmgmtsw/ps996/index.html>

Заключение

Компания Cisco Systems продолжает развивать передовые технологии передачи данных и построения оптических магистральных сетей. Объединение этих двух ключевых направлений в семействе решений COMET (Complete Optical Multiservice Edge and Transport) позволяет предложить нашим заказчикам уникальные по функциональности решения.

Текущие и планируемые направления разработки включают новые сервисы, оптические интерфейсы с увеличенной дальностью, увеличение плотности, интеграцию программного обеспечения Cisco IOS® для построения сетей IP и MPLS, передачу видеосигналов, развитие Cisco Transport Manager и многое другое.

Основываясь на большом опыте проектирования и построения оптических сетей, компания Cisco Systems будет развивать семейство решений COMET для сетей корпоративных заказчиков и операторов связи, чтобы обеспечить увеличение скорости внедрения новых услуг и их разнообразия, плотности портов и производительности.

Дополнительная информация по решениям компании Cisco Systems в области оптических сетей представлена на странице:

☛ <http://www.cisco.com/go/optical>

Составители:

Александр Бахаревский – системный инженер, CCIE
Дмитрий Шокарев – системный инженер, CCIE



Cisco Systems
Россия, 113054 Москва
бизнес центр "Риверсайд Тауэрз"
Космодамианская наб., 52
Стр. 1, 4-й этаж
Тел.: +7 (095) 961 14 10
Факс: +7 (095) 961 14 69
Internet: www.cisco.ru
www.cisco.com

Cisco Systems
Казахстан, 480099 Алматы
бизнес центр "Самал 2"
Ул. О. Жолдасбекова, 97
блок А2, этаж 14
Тел.: +7 (3272) 58 46 58
Факс: +7 (3272) 58 46 60
Internet: www.cisco.ru
www.cisco.com

Cisco Systems
Украина, 252004 Киев
бизнес центр "Горайзон Тауэрз"
Ул. Шовковична, 42-44, этаж 9
Тел.: (044) 490 36 00
Факс: (044) 490 56 66
Internet: www.cisco.ua
www.cisco.com

Cisco Systems has more than 200 offices in the following countries. Addresses, phone numbers, and fax numbers are listed on the
Cisco Connection Online Web site at <http://www.cisco.com>.
[//www.cisco.ru](http://www.cisco.ru).

Argentina • Australia • Austria • Belgium • Brazil • Canada • Chile • China (PRC) • Colombia • Costa Rica • Czech Republic • Denmark
England • Finland • France • Germany • Greece • Hungary • India • Indonesia • Ireland • Israel • Italy • Japan • Korea • Luxemburg • Malaysia
Mexico • The Netherlands • New Zealand • Norway • Peru • Philippines • Poland • Portugal • Russia • Saudi Arabia • Scotland • Singapore
South Africa • Spain • Sweden • Switzerland • Taiwan, ROC • Thailand • Turkey • United Arab Emirates • United States • Venezuela

Copyright © 2004 Cisco Systems Inc. All rights reserved. Printed in Russia. Cisco IOS is the trademark; and Cisco, Cisco Systems, and the Cisco Systems logo are registered trademarks of Cisco Systems, Inc. in the U.S. and certain other countries. All other trademarks mentioned in this document are the property of their respective owners.