

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИЙ MPLS И GMPLS

Горюнов А.А., Руккас К.М., Овчинников К.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

(61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14, каф. ТКС)

e-mail: sqrt-avers@mail.ru

Multi-Protocol Label Switching (MPLS) provides a mechanism for forwarding packets for any network protocol. Since then its capabilities have expanded massively, for example to support service creation (VPNs), traffic engineering, network convergence, and increased resiliency. MPLS similarly uses IP addresses, either IPv4 or IPv6, to identify end points and intermediate switches and routers. This makes MPLS networks IP-compatible and easily integrated with traditional IP networks. However, unlike traditional IP, MPLS flows are connection-oriented and packets are routed along pre-configured Label Switched Paths (LSPs). Generalized Multiprotocol Label Switching (GMPLS) enhances MPLS architecture by the complete separation of the control and data planes of various networking layers.

1 Введение в технологию MPLS

MPLS (Multiprotocol Label Switching — многопротокольная коммутация по меткам) представляет собой механизм в высокопроизводительной телекоммуникационной сети, осуществляющий передачу данных от одного узла сети к другому с помощью меток. MPLS позволяет достаточно легко создавать виртуальные каналы между узлами сети. Так же данная технология позволяет инкапсулировать различные протоколы передачи данных. MPLS является масштабируемым и независимым от каких-либо протоколов механизмом передачи данных. Основным преимуществом MPLS является независимость от особенностей технологий канального уровня, таких как ATM, Frame Relay, SONET/SDH или Ethernet и отсутствия необходимости поддержания нескольких сетей второго уровня, необходимых для передачи различного рода трафика. По виду коммутации MPLS относится к сетям с коммутацией пакетов.

Технология MPLS основана на обработке заголовка MPLS, добавляемого к каждому пакету данных. Заголовок MPLS может состоять из одной или нескольких "меток". Несколько записей (меток) в заголовке MPLS называются стеком меток (рис.1).

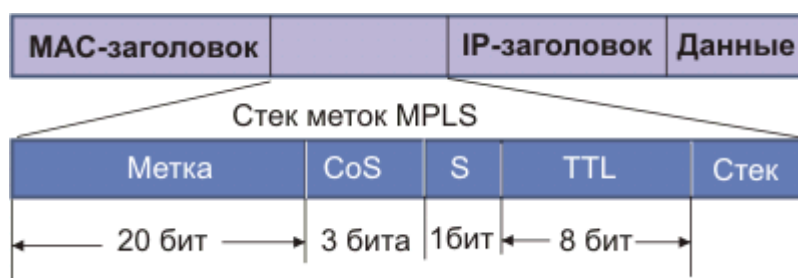


Рис. 1 – Стек меток MPLS

В MPLS маршрутизаторе пакет с MPLS меткой коммутируется на следующий порт после поиска метки в таблице коммутации вместо поиска в таблице маршрутизации. Как упоминалось выше, при разработке MPLS, поиск меток и коммутация по меткам выполнялись быстрее, чем поиск в таблице маршрутизации или RIB (Routing Information Base — информационная база маршрутизации), так как коммутация может быть выполнена непосредственно на коммутационной фабрике вместо центрального процессора. Маршрутизаторы, расположенные на входе или выходе MPLS сети называются LER (Label Edge Router - граничный маршрутизатор). LER на входе в MPLS сеть добавляют метку MPLS к пакету данных, а LER на выходе из MPLS сети удаляет метку MPLS из пакета данных. Маршрутизаторы, выполняющие маршрутизацию пакетов данных, основываясь только на значении метки, называются LSR (Label Switching Router — коммутирующий маршрутизатор). В некоторых случаях пакет данных, поступивший на порт LER, уже может содержать метку, тогда новый LER добавляет вторую метку в пакет данных. Мет-

ки между LER и LSR распределяются с помощью LDP (Label Distribution Protocol - протокол распределения меток). Для того чтобы получить полную картину MPLS сети LSR постоянно обмениваются метками и информацией о каждом соседнем узле, используя стандартную процедуру. Виртуальные каналы (туннели), называемые LSP (Label Switch Path - Пути коммутации меток) устанавливаются для решения различных задач, например для организации виртуальных частных сетей, или для передачи трафика через MPLS сеть по указанному туннелю. Во многом LSP ничем не отличается от PVC в сетях ATM или Frame Relay за исключением того, что LSP не зависят от особенностей технологий канального уровня. Существует два стандартных протокола управления туннелями в MPLS сети: LDP и RSVP-TE, расширение RSVP (Resource Reservation Protocol — протокола резервирования сетевых ресурсов) для оптимизации и управления трафиком. Также существуют расширения протокола BGP, способные управлять виртуальными каналами в MPLS сети. Заголовок MPLS не указывает тип данных, передаваемых в MPLS туннеле. В случае, если возникает необходимость передать два различных типа трафика между двумя маршрутизаторами так, чтобы они по-разному обрабатывались маршрутизаторами ядра сети MPLS, необходимо установить два различных MPLS туннеля для каждого типа трафика.

2 Сравнительная характеристика MPLS с GMPLS

GMPLS (Generic Multiprotocol Label Switching - Обобщенный MPLS) отличается от традиционного MPLS тем, что он поддерживает много типов коммутации, TDM - волоконную коммутацию. Изначально на базе MPLS была разработана технология MPLS (Multiprotocol Wavelength Switching - многопротокольная коммутация по длине волны), затем её доработали и создали GMPLS. Поддержка дополнительных видов коммутации вынуждает обобщенный протокол MPLS расширить некоторые базовые функции MPLS и, в некоторых случаях добавить определенные функции. Эти изменения и добавления оказывают влияние на то, как осуществляются запросы и транспортировка меток, как пересылаются сообщения об ошибках и как выполняется синхронизация на входе и на выходе. В традиционном управлении трафиком MPLS TE, каналы, через которые проходит LSP, могут содержать сегменты с разной кодировкой меток. Обобщенный MPLS осуществляет расширение функциональности путем включения каналов, где метка кодируется как временной домен, длина волны, или позиция в физическом пространстве. Также как и в традиционном MPLS TE, где не все LSR могут распознавать границы IP-пакетов (напр., ATM-LSR) при переадресации, обобщенный MPLS включает в себя поддержку LSR, которые не распознают границ IP-пакетов. В традиционном MPLS TE LSP, который транспортирует IP, должен начинаться и завершаться в маршрутизаторе. Обобщенный MPLS требует, чтобы LSP начинался и завершался в LSR того же типа. Кроме того, в обобщенном MPLS тип данных, который транспортируется через LSP, может включать в себя SONET/SDH, GE или 10Гбитный Ethernet. Эти изменения традиционного MPLS отражаются в механизме запроса и переноса меток. Другим базовым отличием традиционного и не-PSC типа обобщенного LSP MPLS, является то, что полоса пропускания, выделяется для LSP дискретными порциями. Заметим, что использование FA (Forwarding Adjacencies), предоставляет механизм, который может улучшить использование полосы пропускания, когда выделение полосы осуществляется дискретным образом, а также механизм агрегирования состояния переадресации, что может сократить требуемое число меток. Обобщенный MPLS допускает возможность предложения метки вышестоящим узлом. Это предложение может быть отвергнуто нижестоящим узлом, за счет увеличения времени установления LSP. Предлагаемая метка представляет ценность, когда LSP устанавливается через определенное оптическое оборудование, где конфигурирование системы коммутации может быть долгим. Если метки и, следовательно, оптическая система коммутации сконфигурированы в обратном порядке (норма), может потребоваться задержать сообщение MAPPING/Resv на десятки миллисекунд на один шаг, для того чтобы установить маршрут переадресации. Предлагаемая метка может быть полезной также при

восстановлении в случае отказа узла. Обобщенный MPLS расширяет понятие ограничения диапазона меток, которые могут быть выбраны нижестоящим узлом. В обобщенном MPLS, входной или другой вышестоящий узел может ввести ограничения на метки, которые могут быть использованы в LSP. Эта особенность пришла из оптической области, где бывают случаи, когда длины волн, используемые в пределах маршрута, должны быть ограничены узким диапазоном или даже одной длиной волны. В то время как традиционный трафик, формируемый MPLS является однонаправленным, обобщенный MPLS поддерживает установление двунаправленных LSP. Необходимость двунаправленных LSP вызвана не-PSC приложениями. Существует много причин, зачем нужны такие LSP, в частности конкуренция за ресурсы при формировании LSP с привлечением разных сигнальных сессий, и упрощение процедур восстановления при ошибках в случае не-PSC. Двунаправленные LSP имеют также преимущества малой задержки установления канала и малого числа сообщений при реализации этого процесса. Обобщенный MPLS поддерживает специфические метки для специальных интерфейсов, поддерживает также специальные механизмы RSVP для быстрого уведомления об ошибках. Обобщенный MPLS формализует возможное разделение каналов управления и данных. Такая поддержка особенно важна для поддержки технологий, где управление трафиком не может осуществляться в рамках информационного потока. Обобщенный MPLS также позволяет использование параметров, специфических для сигнальной технологии. Для расширения области применения MPLS в сферу оптики и временных доменов, необходимо несколько новых форм меток. Эти новые формы меток называются "обобщенными метками" (рис. 2). Обобщенная метка содержит достаточно информации, чтобы позволить принимающему узлу программировать коммутацию вне зависимости от типа этого соединения. Заметим, что, так как узлы, посылающие и принимающие новые формы меток, знают, какой тип канала они используют, обобщенная метка не содержит поля тип, вместо этого предполагается, что узлы знают из контекста, какие метки следует ожидать.

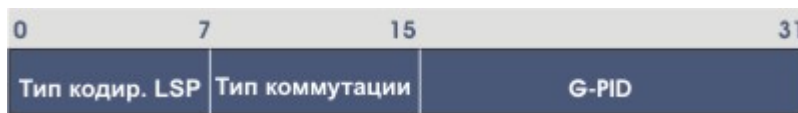


Рис. 2 – Метки GMPLS

Обобщенная метка расширяет функциональность традиционной метки, допуская представление не только меток, которые транспортируются соответствующими информационными пакетами, но также меток, которые идентифицируют временные домены, длины волн, или пространственное мультиплексирование по положению. Например, обобщенная метка может содержать данные, которые представляют (а) одно волокно из пучка, (b) один волновой диапазон в волокне, (c) одну длину волны из диапазона (или волокна), или (d) набор временных доменов для заданной длины волны (или волокна). Метка может также нести данные о базовой метке MPLS, метке Frame Relay, или метке ATM (VCI/VPI). Обобщенная метка не идентифицирует класс, к которому принадлежит метка. Это определяется возможностями мультиплексирования канала, где используется метка. Обобщенная метка несет в себе лишь метку одного уровня, т.е., она не является иерархическим объектом. Когда требуется несколько уровней меток (LSP внутри LSP), каждый LSP должен быть сформирован отдельно. Каждый TLV-объект обобщенной метки несет в себе параметр метки переменной длины. В контексте коммутации по диапазонам длин волн метка имеет формат (рис. 3):

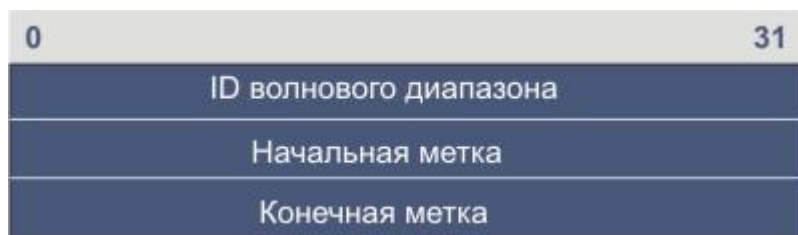


Рис. 3 – Метки MPLS

Таблица 1 – Сравнение MPLS и GMPLS

MPLS	GMPLS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие возможности использования оптической коммутации. 2. Меньшая функциональность, ограниченная возможными видами коммутаций. 3. Трафик, формируемый MPLS является однонаправленным. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поддержка дополнительных видов коммутаций (TDM и т.д.). 2. Расширенное количество базовых функций как следствие использования дополнительных видов коммутаций. 3. Метка кодируется как временной домен, длина волны, или позиция в физическом пространстве 4. Полоса пропускания, выделяется для LSP дискретными порциями. 5. GMPLS расширяет понятие ограничения диапазона меток. 6. Трафик, формируемый GMPLS является двунаправленным.

Выводы:

Такие недостатки в MPLS как отсутствие возможности организации связи по оптике или включение в действующую сеть таких популярных систем как DWDM дали повод для доработки и создания технологии GMPLS. Отдельные достоинства и недостатки приведены в таблице 1. Однако у этих технологий есть один общий недостаток (с точки зрения безопасности) - он может применяться только для связи "сеть - сеть" и не применим для соединения с отдельными узлами. Есть и второй недостаток - данные разных пользователей хоть и не смешиваются, но все-таки к ним можно получить доступ, прослушивая сетевой трафик. Кроме того, провайдер, предлагающий услуги MPLS будет иметь доступ ко всей передаваемой информации.

Литература:

1. Вивек Олвейн – Структура и реализация современной технологии MPLS. – Cisco Press; 2004. – 480с.
2. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С.. Технология и протоколы MPLS. — СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2005. — 304 с.
3. Awduche, D., Berger, L., Gan, D., Li, T., Srinivasan, V. и G. Swallow, "RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels", RFC 3209, December 2001.
4. Berger, L., Editor "Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Signaling - Resource ReserVation Protocol-Traffic Engineering (RSVP-TE) Extensions", RFC 3473, January 2003.
5. Ashwood-Smith, P. и L. Berger, Editors, "Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Signaling - Constraint-based Routed Label Distribution Protocol (CR-LDP) Extensions", RFC 3472, January 2003