

Тема 12. Технологія MPLS

MPLS (Multiprotocol Label Switching – багатопроTOCOLЬНА комутація за мітками) – механізм високопродуктивної телекомунікаційної мережі, що здійснює передачу даних від одного вузла мережі до іншого за допомогою міток.

MPLS є масштабованим та незалежним від будь-яких протоколів механізмом передачі даних. У мережі, що базується на MPLS, пакетам даних присвоюються мітки. Рішення про подальшу передачу пакета даних іншому вузлу мережі здійснюється лише на підставі значення присвоєної мітки без необхідності вивчення самого пакету даних. За рахунок цього можливе створення наскрізного віртуального каналу, незалежного середовища передачі і використання будь-якого протоколу передачі даних.

12.1 Переваги

MPLS дозволяє достатньо легко створювати віртуальні канали між вузлами мережі.

Технологія дозволяє інкапсулювати різні протоколи передачі.

Основною перевагою MPLS є:

- незалежність від особливостей технологій канального рівня, таких як ATM, Frame Relay, SONET/SDH чи Ethernet;
- відсутність необхідності підтримки кількох мереж другого рівня, необхідні передачі різного роду трафіку.

Технологія MPLS була розроблена для організації єдиного протоколу передачі даних як для додатків з комутацією каналів, так і додатків з комутацією пакетів (маються на увазі додатки з датаграмною передачею пакетів). MPLS може бути використаний для передачі різного виду трафіку, включаючи IP-пакети, комірки ATM, кадри SONET/SDH та кадри Ethernet.

Для вирішення ідентичних завдань раніше були розроблені такі технології, як Frame Relay та ATM. Багато інженерів вважали, що технологія ATM буде замінена іншими протоколами з меншими накладними витратами на передачу

даних і такими, що забезпечують передачу пакетів даних змінної довжини з встановленням з'єднання між вузлами мережі. Технологія MPLS розроблялася з урахуванням сильних та слабких сторін ATM. В даний час обладнання з підтримкою MPLS замінює на ринку обладнання з підтримкою вищезгаданих технологій.

Зокрема, MPLS обходиться без комутації комірок та набору сигнальних протоколів, притаманних ATM. При розробці MPLS прийшло розуміння того, що на рівні ядра сучасної мережі немає необхідності в комірках ATM маленького фіксованого розміру, оскільки сучасні оптичні мережі мають таку велику швидкість передачі даних, що навіть пакет даних максимальної довжини в 1500 байт відчуває незначну затримку в чергах буферів комутаційного обладнання (необхідність скорочення таких затримок, наприклад, для забезпечення заданої якості голосового трафіку, вплинула на вибір комірок малого розміру, характерних для ATM).

У той же час в MPLS спробували зберегти механізми оптимізації та керування трафіком (teletraffic engineering) та керування окремо від потоку даних, що передаються, які зробили технології Frame relay і ATM привабливими для впровадження у великих мережах передачі даних.

Незважаючи на те, що перехід на MPLS дає переваги керування потоками даних (покращення надійності та підвищення продуктивності мережі), існує проблема втрати контролю потоків даних, що проходять через мережу MPLS з боку звичайних IP-програм.

12.2 Принцип роботи

Технологія MPLS ґрунтується на обробці заголовка MPLS, що додається до кожного пакету даних. Заголовок MPLS може складатися з однієї або кількох «міток». Декілька записів (міток) у заголовку MPLS називаються стеком міток.

Кожен запис у стеку міток складається з наступних чотирьох полів:

- значення мітки (label); займає 20 біт;

- поле «клас трафіку» (traffic class); використовується для реалізації механізмів якості обслуговування (QoS) та явного повідомлення про навантаження (explicit congestion notification, ECN); займає 3 біти;
- прапорець «дно стеку» (bottom of stack); якщо прапорець встановлений в значення 1, це означає, що поточна мітка остання в стеку; займає 1 біт;
- поле TTL (time to live); використовується для запобігання петель MPLS комутації; займає 8 біт.

У MPLS-маршрутизаторі пакет з MPLS-міткою комутується на наступний порт після пошуку мітки в таблиці комутації замість пошуку таблиці маршрутизації. При розробці MPLS пошук міток та комутація за мітками виконувались швидше, ніж пошук за таблицею маршрутизації або RIB (routing information base – інформаційна база маршрутизації), оскільки комутація може бути виконана безпосередньо на комутаційній фабриці замість центрального процесора.

Маршрутизатори, розташовані на вході чи виході MPLS-мережі, називаються LER (Label Edge Router – граничний маршрутизатор міток). LER на вході в MPLS-мережа додають мітку MPLS до пакету даних, а LER на виході з mpls-мережі видаляє мітку MPLS з пакету даних. Маршрутизатори, що виконують маршрутизацію пакетів даних, ґрунтуючись лише на значенні мітки, називаються LSR (Label Switching Router – маршрутизатор, що комутує за мітками). У деяких випадках пакет даних, що надійшов на порт LER, може містити мітку, тоді новий LER додає другу мітку в пакет даних.

Мітки між LER та LSR розподіляються за допомогою LDP (Label Distribution Protocol – протокол розподілу міток). Для того, щоб отримати повну картину MPLS-мережі, LSR постійно обмінюються мітками та інформацією про кожен сусідній сайт, використовуючи стандартну процедуру. Віртуальні канали (тунелі), які називають LSP (Label Switch Path – шляхи комутації міток), встановлюються провайдерами для вирішення різних завдань, наприклад, для організації VPN (віртуальна приватна мережа) або для передачі трафіку через мережу MPLS за вказаним тунелем.

При описі віртуальних приватних мереж, заснованих на технології MPLS, LER, розташовані на вході або виході мережі, зазвичай називаються PE-маршрутизаторами (Provider Edge – маршрутизатори на межі мережі провайдера), а вузли, що працюють як транзитні маршрутизатори, називаються P-маршрутизаторами (Provider – маршрутизатори провайдера).

11.3 Простір значень міток

Поле значення мітки MPLS заголовку займає 20 біт, таким чином максимально можливе значення мітки дорівнює 1048575.

Наступні номери міток зарезервовані для різних цілей:

- мітка з номером 0 може використовуватися тільки як остання мітка в стеку. Наявність мітки 0 означає, що заголовок MPLS повинен бути видалений і наступна маршрутизація пакету повинна ґрунтуватися на значенні IPv4 заголовку;
- мітка з номером 1 має особливу назву – *мітка повідомлення маршрутизатора (router alert label)*. Використання мітки 1 аналогічне використанню опції «Router alert option» при передачі в IP-пакетах. Мітка 1 не може використовуватися як остання мітка в стеку;
- мітка з номером 2 може використовуватися тільки як остання мітка в стеку. Наявність мітки 2 означає, що заголовок MPLS повинен бути видалений і наступна маршрутизація пакету повинна ґрунтуватися на значенні IPv6 заголовку;
- мітка з номером 3 має особливу назву – *неявна нульова мітка (implicit NULL label)*. Мітку 3 може присвоювати і розсилати LSR, але мітка насправді ніколи не може використовуватися в стеку міток. Якщо LSR зустріне цю мітку в стеку міток, то замість заміни однієї мітки на іншу LSR видалить весь стек міток. Хоча насправді мітка 3 не може з'явитися в стеку міток, вона повинна бути вказана LDP;
- мітки з номерами від 4 до 15 зарезервовані.

12.4 Встановлення та видалення тунелів

Для мережі MPLS існує два стандартні протоколи керування тунелями:

- LDP (Label Distribution Protocol – протокол розподілу за мітками);
- RSVP-TE (Resource reSerVation Protocol for Traffic Engineering) – розширення протоколу RSVP для оптимізації та управління трафіком.

Також є розширення протоколу BGP, здатні керувати віртуальними каналами в мережі MPLS.

Заголовок MPLS не вказує тип даних, що передаються в MPLS-тунелі. Якщо виникла потреба передачі двох різних типів трафіку між двома маршрутизаторами так, щоб вони по-різному оброблялися маршрутизаторами ядра мережі MPLS, потрібно встановити два різні MPLS-тунелі для кожного типу трафіку.

12.5 Порівняння MPLS та IP

MPLS як протокол некоректно порівнювати з протоколом IP, оскільки MPLS працює спільно з IP та протоколами маршрутизації (IGP).

Основні переваги технології IP/MPLS:

- більш висока швидкість просування IP-пакетів мережі за рахунок скорочення часу обробки маршрутної інформації;
- можливість організації інформаційних потоків у каналах зв'язку. За допомогою міток кожному інформаційному потоку (наприклад, телефонному трафіку) може призначатися необхідний клас обслуговування (CoS). Потоки з вищим CoS отримують пріоритет перед іншими потоками. Таким чином, за допомогою MPLS забезпечується якість обслуговування (QoS), властива мережам SDH та ATM;
- повне відокремлення один від одного віртуальних корпоративних мереж за рахунок створення кожної з них своєрідних тунелів;
- прозорий пропуск через ядро IP/MPLS трафіку протоколів Ethernet, Frame relay або ATM, що дозволяє підключати користувачів, які використовують всі ці протоколи.