

## ВИБІР МЕТОДУ УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ В ПАКЕТНИХ МЕРЕЖАХ

**Гаттуров В.К., Ципанов В.А.**

*Інститут телекомунікаційних систем*

*E-mail: v.tsipanov@hotmail.com*

### **Selection of traffic management method in packet-switched networks**

This article deals with the methods of traffic management in packet-switched networks. It is demonstrated that those methods are insufficient for channel reservation, load balancing and overload prevention. MPLS-TE is described in this article as a solution for the problems stated above.

Розвиток інформаційних телекомунікаційних мереж обумовлює важливість вирішення задачі управління трафіком при використанні технології пакетної передачі даних. В даний час використовується кілька методів управління трафіком в IP мережах:

1. Динамічна маршрутизація (RIP, OSPF, IGRP, BGP) і т.д.). В цьому випадку відсутні засоби резервування смуги, але є механізм зміни маршруту при зміні значень метрики або через вихід з ладу вузла, обриву каналу тощо. Деякі з таких протоколів (OSPF, IGRP) можуть будувати окремі таблиці маршрутизації для кожного рівня TOS / QOS, але метрики для кожного рівня задаються мережевим адміністратором. Тут є можливість використання паралельних потоків з метою збільшення пропускну здатності. Ці протоколи працюють тільки в межах однієї автономної системи (AS). Протокол BGP, що використовується для прокладання шляхів між автономними системами нездатний враховувати рівень TOS / QoS (використовує алгоритм вектора відстані, що пов'язано з труднощами узгодження значень метрик стану каналу адміністраторами різних AS). Нова версія багатопротокольного розширення MP-BGP створена спеціально для спільної роботи з MPLS при формуванні віртуальних мереж, але і вона не враховує TOS / QoS.

2. Формування віртуальних мереж на рівнях L2 і L3. Протоколи VLAN забезпечують підвищений рівень безпеки, але не здатні резервувати смугу пропускання. До цього типу належить і протокол MPLS.

3. Резервування смуги в наявному віртуальному каналі (протокол RSVP). RSVP може працювати з протоколами IPv4 і IPv6. Протокол досить складний для параметризації і тому для вирішення цього завдання був розроблений протокол COPS, який істотно полегшує параметризацію. Функція COPS схожа на завдання мови RPSL для маршрутизації.

4. Автоматичне резервування смуги при формуванні віртуального каналу процедурою SETUP в мережах ATM, ISDN, DQDB, Frame Relay і т.д. Управління чергами здійснюється апаратно, але базові параметри можуть задаватися програмно. Програми управління трафіком MPLS дозволяють розширюють можливості L2 мереж ATM і Frame Relay.

5. Використання пріоритетів в рамках протоколу IPv6. Можливість прикріплення до потоків міток полегшує, наприклад, розподіл аудіо- і відеоданих.

6. Управління перевантаженням (вікно перевантаження в TCP, ICMP (4) для UDP-потоків (ICMP L2 і т.д.).[1]

Варто звернути увагу, що жоден із наведених вище методів не може одночасно вирішити такі актуальні проблеми управління трафіком, як резервування каналів, розподіл завантаження мережі, балансування та запобігання перевантажень. Однак, є механізм управління трафіком заснований на технології MPLS – MPLS TE.

Основний механізм TE в MPLS - використання односпрямованих тунелів (тунель MPLS TE) для завдання шляху проходження певного трафіку. Наприклад, для одного виду трафіку, наприклад високопріоритетного голосового можна прокласти один шлях через мережу, а для низькопріоритетного – інший. Так як тунелі є односпрямованими, то зворотний шлях може бути зовсім іншим.

Технологічно MPLS TE ґрунтується на формуванні маршрутів проходження пакетів (LSP) через мережу за допомогою механізму створення тунелів (MPLS Tunnel), який у свою чергу базується на стекуванні міток (Labels Stack).

Примітивний MPLS TE можна забезпечити, вручну встановивши тунелі, відповідні потрібним напрямками проходження трафіку.

Однак повний комплекс заходів MPLS TE виглядає дещо складніше і умовно розбивається на наступні стадії (етапи).

#### 1. Організація MPLS домену.

Існує певна мережева топологія, що складається з набору маршрутизаторів і каналів з певними властивостями між ними (смуга пропускання та інше).

#### 2. Накладання обмежень.

У MPLS домені включається механізм TE і описуються мінімальні вимоги до мережі: початкові і кінцеві точки проходження трафіку, графи шляхів між ними (не обов'язково всі) і методи обчислення маршрутів по них (явний чи динамічний), необхідна смуга пропускання.

#### 3. Вивчення параметрів мережевого середовища.

Для поширення інформації про канали (атрибутих лінків) використовується механізм розширення протоколів маршрутизації (протоколів стану лінків: IS-IS, OSPF).

В результаті кожен маршрутизатор отримує розширену топологічну інформацію про мережі, що включає пропускну здатність кожного каналу зв'язку (лінка). Таким чином отримується база лінків і їх станів.

4. Обчислення шляхів проходження трафіку у відповідності з адміністративними вимогами і можливостями мережі.

На граничних вхідних (по відношенню до потоку трафіку) маршрутизаторах виконується спеціальний алгоритм Constrained Base Algorithm, що враховує політику вибору кращого шляху для LSP тунелю (тобто набір роутерів, через які передавати трафік): як можливості каналів, так і адміністративні вимоги (межі MPLS домену, смуга пропускання). Алгоритм перебирає лінки (їх властивості) і в підсумку по метрикам обчислює маршрути (шляхи) проходження трафіку з урахуванням накладених обмежень. Тобто в підсумку на вхідному маршрутизаторі (головної частини) конструюються необхідні LSP до вихідного маршрутизатора (голова-хвіст) відповідно до накладених вимог на проходження трафіку між ними.

#### 5. Встановлення путей.

Обчислені шляхи встановлюються в мережі за допомогою спеціального протоколу сигналізації, що здатен поширювати інформацію про явний (explicit) маршрут.

Сьогодні існує два таких протоколи: RSVP-EXT і CR-LDP.

MPLS підтримує два види явних шляхів: строгий (strict) з визначенням всіх проміжних вузлів і вільний (loose), коли задається тільки їх частина.

За допомогою RSVP ext встановлюється LSP (TE Tunnel) уздовж обчисленого шляху. Це автоматична установка. RSVP використовує PATH і RESV повідомлення для прокладання LSP уздовж розрахованого шляху. При цьому узгоджуються ще й параметри смуги пропускання (Admission Control).

6. Встановлення маршрутів з урахуванням тунелів TE.

IGP встановлює маршрут з урахуванням наявності тунелів (як тунель інтерфейси). У підсумку процес маршрутизації на вхідному маршрутизаторі (head-end) просто оперує LSP тунелями як інтерфейсами. А в таблиці маршрутів head-end буде маршрут до head-tail з next-hop - TE тунель.

7. Просування пакетів.

За допомогою механізму MPLS (стекування міток) відбувається забезпечення необхідного тунелювання і просування пакетів.[2]

Також, у разі відмови TE-тунелю, в технології MPLS розроблено декілька механізмів його відновлення.

- Відновлення шляхи через його початковий вузол. Повторне знаходження нового шляху, що обходить елемент мережі, що вийшли з ладу. Прокладкою нового шляху займається лише один вузол мережі, а саме початковий вузол шляху.
- Захист лінії. Організовується між двома пристроями LSR, безпосередньо з'єднаними лінією зв'язку. Обхідний маршрут знаходиться заздалегідь, до відмови лінії, і заздалегідь прокладається між цими пристроями таким чином, щоб обійти лінію зв'язку у разі її відмови. Захист лінії є тимчасовим заходом, оскільки паралельно з початком використання обхідного шляху початковий вузол основного шляху починає процедуру його відновлення за допомогою протоколу маршрутизації. Після відновлення основного шляху використання обхідного шляху припиняється. Тимчасовий захист лінії не гарантує TE-тунелю необхідної пропускну здатності.
- Захист вузла. Обхідний шлях прокладається так, щоб обійти пристрій, що відмовив. Механізм захисту вузла теж відноситься до механізмів швидкої перемаршрутизації і теж є тимчасовим заходом.
- Захист шляху. В якості додатку до основного шляху в мережі прокладається шлях, що зв'язує ті ж кінцеві пристрої, але проходить по можливості через пристрої LSR та лінії зв'язку, що не зустрічаються в основному шляху.[3]

## Література

1. Семенов Ю.А. «Телекоммуникационные технологии». – «Москва», 2014. – 600с.
2. А.Б. Гольдштейн, Б.С. Гольдштейн «Технологія і протоколи MPLS». – «БХВ – Санкт-Петербург», 2005. – 306с.
3. Вивек Олвейн «Структура и реализация современной технологии MPLS», «Москва», 2010 г. – 606с.