

## МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ В МЕРЕЖАХ MPLS

**Нестеренко М.М., Денисюк С.В.**

*Інститут телекомунікаційних систем, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*E-mail: serhiy.denysiuk@gmail.com, nikolaiy.nesterenko@gmail.com*

### **Optimization model for traffic management in MPLS networks**

Traffic Engineering becomes a good decision for traffic optimization in modern MPLS networks and gives high parameters of quality of service QoS. One of the most effective approach is based on queuing balancing.

При оптимізації управління трафіком в мережах MPLS (Multi Protocol Label Switching), важливу роль відіграє технологія інжинірингу трафіку (Traffic Engineering, TE) для забезпечення параметрів якості обслуговування QoS. В свою чергу технологія MPLS для реалізації функції QoS використовує інтегровану службу забезпечення якості обслуговування Integrated Services (резервування смуги пропускання і ресурсів пристроїв для кожного з'єднання) і диференційовану службу Differentiated Services (на кожному мережевому вузлі задається правила обслуговування класів потоків даних з різними вимогами QoS) [1].

Одним з найбільш ефективних є підхід, заснований на балансуванні черг та принципах технології інжинірингу трафіку (Traffic Engineering Queues). А саме, використовуються механізми Differentiated Services. Основна ідея полягає в тому, що різні потоки класифікуються в інтегровані класи, потім маркуються. Далі, при пересиланні потокам забезпечують відповідну якість обслуговування для різного типу трафіку на кожному мережевому активному елементі в залежності від пріоритету на наявних ресурсів. Клас пакета (пріоритет) в заголовку IP-пакета відзначається за допомогою 6-бітової кодової комбінації (6-bit differentiated services code point - DSCP). [2].

LSR-пристрої мережі MPLS не аналізують зміст IP-заголовка і відповідно значення поля DSCP, як вимагає механізм DiffServ. Це означає, що відповідне значення PHB має бути отримано із значення мітки, проміжний заголовок MPLS має 3-бітове поле CoS.

Тобто поле (Class of Service – CoS) визначає пріоритет пакету. А саме перших 3 біта поля DSCP на кордоні MPLS мережі копіюються в поле Exp заголовка

MPLS, а кожний LSR-комутатор на маршруті LSP перетворює біти поля Ecp в значення PHB.

Ця функція дозволяє встановлювати поле Ecp MPLS замість того, щоб переписувати значення призначеного для користувача поля IP-пріоритету відкидання, що надає можливість зберегти IP-заголовки в початковому стані і використовувати його в подальшому. При передачі пакету по MPLS-магістралі клас CoS не змінюється.

Вважається, що число окремих трафіків  $M$ . Максимальне число черг на мережевому вузлу також фіксоване і дорівнює  $N$  [3].

Позначимо,  $a_i$  - інтенсивність трафіку  $i$ -го класу, що надходить на обслуговування мережевим вузлом;  $b_j$  - частина пропускної здатності вихідного КС, яка виділена  $j$ -й черзі.

В ході управління чергами необхідно виконати умову відсутності перевантаження каналу зв'язку:

$$\sum_{j=1}^N b_j \leq b, \quad (1)$$

де  $b$  - пропускна здатність вихідного КС.

Крім того, з метою запобігання перевантаження мережевого вузла необхідно забезпечити виконання наступного умови:

$$\sum_{i=1}^M a_i \leq b. \quad (2)$$

Надати динамічний характер процесу обслуговування черг в рамках запропонованої моделі можна шляхом введення керуючої змінної  $x_{ij}$ , під якою мається на увазі частка  $i$ -го трафіку, що надходить для обслуговування в  $j$ -ю чергу. Згідно з фізичним змістом  $x_{ij}$  можуть мати місце такі умови:

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad (i = \overline{1, M}, j = \overline{1, N}), \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^N x_{ij} = 1 \quad (i = \overline{1, M}), \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^M a_i x_{ij} \leq b_j \quad (j = \overline{1, N}). \quad (5)$$

Виконання умови (4) гарантує відсутність втрат пакетів на даному мережевому вузлу.

Умова (5) вводиться для запобігання перевантаження пропускної здатності КС. В якості шуканого вектору виберемо вектор

$$\bar{x} = \begin{bmatrix} x_{ij} \\ \dots \\ b_j \end{bmatrix} \quad (i = \overline{1, M}; j = \overline{1, N}), \quad (6)$$

в ході розрахунку якого вдається забезпечити узгодженість у вирішенні завдань обслуговування черг і динамічного розподілу пропускної здатності вихідного каналу зв'язку.

У загальному вигляді шукані умови матимуть вигляд:

$$\bar{n}_j \leq n_j^{\max} \quad (j = \overline{1, N}), \quad (7)$$

і завдання тепер зводиться лише до вибору (обґрунтування) аналітичного виразу для розрахунку середньої довжини черги в процесі обслуговування.

Була запропонована модель балансування черг на вузлах MPLS-мережі. Новизна моделі полягає в тому, що вона на відміну від раніше відомих моделей враховує особливості технології Traffic Engineering Queues, націленої на забезпечення збалансованої завантаженості буферного ресурсу - черг мережевого вузла.

## Література

1. Оліфер В. Г. Мистецтво оптимізації трафіку / В. Г. Оліфер, Н. А. Оліфер // Журнал мережевих рішень LAN. - № 12.- 2001.
2. Зайченко Ю. П. Аналіз і оптимізація характеристик мереж MPLS за заданими показниками якості / Ю. П. Зайченко, Ахмед А. М. Шарадка // Вісник національного технічного університету України КПІ сер. Інформатика управління та обчислювальна техніка. Вип. 43, с. 113-123
3. Романов О.І., Пасько С.П. Оцінка часу затримки в мережах IP і MPLS при обслуговуванні повідомлень у складних багатотранзитних напрямках зв'язку. Наукові вісті Національного технічного університету ..., 2011, № 5, С. 11-20.