

## МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ В МЕРЕЖІ В УМОВАХ ВИСОКОЇ ДИНАМІКИ ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ QoS

**Бабійчук Т.В., Правило В.В.**

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

*E-mail: tarasbabiichuk@gmail.com*

### **Traffic Engineering methods in conditions of high dynamics changes in QoS indicators**

In this article, we review the problem of improving the efficiency of traffic engineering in a packet multiservice network in conditions of high dynamics changes in the QoS of network routes.

Сучасні мультисервісні мережі операторів зв'язку використовуються для надання повного набору мультимедійних послуг, включаючи доступ в Інтернет, голосову і відеотелефонію, Р2Р-обмін даними, оперативне управління промисловими об'єктами та ін. [1]. При цьому оператори зв'язку майже повністю відмовилися від різномірних технологій передачі даних, орієнтованих в основному на якісну доставку певного виду трафіку, на користь побудови єдиної для всіх сервісів транспортної мережі на базі стека технологій Ethernet/MPLS/IP. З цієї причини сучасні транспортні мережі характеризуються неоднорідністю трафіку, який вони переносять, а, отже, до них пред'являються високі вимоги щодо забезпечення якості обслуговування (QoS).

Одним із способів підвищення рівня якості обслуговування трафіку є вибір найбільш раціонального шляху його проходження через мережу. Існуючі протоколи маршрутизації класу IRP, такі як RIP, OSPF, IGRP/EIGRP і IS-IS, при оцінці маршрутів не враховують такі QoS-параметри як затримка, ймовірність втрати пакетів і надійність, а спираються лише на пропускну здатність каналів і/або кількість проміжних маршрутизаторів. Це призводить до нераціонального вибору маршрутів (протяжних, перевантажених або ненадійних) і, як наслідок, появи високих затримок доставки пакетів і навіть їх втрат.

Таким чином, очевидно, що актуальним на сьогоднішній день є завдання розробки протоколу маршрутизації, що орієнтується при виборі маршруту на його QoS-характеристики.

Існують дві концепції функціонування таких протоколів маршрутизації. Перша – концепція QoS-маршрутизації, згідно з якою для всіх прибуваючих на граничний вузол мережі потоків повинні бути визначені необхідні їм значення QoS-характеристик, виконаний пошук по маршруту, що задовольняє цим вимогам, і якщо такий маршрут знайдений – потік буде спрямований по ньому, в іншому випадку відбудеться відмова в обслуговуванні [2]. Іншою концепцією є QoS-орієнтована «best effort» маршрутизація, що відрізняється від існуючих протоколів маршрутизації з точки зору вирішення завдання вибору маршруту, що «найкращий» маршрут визначається на підставі деякої інтегральної метрики, при розрахунку якої враховуються його QoS-характеристики. Незважаючи на те, що дана концепція, на відміну від першої, що не передбачає

наявність гарантій щодо забезпечення необхідної якості обслуговування, вона має на увазі пошук маршруту за поліноміальний час, а отже є значно перспективнішою з точки зору можливості її практичного застосування [3].

Розробка QoS-орієнтованого протоколу маршрутизації може бути зведена до вирішення питань, пов'язаних з функціонуванням його окремих компонентів, таких як підсистеми збору і поширення інформації про характеристики каналів мережі, управління потоками трафіку в умовах високої динаміки маршрутних метрик, розрахунку показника переваги маршрутів.

Робота QoS-орієнтованого протоколу маршрутизації трафіку в пакетній мережі повинна ґрунтуватися на показниках якості обслуговування мережевих маршрутів, таких як «затримка» і «вірогідність втрати» пакетів, а пошук «найкращих» маршрутів – на інтегральній метриці, що є функцією даних змінних.

На рис. 1 показаний приклад мережі, щодо якої вводяться наступні припущення:

- В мережі проводиться періодична переоцінка метрик маршрутів на підставі даних про їх динамічних QoS-характеристиках.
- Трафік рухається з мережі «А» в мережу «В» через мережу «С».
- В мережі «С» існує два альтернативних маршруту (P1 і P2) для доставки даного трафіку, метрики яких позначені на малюнку як M1 і M2, відповідно.
- Збільшення інтенсивності трафіку, що надходить на деякий вихідний інтерфейс комутаційного пристрою, робить деякий негативний вплив на QoS-характеристики асоційованого з даним інтерфейсом каналу, і відповідно всього мережевого маршруту в цілому.
- В деякий момент часу  $t_0$  метрика  $M1 < M2$ , і, отже, відповідно до моделі роботи всіх існуючих протоколів маршрутизації, маршрут P1 заноситься в таблицю маршрутизації і всі потоки трафіку з мережі «А» в мережу «В» йдуть за маршрутом P1.

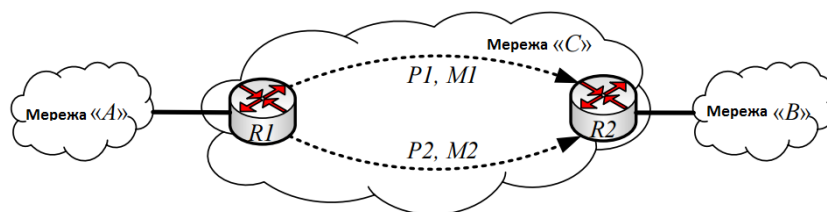


Рис. 1. Приклад мережі.

Оскільки з ростом навантаження, що надходить в мережу, погіршуються QoS-характеристики, то в деякий момент часу  $t_1$  значення метрики M1, в результаті чергової переоцінки, може перевищити значення метрики M2. У підсумку всі потоки трафіку будуть перенаправлені по маршруту P2, а маршрут P1 буде повністю розвантажений (не рахуючи службового трафіку різних протоколів). Результатом наступної переоцінки, ймовірно, буде повернення трафіку на маршрут P1, і так далі. Дане явище називається осциляцією маршрутів. Очевидно, що такі постійні перемикання трафіку з одного

маршруту на інший не тільки не дозволять підвищити рівень якості обслуговування, що надається мережею «С», але і будуть сприяти його зниженню (спотворення послідовності доставки пакетів і збільшення величини «джитеру»).

Уявімо набір альтернативних маршрутів, як набір обслуговуючих пристроїв, потоки трафіку – як заявки, що вимагають обслуговування, а маршрутизатор – як пристрій, який приймає весь потік вхідних заявок, визначає для кожної з них пристрій, яким вона буде обслуговуватися, і перенаправляє їх обраному обслуговуючому пристрою. У такій інтерпретації завдання управління потоками трафіку зводиться до задачі ефективного балансування навантаження. Балансування навантаження передбачає закріплення заявки за обраним обслуговуючим пристроєм до закінчення її обслуговування, що виключає небажані «перемикання» вже обслуговуються заявок з одного пристрою на інше [4].

Одним з найбільш відомих методів балансування навантаження є методи «екстрених виходів». Вони мають важливу особливість, що вигідно відрізняє їх від останніх. Ця особливість полягає в тому, що такі методи не передбачають необхідність в високочастотному оновленні інформації про стані мережі і таблиць маршрутизації. Замість цього, кожен маршрутизатор стежить за станом своїх вихідних інтерфейсів, і якщо він виявляє виникнення перевантаження на одному з них, то вживає заходів з тимчасового перенаправлення трафіку в обхід даного інтерфейсу, до моменту зникнення перевантаження. При цьому не відбувається розсилка нової інформації про стан каналів на всі пристрої мережі. Короточасні перевантаження будуть «згладжуватися» непомітно для всієї мережі в цілому. Оновлення маршрутної інформації передбачається тільки за певних стійких змінах характеристик каналів мережі, що впливають на значення їх метрик [5].

Методи «екстрених виходів» не вирішують проблему осциляцій найкоротших маршрутів повністю. Однак вони здатні в значній мірі знизити негативний ефект осциляцій. По-перше, «згладжування» короточасних заторів буде сприяти зменшенню коливань метрик каналів, і, отже, частоти, з якою в мережі буде відбуватися оновлення маршрутної інформації.

### Література

1. Филимонов А.Ю. Построение мультисервисных сетей Ethernet. -СПб.:Бхв-Петербург, 2007. - 592 с.
2. Кучерявый Е.А. Управления трафиком и качество обслуживания в сети Интернет. - СПб.: Наука и Техника, 2004. - 336 с.
3. Брайан Хилл. Полный справочник по Cisco. - Москва: Издавничий дім «Вильямс», 2009. - 1 088 с.
4. Payal Beniwal, Atug Garg. A comparative study of static and dynamic load balancing algorithms // International journal of advanced research of computer science and management studies. – 2014. – Volume: 2. – Issue: 12. – 386–392 pp.
5. A. Atlas, A. Zinin. Basic specification for IP Fast Reroute: Loop-free alternates [Elektronnyy resurs] // RFC 5286. – 2008. – URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc5286>.