

# МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОТОКІВ ТРАФІКА В КМ

Вінницький Національний Технічний Університет

## *Анотація*

*В статті наведено основні методи оптимізації потоків трафіка в комп'ютерних мережах. Досліджено плюси та мінуси використання кожного з методів.*

**Ключові слова:** комп'ютерна мережа, трафік, оптимізація, інженерія трафіка.

## **Abstract**

*The article tells about the basic methods for optimizing traffic flows in computer networks. Investigated the pros and cons of using each of the methods.*

**Keywords:** computer network, traffic, optimization, traffic engineering.

Сучасні мережі зв'язку характеризуються значними слабо прогнозованими коливаннями навантаження. Подібні умови роблять нецільеспрямованим використання статичних стратегій планування та керування мережею, які, наприклад, використовуються у традиційній телефонії.

Традиційним децентралізованим методом балансування трафіка в пакетних мережах є використання протоколів динамічної маршрутизації. Сучасні протоколи динамічної маршрутизації, такі як RIP, OSPF, EIGRP розраховують оптимальні шляхи проходження трафіку по мережі на основі топологічних властивостей або властивостей каналів зв'язку. Дані протоколи здатні реагувати на зміни в мережі, створювати альтернативні маршрути. Основною проблемою існуючих протоколів динамічної маршрутизації є те, що вони не враховують завантаження мережі. При використанні оптимального шляху на основі топологічних властивостей або властивостей каналів зв'язку, весь трафік йде лише через один шлях, а альтернативні практично не використовуються.

Одним із потужних, але не використовуваних раніше в мережах IP методів впливу на ефективне використання ресурсів мережі є технологія Traffic Engineering [1]. Під Traffic Engineering розуміються методи та механізми дослідження збалансування завантаження всіх ресурсів мережі за рахунок раціонального вибору шляхів проходження трафіка через мережу. Методи Traffic Engineering направлені на збільшення продуктивності мережі шляхом більш ефективного розподілення навантаження та дозволяють обирати шляхи з врахуванням заданих умов QoS.

Вихідними даними для методів Traffic Engineering є характеристики мережі – її топологія, продуктивність комутаторів, що в ній знаходяться, лінії зв'язку, а також відомості по пропонованій завантаженості мережі, тобто про потоки трафіка, які мережа повинна передати між своїми прикордонними комутаторами [2]. Математичною базою методів є поточкові алгоритми на графах, які дозволяють знаходити оптимальні рішення при різноманітних постановках транспортних задач. Можна виокремити дві основні групи екстремальних задач: максимізація потоку, що проходить через мережу, та мінімізація затримок проходження через мережу.

Перша група методів дозволяє підвищити продуктивність мережі, оптимально розподіляючи трафік по наявним маршрутам. Слід наголосити, що класичне розуміння Traffic Engineering засновується саме на підходах оптимізації пропускної здатності мережі. Методи другої групи забезпечують найменшу середню затримку, мінімізуючи завантаженість каналів мережі.

Методи інжинірингу трафіка часто поєднують з технологіями віртуальних каналів, що дозволяє розподілити навантаження згідно розрахованому оптимальному плану. Це зумовило те, що на сьогоднішній день частіше всього використовують мережі на базі технології багатопротокольної комутації по міткам MPLS TE. Особливості цієї технології дозволяють представити мережу у вигляді багатозв'язного графу, ребрами якого є віртуальні LSP-тунелі. В якості сигнального протоколу, що використовується при організації Traffic Engineering, в MPLS TE використовується розширення протоколу резервування ресурсів RSVP TE [3]. При цьому величина смуги пропускання тунелю може бути фіксовано задано адміністратором мережі або динамічно змінюватись на основі обрахунку поточного завантаження. За розповсюдження інформації про поточний стан мережі відповідають модифікації сучасних протоколів маршрутизації OSPF TE та ISIS TE. Вони відрізняються від

традиційних протоколів тим, що вони між вузлами мережі передають додаткову інформацію, яка необхідна для існування Traffic Engineering.

Класичні методи інженерії трафіку полягають у складності організації (фактично необхідно розгорнути мережу на базі технології MPLS та застосувати розширений стек протоколів), що робить дану технологію доступною лише для операторів зв'язку. Також для побудови розподілу навантаження використовуються дані, що мають статичний характер і не відображають можливі непередбачувані зміни трафіка [4].

Ще одним методом оптимізації потоків трафіка є багатокільцева маршрутизація, що дозволяє передавати трафік між вузлами мережі через декілька маршрутів. Даний тип маршрутизації широко застосовується в безпроводних ad-hoc мережах, так як дана технологія дозволяє підвищити надійність доставки пакетів [5]. Ця технологія дуже підходить для традиційних пакетних мереж, так як вона дозволяє підвищити якість зв'язку та розподілити трафік по декільком альтернативним маршрутам, підвищуючи при цьому загальну продуктивність мережі.

Також є продовження багатокільцевої маршрутизації. Це принцип капілярної маршрутизації (capillary routing), що полягає у послідовній трансформації найкоротшого шляху між вузлами мережі у розгалужену мережу маршрутів [6]. При цьому, під час розгалуження маршрутів, мінімізується навантаження на каналах, розподіляючи трафік по всім шляхам. Після закінчення розгалуження маршрутів між парою вузлів, створюється набір маршрутів, а також план розподілу загального потоку, що передається між цими вузлами, що дозволяє отримати рівномірну мінімальну завантаженість каналів мережі та зниження кількості можливих «вузьких місць» в топології маршрутів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вишнеvский, В. М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей: Т. 512 / В. М. Вишнеvский. – М.: Техносфера, 2003.
2. Таненбаум Э. Компьютерные сети. 5-е изд. / Э. Таненбаум. – СПб.: Питер, 2012. – 992 с.
3. Awduche, D. RSVP-TE: extensions to RSVP for LSP tunnels / D. Awduche, L. Berger, D. Gan et al. – RFC 3209, December, 2001.
4. Пескова С.А. Сети и телекоммуникации : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. 2-е изд., стер. / С. А. Пескова, А. В. Кузин, А. Н. Волков. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с.
5. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2010. – 944 с.: ил.
6. Gabrielyan, E. Fault-Tolerant Streaming with FEC through Capillary Multi-Path Routing / E. Gabrielyan: Т. 3. – IEEE, 2006. – P. 1497–1501.

**Горобчук Олег Анатолійович** – студент групи 2КІ-16м, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: gorobchuk95@gmail.com

Науковий керівник: **Захарченко Сергій Михайлович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: zahar@vntu.net

**Horobchuk Oleh A.** – Department of Information Technology and Computer Engineering, e-mail: gorobchuk95@gmail.com

Supervisor: **Zaharchenko Sergiy M.** – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of the Computer Techniques Chair, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: zahar@vntu.net