

## ІНЖИНІРИНГ ТРАФІКУ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

Головною задачею комп'ютерної мережі є передача (транспортування) інформації між вузлами відправника до отримувача, що часто проходить через інші вузли мережі. В зв'язку з цим, вдосконалення шляхів та способів передачі інформації значно покращить продуктивність роботи як кожного вузла, так і мережі в цілому.

Завдання Traffic Engineering полягає у визначенні маршрутів потоків трафіку через мережу, тобто для кожного потоку потрібно вказати точну послідовність проміжних маршрутизаторів і їх інтерфейсів на шляху між вхідний і вихідний точкою потоку. При цьому всі ресурси мережі повинні бути завантажені якомога більш збалансовано.

В роботі розглянуті алгоритми оптимізації та балансування трафіку.

**Ключові слова:** Traffic Engineering, SDN, маршрутизація, пакети, трафік, вузли, мережа, label switch path.

### **Abstract**

The main task of the computer network is the transmission (transport) information between the nodes of the sender to the recipient, often passing through other nodes. In this connection, improving the ways and means of information transfer will significantly improve productivity as each node and the network in general.

Tasks Traffic Engineering is to identify routes traffic flows through the network, ie for each stream must specify the exact sequence of intermediate routers and their interfaces on the path between the input and output point of the flow. Thus all network resources must be downloaded as more balanced.

In this work is reviewed algorithms optimization and balancing of traffic.

**Keywords:** Traffic Engineering, SDN, маршрутизація, пакети, трафік, вузли, мережа, label switch path.

### **Вступ**

Мистецтво управління мережею IP складається в досягненні двох цілей. По-перше, необхідно прагнути до поліпшення якості обслуговування трафіка, тобто до зниження затримок, зменшення втрат і збільшення інтенсивності потоків трафіку, що дозволить залучити якомога більше користувачів і домогтися успіхів у конкурентній боротьбі. По-друге, завантаження всіх ресурсів мережі повинна бути максимально можливою для підвищення обсягів переданого трафіку. І те й інше можна домогтися за допомогою одних і тих же засобів - засобів боротьби з заторами в мережі.

Метою досліджень є розробка нового наукового методу інжинірингу для підвищення ефективності використання мережних ресурсів та оптимального розподілу трафіку.

### **Результати дослідження**

SDN (Software-defined networking) – програмно-конфігурована мережа передачі даних, в якій рівень керування мережею відокремлений від пристроїв передачі даних та реалізується програмно.

Парадигма, яка відокремлює площину управління мережею від площини передачі пакетів і надає додаткам абстрактне централізоване подання стану розподіленої мережі. Для забезпечення кращого використання пропускної здатності мережі та поліпшення затримки і втрати пакетів, необхідно ефективно організувати передачу трафіку. [1]

Максимальний коефіцієнт використання ресурсу по всіх ресурсів мережі повинен бути мінімальний, щоб трафіку було завдано якомога менші втрати. Саме так формулюється завдання Traffic Engineering в RFC 2702 «Requirements for Traffic Engineering Over MPLS». [2] В даному документі, що містить загальні рекомендації IETF щодо вирішення завдань Traffic Engineering за допомогою MPLS, в якості цільової функції оптимізації шляхів запропоновано вираз:

$$\min(\max Ki)$$

(1)

де  $K_i$  - коефіцієнт використання  $i$ -го ресурсу.[2]

Іншим способом постановки завдання Traffic Engineering став пошук такого набору шляхів, при яких всі значення коефіцієнтів використання ресурсів не перевищуватимуть деякий заданий поріг  $K_{\max}$ . Подібний підхід більш простий в реалізації, так як пов'язаний з перебором меншої кількості варіантів, тому він частіше застосовується на практиці. На рис. 1 показано одне з можливих рішень поставленого завдання, яке гарантуватиме, що максимальний коефіцієнт використання ресурсів не перевищує 0,6.

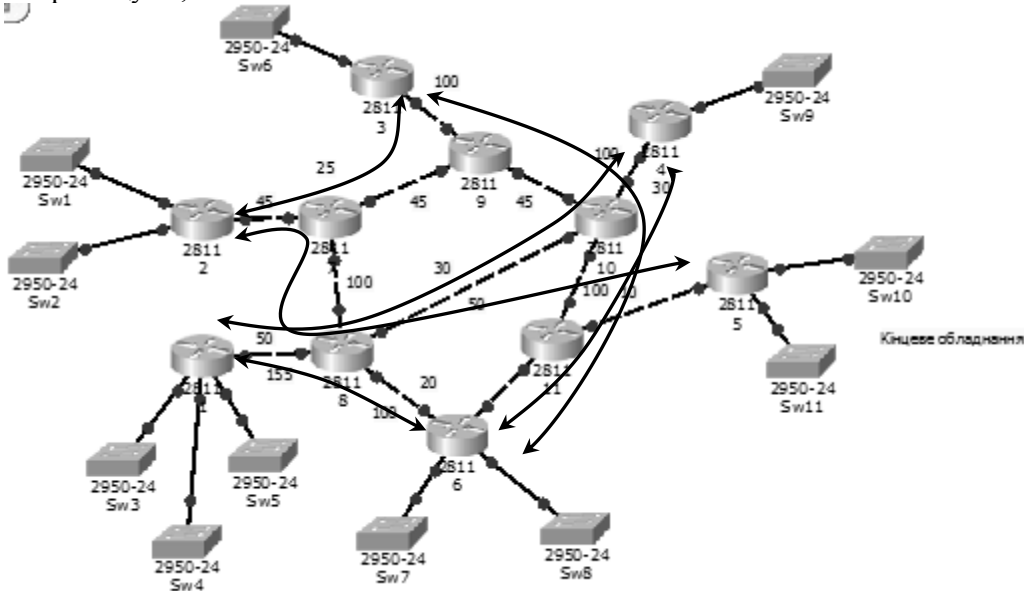


Рис. 1 - Розподілення навантаження по мережі - вибір шляху проходження трафіку.

Однак мало знайти рішення - треба його реалізувати. Після того як шляху задані, необхідний механізм, за допомогою якого пакети, які стосуються певному потоку трафіку, спрямовувалися б саме через обрані проміжні маршрутизатори. Це завдання для мереж IP не тривіальне, так як основний режим маршрутизації пропонує єдиний «найкоротший» маршрут, а режим маршрутизації від джерела, коли відправник пакета сам задає точну послідовність проміжних вузлів уздовж шляху, володіє декількома дуже серйозними обмеженнями. По-перше, він підтримується для поточної четвертої версії протоколу IP далеко не всіма виробниками обладнання. По-друге, при виборі маршрутизації від джерела ступінь надмірності службової інформації значно підвищується, так як кожен пакет містить всі адреси проміжних маршрутизаторів, а їх може бути і не так уже й мало. По-третє, цей режим надзвичайно вразливий з точки зору безпеки; саме тому адміністратори при конфігуруванні маршрутизаторів, як правило, його відключають.

Алгоритми маршрутизації на основі потоків з використанням апріорного знання пар входу-виходу для зниження LSP (*label switch path* — віртуальний канал, тунель, шлях в протоколі MPLS.) відторгнення мережі MPLS недавно були запропоновані в якості поліпшень до цільової моделі. Нова схема маршрутизації використовує найменшу оптимізацію перешкод (LIO), де онлайн процес маршрутизації використовує поточну доступність смуги пропускання і розподіл транспортних потоків для забезпечення руху техніки в IP-мережі. За методом найменших перешкод алгоритму оптимізації (LIOA) представлено спосіб оптимізації, який зменшує перешкоди серед конкуруючих потоків, балансує порядок і кількість потоків, що здійснюється для досягнення ефективної маршрутизації пропускну здатності MPLS гарантованого LSP.[3].

Протокол динамічної маршрутизації, заснований на технології відстеження стану каналу (OSPF) є одним з найбільш широко використовуваних протоколів маршрутизації всередині домену. Добре відомо, що протокол OSPF не забезпечує гнучкість з точки зору передачі пакетів для досягнення будь-якої мети оптимізації мережі. Через високу вартість мережевих активів і комерційну

конкурентоспроможність Інтернет надання сервісу, постачальники послуг зацікавлені в оптимізації продуктивності своїх мереж. В даний час управління трафіком в основному робиться з використанням технології MPLS, але застарілі мережі працюють з протокол OSPF, який необхідно наблизити до MPLS. Проблема мінімізації максимального використання каналу у всіх ланках в мережі OSPF для заданих вимог трафіку вирішується за допомогою фільтра, що дозволяє розділити трафік по вузлам відповідно до потреби та впливає на продуктивність протоколів вищого рівня.[4]

Нещодавно розроблений он-лайн алгоритм маршрутизації заснований на ідеї того, щоб задовольнити майбутні потреби між певними вузлами. Представлений алгоритм використовує відомості про стан і деякі інформаційні можливості для вибору шляху. На відміну від попередніх алгоритмів, запропонований алгоритм використовує будь-які наявні відомості про мережу. Алгоритм добре працює з мінімальною метрикою і по найкоротшому шляху маршрутизації при відхиленні вимоги і успішної повторної маршрутизації при відмові каналу.[5]

## Висновки

Встановлено, що не дивлячись на велику кількість запропонованих математичних методів, для вирішення оптимального розподілу трафіку з урахуванням різних обмежень, не має цілісної методики, яка б дозволяла це зробити. Тому наукова задача, де пропонується метод інжинірингу трафіку в комп'ютерних мережах є актуальною, спрямованою на вдосконалення сучасної технології маршрутизації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Sugam Agarwal «Traffic Engineering in Software Defined Networks»/ Sugam Agarwal, Murali Kodialam, T. V. Lakshman - Bell Labs, Alcatel-Lucent Holmdel, NJ, USA, 2013. – с. 2211 – 2219.
2. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник для вузов. [4-е изд.] / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер – СПб. : Питер, 2010. – 944 с.
3. A.B. Bagula «Online Traffic Engineering: The Least Interference Optimization Algorithm» / A.B. Bagula, M. Botha, A.E Krzesinski - Department of Computer Science University of Stellenbosch, 7600 Stellenbosch, South Africa, 2004. – с. 1232 – 1236.
4. Aditya Kumar Mishra «S-OSPF: A Traffic Engineering Solution for OSPF based Best Effort Networks» / Aditya Kumar Mishra, Anirudha Sahoo - Kanwal Rekhi School of Information Technology Indian Institute of Technology Bombay, 2007. – 1845 - 1849.
5. Murali Kodialam «Minimum Interference Routing with Applications to MPLS Traffic Engineering» / Murali Kodialam, T. V. Lakshman - Bell Laboratories Lucent Technologies, 2002.

**Шевчук Катерина Ігорівна** — аспірантка кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [sprinter7771@mail.ru](mailto:sprinter7771@mail.ru)

**Захарченко Сергій Михайлович** — канд. техн. наук, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [zahar@vntu.net](mailto:zahar@vntu.net).

Науковий керівник: **Захарченко Сергій Михайлович** — канд. техн. наук, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет

**Shevchuk Kateryna** - graduate student of Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: [sprinter7771@mail.ru](mailto:sprinter7771@mail.ru)

**Zakharchenko Sergiy** - Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: [zahar@vntu.net](mailto:zahar@vntu.net).

Supervisor: **Zakharchenko Sergiy** - Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa/