

## АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ РЕГУЛЮВАННЯ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ IP-МЕРЕЖІ

<sup>1</sup>Мєлєхова М.О., <sup>1</sup>Носков В.І., <sup>2</sup>Герасименко К.В., <sup>2</sup>Старкова О.В.

<sup>1</sup>Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського,

<sup>2</sup>Факультет електроніки КПІ ім. Ігоря Сікорського

<sup>1</sup>E-mail: maria.melekhova@gmail.com

<sup>2</sup>E-mail: elena\_starkova@ukr.net

### **Analysis of algorithms that regulate the congestion in IP-based network**

With the increasing number of users of Internet, increase traffic, stricter requirements for the quality of services provided by one of the frequently occurring problem in modern telecommunication networks is congestion. AQM algorithm is a solution to the problem of congestion control in the Internet. There are various existing algorithms that have evolved over the past few years to solve the problem of congestion in IP networks. Classification of the algorithms based on various congestion metrics proposed in this paper. This helps in identifying the algorithms that regulate the congestion more effectively.

У зв'язку зі зростанням числа користувачів послуг зв'язку, збільшенням обсягів трафіку, жорсткістю вимог до якості послуг, що надаються одним з часто виникаючих явищ в сучасних телекомунікаційних мережах є перевантаження (congestion). При цьому під перевантаженням розуміється перевищення вимог споживачів за швидкістю над пропускнуою здатністю каналу.

В умовах перевантаження виникає ситуація, коли пакет, що надійшов, повинен бути поставлений в чергу, яка вже досягла свого максимального розміру. В результаті деякі пакети повинні бути відкинуті. У цьому полягає традиційна політика обробки пакетів. Подібна «дискримінація» пакетів триває до тих пір, поки довжина черги не зменшиться за рахунок передачі пакетів, що вже перебувають в ній. Алгоритм управління чергою, відповідно до якого будь-яка спроба постановки пакета в повну чергу неминуче завершиться його відкиданням, отримав назву алгоритму «відкидання хвоста» (Tail Drop) [1, 2].

В цілому недоліками політики «відкидання хвоста» є:

1. При використанні Tail Drop трафік не поділяється за класами обслуговування. Отже, потоки з різними вимогами обробляються однаково.

2. Коли черга заповнюється до деякого заданого максимального розміру, всі пакети, що знову надходять, відкидаються, поки черга не матиме місце, достатнє для надходження вхідного трафіку.

3. Через те, що алгоритм сигналізує тільки про те, що черга переповнена, черги можуть виявитися заповненими протягом досить тривалого часу. Через великий розмір черг збільшується час доставки мережного пакету від однієї робочої станції до іншої.

В рамках інструментів управління мережними ресурсами на даний момент існує багато засобів боротьби з перевантаженнями, що реалізуються як на кінцевих пристроях (наприклад, хости, які встановили TCP-з'єднання), так і на

проміжних (наприклад, маршрутизатори). Крім того, ці інструменти за способом реакції на перевантаження підрозділяються на засоби контролю (congestion control) і запобігання (congestion avoidance) перевантажень [2, 5]. У загальному випадку ці інструменти розрізняються за часом реакції на виявлені перевантаження. Інструменти першого класу реагують на перевантаження лише після фактичного переповнення ресурсів і, як наслідок, втрати трафіку або істотного збільшення затримки. Інструменти другого класу дозволяють завчасно боротися з ознаками перевантаження і не допустити істотних втрат і затримок трафіку, і, врешті-решт, зберегти ефективність і стійкість мережі.

Засоби контролю перевантажень використовують реактивний (reactive) або пасивний (passive) підхід до вирішення завдання боротьби з перевантаженнями. Більш ефективними є засоби запобігання перевантажень, що використовують проактивний (proactive) або активний (active) підхід до запобігання перевантажень.

Алгоритми активного управління чергою (Active Queue Management, AQM) намагаються оцінити затори у вузлі і сигнал, відкидаючи пакети до того, як буфер буде заповнений. Чутлива до перевантажень стратегія управління перевантаженням потім зменшує свою швидкість передачі. Це допомагає уникнути подальших заторів і зменшити швидкість втрати пакетів, а також зберегти середній низький розмір черги.

Таким чином, політика AQM складається з двох компонентів; один компонент оцінює затори, а інший компонент приймає рішення відкидання пакету. Продуктивність, таким чином, залежить від того, наскільки агресивна або консервативна оцінка заторів, а також від того, наскільки агресивно пакети відкидаються на основі цієї оцінки. Класифікація AQM-алгоритмів наведена на рис.1, порівняння алгоритмів за основними характеристиками наведено у табл. 1.

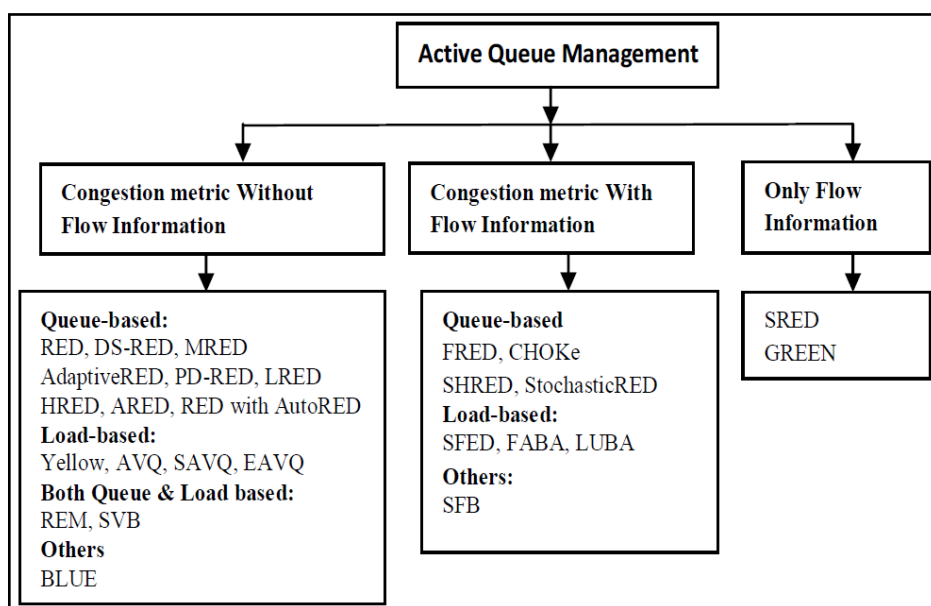


Рис. 1. Класифікація AQM-алгоритмів.

Таблиця 1. Порівняння схем AQM на основі метрик продуктивності.

AQM	Link Utilisation	Throughput	Loss Rate	Queue stability	Fairness	Complexity, computation
RED	High	Low	High	Moderate	Low	High
ARED, LRED	High	Moderate	Moderate	High	Low	High
REM	High	Very Low	Low	Very Low	Low	High
YELLOW	Very High	Low	Very Low	High	Low	High
AVQ	Very High	High	Low	Moderate	Low	High
BLUE	High	Very High	Moderate	Low	Low	Moderate
FRED	High	High	Low	Moderate	High	Very High
CHoHe	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate
StoRED	High	High	Low	Moderate	Very High	High
SFB	High	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	High
FABA	Very High	Very High	Low	High	Very High	Very High
GREEN	Very Low	Moderate	High	High	Low	Very High

Таким чином, основними цілями AQM-алгоритмів є:

1. Зменшення кількості втрат пакетів внаслідок переповнення буферного простору маршрутизаторів, що досягається за рахунок підтримки величини середнього значення черги досить малою, отже, залишаючи місце для тимчасових сплесків.

2. Забезпечення інтерактивних сервісів, критичних до затримки, оскільки гарантія невеликої величини середнього значення черзі сприяє малим затримкам з кінця в кінець.

3. Запобігання випадків блокування потоків з низькою швидкістю передачі і пульсуючих потоків і гарантія справедливого обслуговування різних типів трафіку.

#### Література

1. Вегешна Ш. Качество обслуживания в сетях IP: Пер. с англ. – М.: Изд. дом Вильямс», 2003. – 368 с.
2. G.F.Ali Ahammed, Reshma Banu Analyzing the Performance of Active Queue Management Algorithms / International journal of Computer Networks & Communications (IJCNC). – 2010. – Vol.2, No.2. – Pp. 36 – 55.
3. K.Chitra, Dr. G.Padamavathi Classification and Performance of AQM-Based Schemes for Congestion Avoidance / (IJCSIS) International Journal of Computer Science and Information Security, - Vol. 8, No. 1, 2010. – Pp. 331-340.
4. Mieliekhova Mariia, Starkova Olena, Herasymenko Kostiantyn Prioritization of Network Traffic to Improve VoIP Traffic Quality / Third International Scientific-Practical Conference «Problems of Infocommunications. Science and Technology» (PICS&T-2016), 4-6 October, 2016.
5. К.В. Герасименко, О.В. Старкова, П.В. Попович, М.О. Шепель Реалізація системи віддаленого керування електроживленням на базі сучасної платформи IoT / Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2016. – №2(42) – С. 107-115.
6. Olexandr V Lemeshko, Ali S Ali, Olena V Starkova A flow-based model of dynamic queue balancing in the MPLS-network with Traffic Engineering Queues support / CAD Systems in Microelectronics (CADSM), 2011. – Pp. 116-117.