

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

**Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки**

Факультет комп'ютерної інженерії та управління

Кафедра ЕОМ

Магістерська кваліфікаційна робота

**Моделі та методи управління чергами
маршрутизаторів**

Виконав: ст. гр. КСМм-22-1 Марцінко Б.Б.

Керівник: доц. каф. ЕОМ Янковський О.А.

2024

ВСТУП

Проблеми управління трафіком стають одними з ключових при забезпеченні показників якості обслуговування абонентів мережі. Перевантаження є явищем, що розвивається через швидше зростання кількості мережевих користувачів та бурхливий характер мережевого трафіку. Перевантаженість призводить до більшого відкидання пакетів, тривалої затримки та може призвести до збою, у якому продуктивність мережі погіршується через повторну передачу пакетів.

Таким чином, усунення перевантажень є практичною та складною проблемою для покращення використання мереж. В ідеалі потрібен механізм, який міг би контролювати швидкість потоку трафіку. Існують два різні підходи, які використовуються для вирішення перевантаження в мережі. Перший – контроль перевантаження (алгоритм джерела), а другий – уникнення перевантаження (алгоритм мережі).

Майже всі мережеві пристрої оснащені деякими буферами введення та виведення для управління перевантаженням в тій чи іншій мірі. Однак надмірне перевантаження мережі призводить до переповнення буферів мережевих пристроїв.

МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

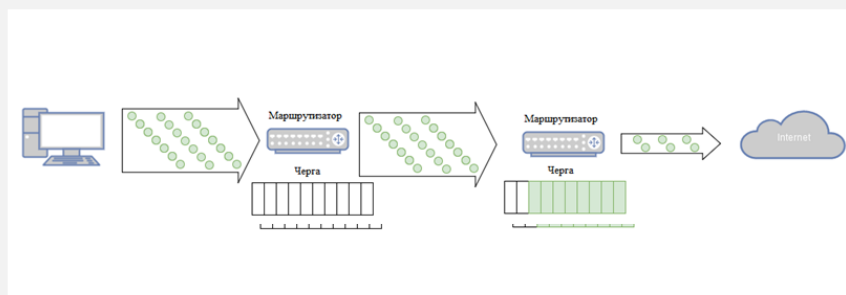
Незважаючи на те, що в останні роки різними дослідниками було розроблено багато методів AQM для контролю перевантаження, все ще існують деякі проблеми, такі як розгляд стабільності та надійності для моделі потоку TCP за умов мережі, що змінюються в часі. Проектування стабільного та надійного механізму AQM для ефективної обробки бурхливого трафіку, який фіксує динаміку, все ще є відкритою проблемою.

Метою магістерської атестаційної роботи є розробка нових методів боротьби з перевантаженнями комп'ютерних мереж із використанням різноманітних характеристик трафіку. В рамках магістерської атестаційної роботи необхідно:

- провести аналіз методів запобігання перевантаженням в мережеских каналах
- провести аналіз різноманітних факторів, пов'язаних з перевантаженнями в комп'ютерних мережах
- провести аналіз моделей та методів управління трафіком
- запропонувати метод управління чергою маршрутизатора згідно з поточним мережеским станом
- провести імітаційне моделювання запропонованих теоретичних викладок
- провести аналіз отриманих результатів

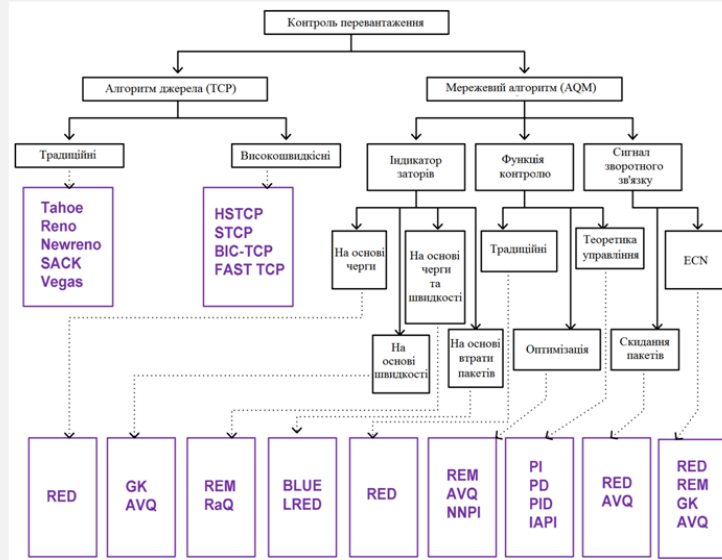
3

ПЕРЕПОВНЕННЯ БУФЕРА В ПРОМІЖНОМУ ПРИСТРОЇ



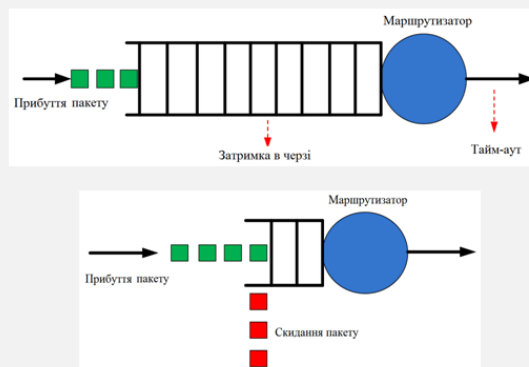
4

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕХАНІЗМІВ КОНТРОЛЮ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ



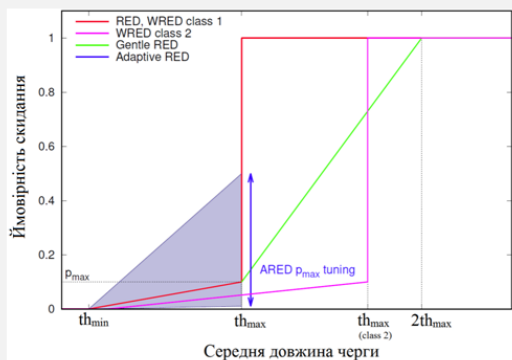
15

СЦЕНАРІЇ ЗАПОВНЕННЯ ТА ПЕРЕПОВНЕННЯ БУФЕРУ



16

АЛГОРИТМ ВИПАДКОВОГО РАННЬОГО ВІЯВЛЕННЯ (RED) ТА ЙОГО РІЗНОВИДИ



7

МЕХАНІЗМ РОБОТИ AQM



8

МЕХАНІЗМИ АЛГОРИТМІВ RED I GRED



9

ЗАПРОПОНОВАНИЙ МЕТОД

Таблиця 1 – Опис використаних лічильників

Лічильник	Символ	Опис	Механізм оновлення
Довжина черги пакетів	q	Лічильник кількості пакетів у черзі в буфері за певний час.	Збільшується з кожним надходженням пакета і зменшується з кожним відправленням пакета. Значення оновлюється на (±1).
Ємність, що залишилася	v	Лічильник кількості пакетів, які можуть потрапити в чергу в буфері в певний час.	
Інтенсивність прибуття	$\hat{\lambda}$	Середня кількість пакетів, що надійшли за часовий проміжок.	Середньозважене значення швидкості надходження пакетів/швидкості завантаження та попередньої частоти надходження/швидкості завантаження.
Інтенсивність навантаження	$\hat{\theta}$	Середня різниця між надходженням і відправленням пакетів протягом певного періоду часу.	

Таблиця 2 – Опис використаних індикаторів

Індикатори	Позначення	Опис	Розрахункові параметри
Імовірність втрати	EL	Імовірність скидання пакету в конкретний час.	Під впливом $\hat{\lambda}$, $\hat{\theta}$ і v.
Передбачувана затримка	ED	Середня очікувана затримка для всіх пакетів у черзі в буфері.	Під впливом q і $\hat{\theta}$.

$$v_i = c - q_i / c \quad (1)$$

$$\hat{\lambda}_i = (1 - w_\lambda) \lambda_i + w_\lambda \hat{\lambda}_{i-1} \quad (2)$$

$$\hat{\theta}_i = (1 - w_\theta) \theta_i + w_\theta \hat{\theta}_{i-1} \quad (3)$$

$$EL_i = \hat{\lambda}_i \cdot \hat{\theta}_i \cdot (1 - v_i) \quad (4)$$

$$ED_i = \begin{cases} 0 & \text{Якщо } \hat{\theta}_i = 0 \\ q_i \times \theta_i / (c \times \hat{\theta}_i) & \text{Якщо } 0 < \hat{\theta}_i < 1 \\ 1 & \text{Якщо } \hat{\theta}_i = 1 \end{cases} \quad (5)$$

$$Dp_i = (EL_i + w_D (ED_i)) / (1 + w_D) \quad (6)$$

10

ПСЕВДОКОД АЛГОРИТМУ AQM

Лістинг 5.1 – Псевдокод алгоритму AQM

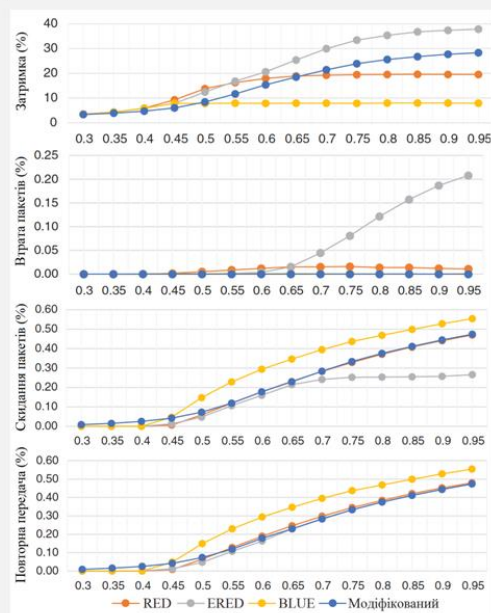
```

1  Ініціалізація параметрів:  $w_D, w_\lambda, w_\theta, Th_1, Th_2$ 
2  Ініціалізація лічильників:  $q:=0, v:=c, \lambda:=0, \hat{\theta}:=0, seq:=-1$ 
3  Для кожного прибуваючого пакету
4  Розрахувати  $v, \hat{\lambda}_i, \hat{\theta}_i, EL_i, ED_i$ 
5  Розрахувати  $Dp_i = (EL_i + w_D(ED_i)) / (1 + w_D)$ 
6  IF ( $Th_1 \leq Dp < Th_2$ )
7    seq++
8     $Dp = Dp / (1 - seq * Dp)$ 
9    IF (Drop(Dp) is TRUE)
10     Drop a, seq:=0
11  ELSE IF ( $Dp > Th_2$ )
12     Drop a, seq:=0
13  ELSE
14     seq:=-1

```

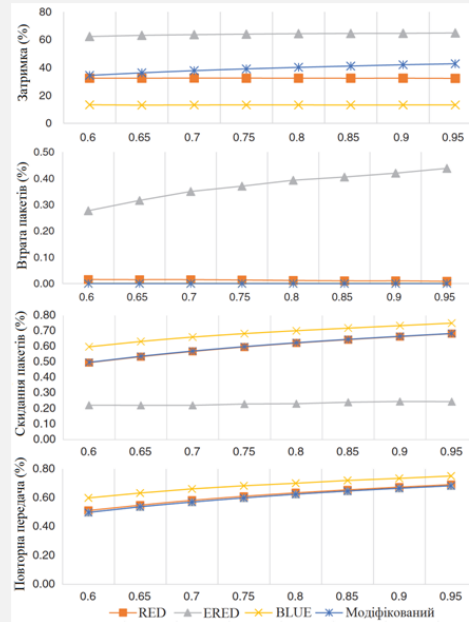
11

МОДЕЛЮВАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ



12

МОДЕЛЮВАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО ТРАФІКУ



13

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ОБОРОНИ
АЗЕРБАЙДЖАНСЬКОЇ РЕСПУБЛІКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ М. С. ЖУКОВСЬКОГО
"ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ"
УНІВЕРСИТЕТ МІСТА ЖИЛІНА

СУЧАСНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ

Тези доповідей тринадцятої міжнародної
науково-технічної конференції
26 – 27 квітня 2023 року
Том 2: секція 2

Баку – Харків – Жиліна – 2023

Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління

АЛГОРИТМИ AQM КЕРУВАННЯ ЧЕРГАМИ В МАРШРУТИЗАТОРАХ

Шістеров І.Ю., Марініно Е.Е., Яковскаий О.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

У сучасному світі клькість інформації, що передається, збільшується щодня. Це призводить до додаткового навантаження на мереже обладнання. Всі пакети, що надходять до маршрутизатора стають в чергу на обслуговування.

Надходження занадто великої кількості пакетів, які змагаються за обмежені спільні мережеві ресурси, наприклад буфер черги в маршрутизаторі та вихідну смугу пропускання, може призвести до перевагання в даному маршрутизаторі.

Перевагання знизить ефективність і надійність всієї мережі, крім того, при дуже високому трафіку продуктивність значно падає і пакети майже не доставляються.

Серйозні проблеми із затримками призводять до детралізції пропускання здатності і швидкості, зростає ризик втрати пакетів.

Для вирішення представлених вище проблем використовують алгоритми AQM. AQM (Активне Управління Чергою) – технологія у мережних маршрутизаторах, яка посилає у відкладенні пакети або асиметричний пріоритет ECN пакетів ще до того, як черга маршрутизатора переповниться.

Метою доповіді є аналіз існуючих алгоритмів AQM, які пильнують про належний стан черги маршрутизатора для забезпечення гарної продуктивності роботи маршрутизатора.

У доповіді наведено переваги використання AQM алгоритмів, їх позитивний вплив на роботу, як окремого маршрутизатора, так і на роботу мережі в цілому.

Також детально представлені аспекти існуючих AQM алгоритмів, логіка їх роботи та їх розвиток, який відбувався з часом.

Досліджено перспективи впровадження алгоритмів AQM, що засновані на функції відкладення, які можуть бути розгорнуті в реальній мережі.

Список літератури

1. M. Baccuzik, A. Chydzinski, "AQM based on the queue length: A real-network study", 2022; <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0263407>
2. G.F.Ah Alkhamisi, R. Bazzi, "Analyzing the Performance of Active Queue Management Algorithms", 2010; <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1003/1003.3909.pdf>
3. L. Zhao, K. Liu, J. Zheng, "A New AQM Algorithm for Enhancing Internet Capability Against Congestion Flows", 2005; https://link.springer.com/chapter/10.1007/11596981_104

14

ВИСНОВКИ

Активне керування чергами маршрутизаторів спрямоване на зменшення серйозних наслідків перевантаження мережі в буфері маршрутизатора та його негативного впливу на продуктивність мережі. Методи AQM реалізують різні методи відповідно до індикаторів перевантаження, таких як довжина черги та середня довжина черги.

Розрив між індикаторами перевантаження та показниками продуктивності мережі призводить до зниження продуктивності мережі.

Запропоновано модифікований метод оцінки перевантаження в буфері маршрутизатора з використанням індикаторів для розрахунку ймовірності скидання пакетів, яка відповідає за управління буфером маршрутизатора. Експериментальні результати, показали, що запропонований метод має певні переваги перед існуючими алгоритмами RED, ERED і BLUE з точки зору втрати пакетів, відкидання пакетів і повторної передачі, зберігаючи розумну затримку в черзі.