

## 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 оптимізації трафіку IP-мереж

Виконав: ст. гр. КСММ-21-1 Харченко О.А.

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

## ВСТУП

У сучасних комп'ютерних мережах зміна характеру інформації, її обсягів та інтенсивності може приводити до виникнення блокувань і перевантажень, незважаючи на тенденцію до підвищення їх пропускної спроможності.

Низька затримка стала нескінченною вимогою якості обслуговування для сучасних програм. Хоча швидкість передачі інформації продовжує стрімко зростати в усьому світі, можна побачити таку ж тенденцію в напрямку мережевої затримки.

Розвиток сучасних додатків призвів до потреби в дуже низькій наскрізній затримці, де чим менша затримка, тим кращою та привабливішою є послуга для кінцевого користувача. Індустрія ігор і VoIP вже давно є одним із таких застосувань, але в сучасному світі потреби змінилася, і потреба в низькій затримці стала настільки ж важливою, якщо не більшою, ніж високий бітрейт буквально для всіх програм.

Отже, вдосконалення методів аналізу та управління в комп'ютерних мережах, спрямованих на підвищення їх продуктивності, залишається актуальним завданням і в наш час.

## МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

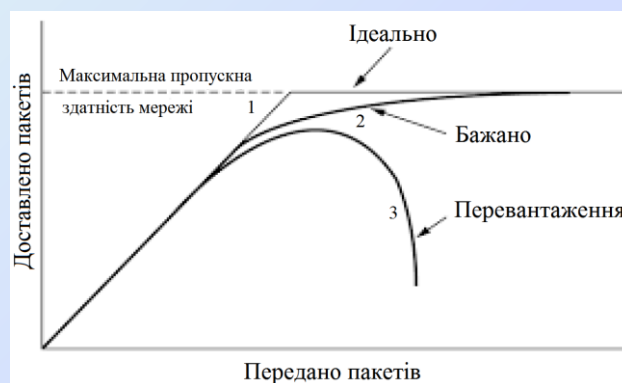
Алгоритми контролю зазорів на маршрутизаторах є основними факторами успішної, ефективної та результативної роботи сучасних комп'ютерних мереж. Таким чином, метою цієї кваліфікаційної роботи є розробка нового алгоритму AQM, який має добре використання каналів зв'язку, має малий коефіцієнт втрат, потребує мало системних ресурсів та простий у конфігурації.

Виконання кваліфікаційної роботи передбачає:

- аналіз літературних джерел, присвячених проблемам збільшення пропускної здатності комп'ютерних мереж;
- проведення аналізу сучасних механізмів роботи протоколу TCP та алгоритмів AQM для боротьби з мережевими перевантаженнями;
- розробку метода управління чергою маршрутизатора відповідно до поточного мережевого стану;
- проведення аналізу результатів моделювання.

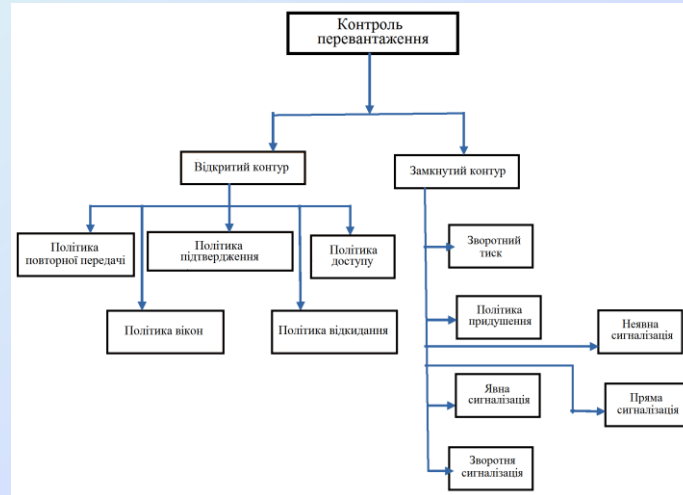
3

## ВПЛИВ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ НА РОБОТУ МЕРЕЖІ



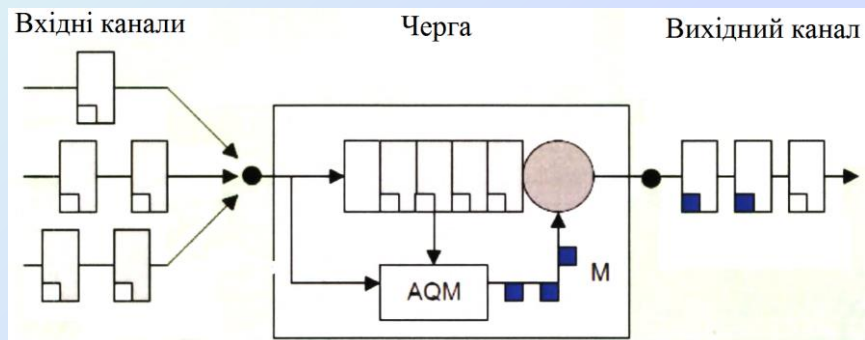
4

## МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ПЕРЕВАНТАЖЕНЬ



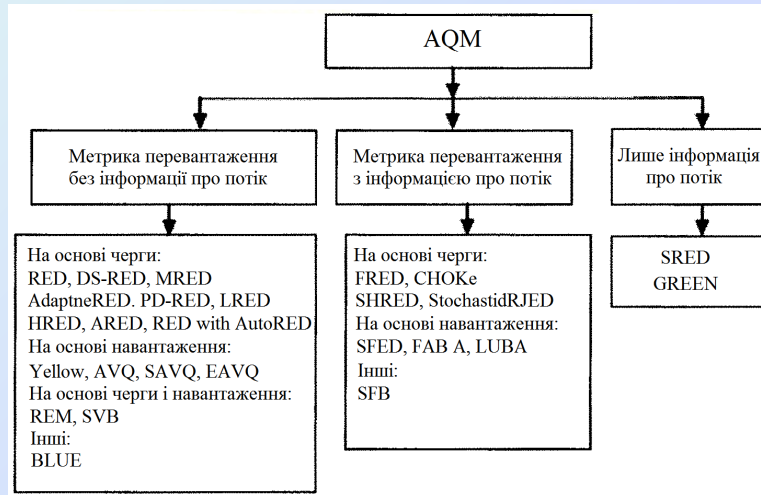
5

## АКТИВНЕ КЕРУВАННЯ ЧЕРГОЮ



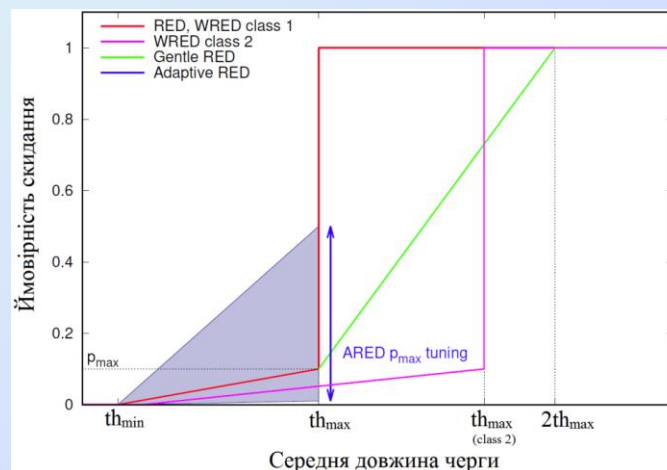
6

## КЛАСИФІКАЦІЯ АЛГОРИТМІВ AQM



7

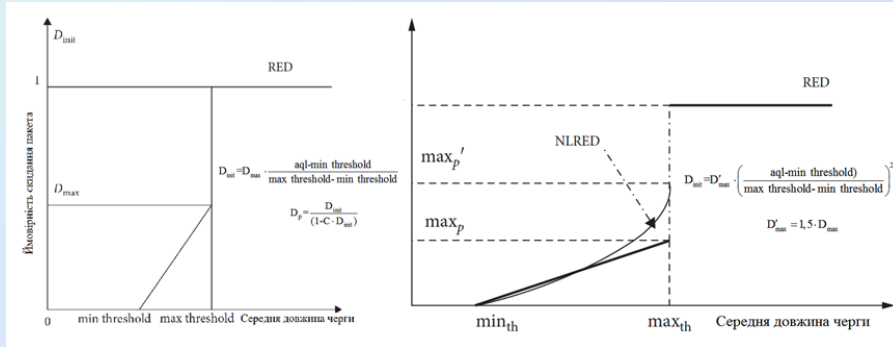
## РОДИНА АЛГОРИТМІВ RED



Ймовірність скидання пакетів з різними варіантами RED

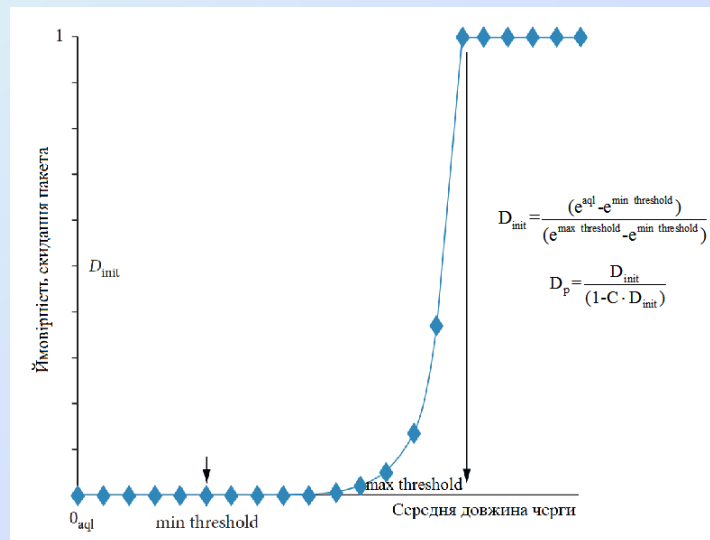
8

## RED І НЕЛІНІЙНИЙ NLRED



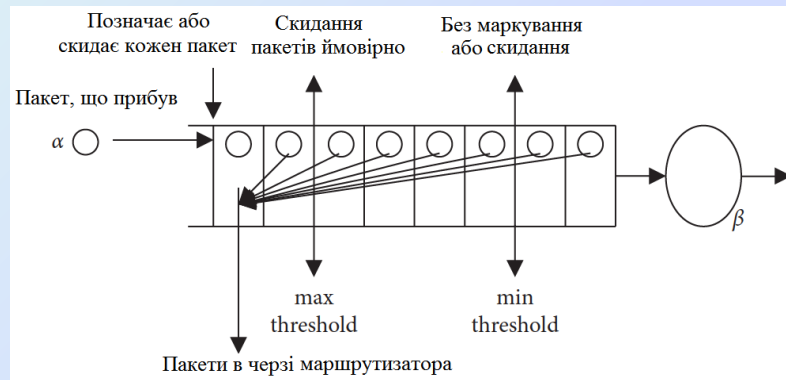
9

## АЛГОРИТМ RED\_E



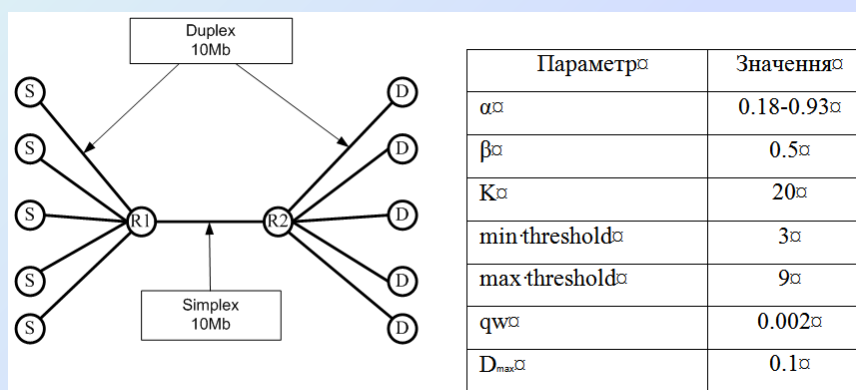
10

## МОДЕЛЬ БУФЕРА МАРШРУТИЗАТОРА



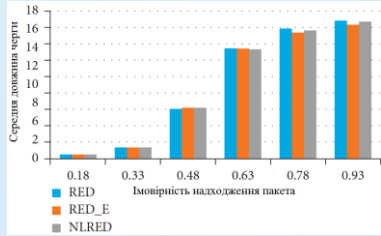
11

## ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ТА ПОЧАТКОВІ ПАРАМЕТРИ

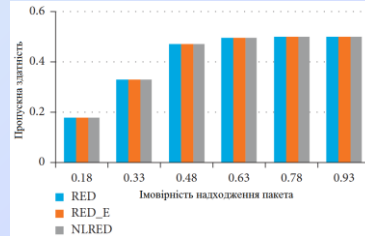


12

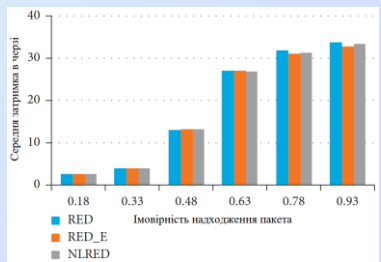
## РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ



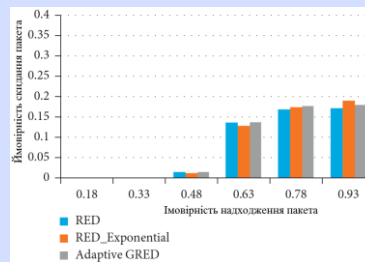
Залежність mq1 від  $\alpha$



Залежність пропускної здатності від  $\alpha$

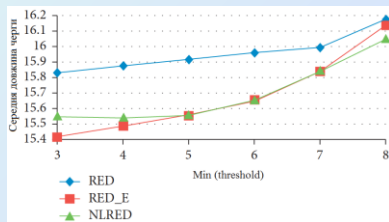


Залежність середньої затримки в черзі від  $\alpha$

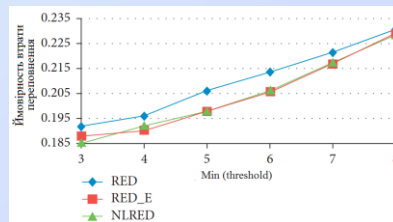


Залежність ймовірності скидання пакетів від  $\alpha$

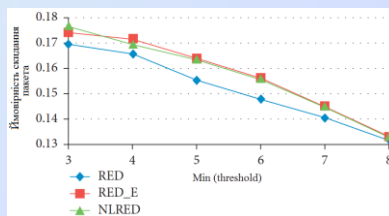
## РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ



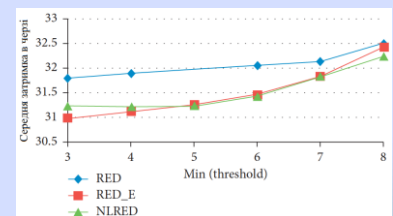
Залежність mq1 від мінімального порогу



Залежність ймовірності втрати пакетів від мінімального порогу



Залежність ймовірності скидання пакетів від мінімального порогу



Залежність середньої затримки від мінімального порогу

## ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі було проаналізовано роботу різних алгоритмів AQM контролю перевантаження за недоліками та їхніми перевагами. Після аналізу та порівняння кількох алгоритмів AQM було виявлено, що жоден алгоритм не може вирішити всі проблеми зменшення перевантаження в мережі. Запропоновано метод запобігання перевантаження в чергах маршрутизаторів, який відрізняється від алгоритму RED та його наступників.

Імітаційне моделювання було проведено для визначення переваг і недоліків RED\_E. Результати моделювання були отримані при використанні різних значень ймовірності надходження пакетів для вимірювання продуктивності RED, NLRED і RED\_E в різних ситуаціях (без перевантажень, незначне перевантаження та сильне перевантаження).

Проведене імітаційне моделювання показало, що застосування експоненціального процесу відкидання пакетів з перевантаженої черги зводить до мінімуму залежність від попередньо налаштованих параметрів алгоритму RED та сприяє зростанню пропускної здатності мереж.