

МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ЗАХИСТОМ ВІД ПЕРЕНАВАНТАЖЕНЬ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

Романов О.І., Москвитіна А.О.

Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ»

E-mail: a_i_romanov@mail.ru , anastasiia.moskvytina@ukr.net

Model of congestion protection in data networks

This paper presents method of congestion avoidance with RED techniques in packet-switching networks. Techniques for managing queues of packets are provided. The propose of the study to build a stochastic model of the traffic management RED type module.

Глобальні і локальні мережі схильні до перенавантажень. Це пов'язано з пульсаціями трафіку внаслідок зростання обсягу трафіку в одному або декількох напрямках зв'язку, виходу з ладу елементів мережі, переміщення абонентів і т.п. При цьому, досить складно визначити джерело виникнення перевантаження.

Одним з можливих шляхів боротьби з перевантаженнями є використання механізмів створення, розподілу и порядку обробки черги (Queuing Mechanism), які можуть бути класифіковані як:

- механізм FIFO (First-In, First-Out);
- черги пріоритетів (Priority Queueing);
- зважений алгоритм кругового обслуговування (Weighted Round Robin, WRR);
- конфігуровані черги (Custom Queueing).

Загальна постановка задачі стосовно управління чергами розглянута у [1]. У даній роботі представлений формалізований опис процесу обслуговування заявок і запропонована модель, що дозволяє запобігати перевантаження на ранніх етапах його виникнення.

Одним з найбільш ефективних алгоритмів, покладених в основу управління потоками черг, став алгоритм AQM (Active Queue Management), яскравим прикладом реалізації якого є алгоритм RED [2].

Суть ідеї закладається в тому, що алгоритм RED дозволяє відкидати пакети, що надходять у перезавантажений буфер з деякою вірогідністю, на основі оцінки середнього розміру черг [3]. Таким чином, він дозволяє контролювати навантаження в рамках черги і при виявленні перевантаження або стані близькому до перевантаження, здійснювати імовірнісне скидання пакетів.

Реалізація ідеї, закладеної в RED вимагає наявності формалізованої моделі, яка б адекватно відображала процес функціонування і дозволяла прив'язати всі змінні використовуваного математичного апарату. На рис.1 пропонується один з можливих варіантів такої моделі.

Модель на рис. 1 представлена одним маршрутизатором (комутатором) та двома персональними комп'ютерами. Генерацію трафіку здійснює один з ПК, другий його приймає. Алгоритм RED налаштовується у маршрутизаторі і припускає виконання таких основних блокових дій: відправка пакетів, обчислення середньої довжини черги Q_{avg} , визначення границь порогових значень для Q_{avg} , розрахунок

ймовірності скидання пакетів P_b та відкидання tail drop, формування черги *count* та прийом пакетів. Розглянемо ці етапи.

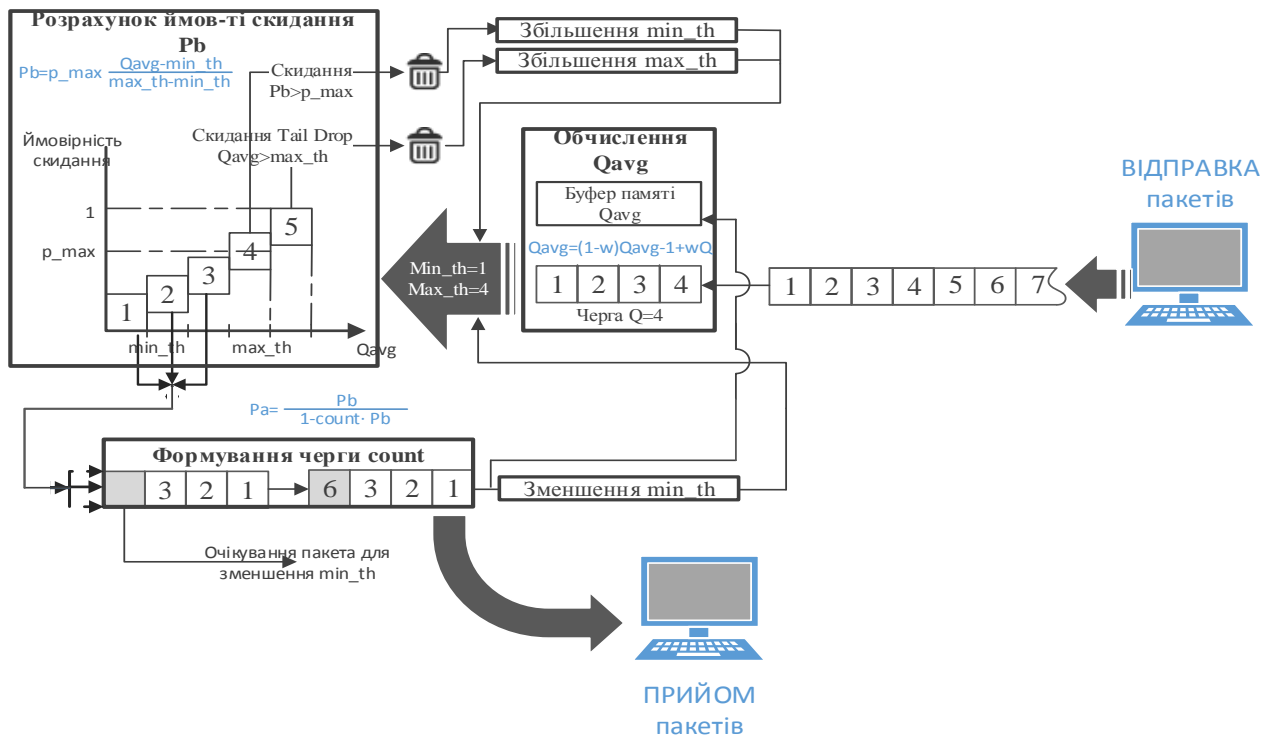


Рис. 1.

При надходженні пакетів до маршрутизатора розраховується значення середньої довжини черги Q_{avg}

$$Q_{avg} = (1 - w)Q_{avg-1} + wQ, \quad (1)$$

де Q_{avg-1} - попередній розмір черги, Q - поточний розмір черги, w - вага черги, пропорційна співвідношенню поточного і середнього розміру черги.

Значення Q_{avg-1} зберігається у буфері пам'яті, як показано на рис. 1.

Після обчислення Q_{avg} маршрутизатор приймає рішення стосовно порогових значень для Q_{avg} . Мінімальне значення визначається як min_th , максимальне max_th . Якщо передбачуваний трафік буде мати пульсуючий характер (пікові перепади в навантаженні), значення min_th має бути досить високим, щоб забезпечити роботу мережі з високою якістю. Для трафіку високої пропускної здатності низьке значення нижнього порогу призведе до неприйнятно низькому завантаженні каналу.

Значення Q_{avg} має перебувати в межах мінімального та максимального порогів min_th і max_th . При розрахунку вірогідності скидання пакетів маршрутизатор виконує ряд перевірок.

- Якщо значення Q_{avg} більше максимального порога max_th - пакет відкидається за алгоритмом tail drop, а значення max_th збільшується;
- Якщо середній розмір черги Q_{avg} вище min_th , то пакет може бути відкинутий відповідно до ймовірності P_b (2). Відкинутий таким чином пакет призводить до збільшення значення min_th ;
- Якщо середній розмір черги не вище min_th , то пакет проходить далі без затримок.

Якщо середнє значення черги перебуває в допустимих межах $min_th < Q_{avg} < max_th$, то пакети відкидаються відповідно до ймовірності P_b

$$P_b = \max_p \frac{Q_{avg} - min_th}{max_th - min_th} , \quad (2)$$

де max_p - максимальна ймовірність скидання. Значення P_b може змінюватися в межах $[0; max_p]$, а величина max_p визначена порогом для ймовірності скидання P_b , при якому середня черга вже досягла свого максимального порога. Фактично відкидання пакету обумовлюється лише значенням max_p : якщо P_b більше max_p , пакет відкидається і мінімальний поріг збільшується.

Усі невідкинуті з попереднього етапу пакети додаються в лічильник кількості пакетів, які прийшли в чергу з моменту останнього скидання $count$ - чим більше пакетів прийшло, тим вище ймовірність скидання. Значення $count$ має бути достатнім для того, щоб знизити значення мінімального порогу min_th .

Ймовірність маркування або скидання пакетів обчислюється за допомогою лічильника $count$ (3). Такий підхід гарантує, що RED не буде очікувати занадто довго, щоб відкинути пакет пропорційно навантаженню P_a [4]

$$P_a = \frac{P_b}{1 - count \cdot P_b} \quad (3)$$

Алгоритм функціонування RED спрямований на таку реалізацію, яка дозволить відкидати пакети з дотриманням принципів «справедливого розподілу ресурсів», щоб уникнути глобальної синхронізації.

На основі запропонованого математичного апарату наступним етапом досліджень буде побудова імітаційних моделей, які могли би відобразити ефективність запропонованого методу боротьби з перенавантаженнями. Поточну модель пропонується доповнити кількома вузлами та розраховувати всі ймовірнісні показники, враховуючи передбачення на наступних ділянках мережі. Також планується наблизити експеримент до реального, організовуючи багатопотокову модель передачі даних.

Література

1. Москвитіна А. О. Управління перенавантаженнями у мережах передачі даних за допомогою організації черг / А. О. Москвитіна, А. О. Романов // Збірник тез VII Міжнародної науково-технічної конференції студентів та аспірантів «Перспективи розвитку інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем» - Київ, НТУУ «КПІ» 2015, с 149-151.
2. S. Floyd, V. Jacobson, Random Early Detection Gateways for Congestion Avoidance, IEEE/ACM Transactions on Networking 1 (4) (1993) 397–413.
3. Techniques for the hardware implementation of Random Early Detection mechanisms: pat. US006675220B1 USA / D. Bergamasco, T.J. Edsall, G. M. Morandin, K. McCloghrie. Publ. Jan. 6, 2014.
4. Киреева Н. В. Изучение алгоритма RED в среде NS-2 / Н. В. Киреева, М. А. Буранова, И. С. Поздняк // Методические указания к выполнению лабораторной работы. - «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (2014).