

УДК 004.772

К.т.н., доцент Орлова М.М, магістрант Мовчанюк Д.А.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

## УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМУ МУЛЬТИПЛЕКСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ В МЕРЕЖАХ IPTV

### Abstract

*Maria M. Orlova, assoc. prof., PhD; Denys Movchaniuk, student  
Improvement of multiplexing information algorithm in IPTV networks*

*This article considers the problems of efficiency of existing IPTV networks data links. Current methods which improve efficiency of multiplexing algorithms are analyzed in the article. The proposition to improved method is represented.*

### Вступ

Абоненти мереж IPTV (Internet Protocol Television), крім цифрового телебачення, отримують можливість використовувати ряд додаткових послуг, що збільшує навантаження на мережу, на базі якої вони надаються. Вирішувати цю проблему доцільно за рахунок застосування алгоритмів мультиплексування трафіку. Використовуючи теорію довгострокової залежності (самоподібності) трафіку, яка вперше була опублікована у роботі [1], за рахунок передбачення інтенсивності трафіку можна удосконалити алгоритм мультиплексування.

### Постановка задачі

Метою роботи є дослідження та аналіз методів мультиплексування, розробка модифікованого алгоритму на базі теорії самоподібності трафіку.

При цьому вирішуються наступні задачі: аналіз способів мультиплексування даних в каналах мереж IPTV; дослідження статичних методів управління інтенсивністю трафіку; удосконалення алгоритму статистичного мультиплексування.

## Теоретичні відомості

У широкому розумінні самоподібність проявляється у тому, що об'єкт розбивається на такі менші частини, щоб кожна з них була зменшеною копією цілого об'єкту. По відношенню до трафіку це означає, що його характеристики будуть подібними на різних часових інтервалах.

У роботі [1] доведено, що трафік сучасних телекомунікаційних мереж (включаючи мережі IPTV) з комутацією пакетів має особливу структуру, що не дозволяє використовувати звичайні методи розрахунків параметрів мережі (пропускної спроможності каналів, розмірів буферів станцій тощо), що базуються на марковських моделях і формулах Ерланга. Ігнорування цих особливостей, які викликані ефектом самоподібності, призводить до недооцінки навантаження. У самоподібного трафіка присутня певна кількість досить великих сплесків при передачі даних на фоні відносно низького середнього рівня, що значно збільшує затримки і джиттер (коливання часу передачі окремого пакету відносно середнього значення) при його проходженні через мережу, навіть у випадках, коли середня швидкість передачі трафіку набагато нижча максимально можливої в даному каналі. Самоподібні процеси відносяться до процесів з довгою пам'яттю, що дозволяє передбачити їх можливі зміни, знаючи відносно недавні попередні показники.

Мультиплексування каналів – об'єднання за певними правилами декількох окремих потоків у один загальний, який передається в одному фізичному каналі. У найпростішому випадку передачі інформації декількох відправників одним магістральним каналом можна закріпити за кожним з потоків певну частину ресурсів магістрального каналу (розділити за частотою, часом, довжиною хвилі тощо). У цьому випадку кожний логічний канал може використовувати тільки ту частину ресурсів, яка йому відведена.

Алгоритм статистичного мультиплексування потоків (рис. 1) широко використовується в телекомунікаціях, оскільки дозволяє більш економно використовувати пропускну спроможність каналів. Він полягає у тому, що окремі потоки мультиплексуються (агрегуються) з економією пропускної спроможності  $dC$ .

Припустимо, є  $n$  окремих потоків даних. За умови їх незалежності та при однаковому розподілі ймовірностей кількості даних, що будуть передаватись, буде спостерігатися ефект згладжування процесу  $\Sigma$  при зростанні  $n$ , який не залежить від ступеня самоподібності окремих потоків. Крім того, при збільшенні кількості логічних каналів, повинна також відбуватися нормалізація процесу  $\Sigma$ .

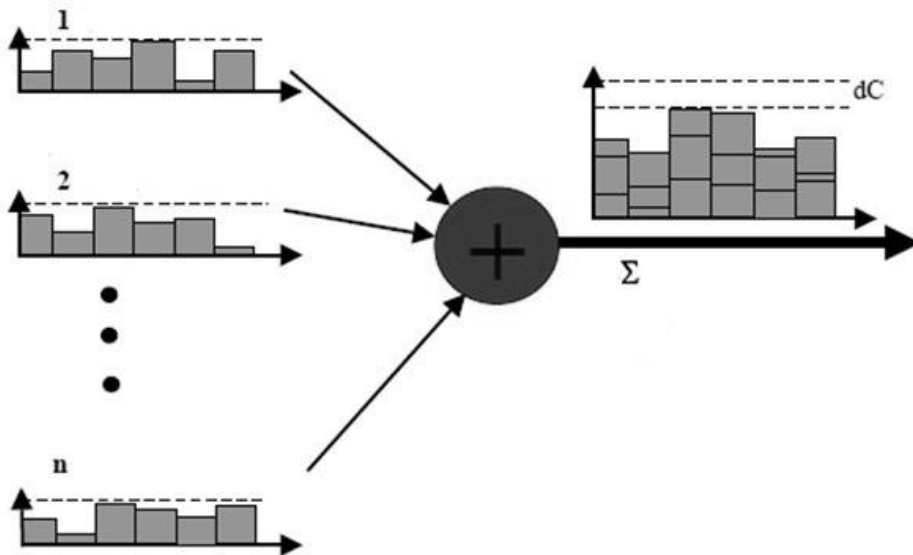


Рис. 1. Схема статистичного мультиплексування

На практиці пропускна спроможність магістрального каналу та буфери станцій можуть виявитись меншими, ніж сумарні характеристики, які необхідні процесам, що мультиплекуються. В результаті окремі потоки при перевищенні сумарним процесом пропускної спроможності каналу заносяться у буфер обмеженого розміру, що може призвести до втрати їх незалежності.

В результаті агрегований потік не досягає потрібного рівня згладжування, що робить малоефективним алгоритм статистичного мультиплексування.

На рис. 2 показано типовий вигляд агрегованого мережного трафіку, кожна точка якого показує кількість пакетів даних, переданих у каналі за 1 секунду [1]. Очевидно, що це не згладжений процес. У результаті для того, щоб передати такий трафік без втрат, пропускна спроможність каналу повинна виділятися відповідно до рівня пікових викидів, а оскільки середній рівень трафіку досить низький, вона буде витрачатися неефективно.

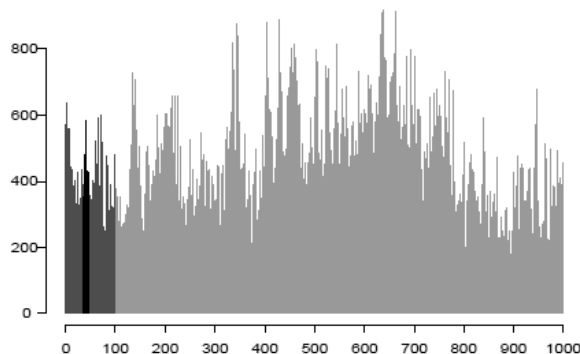


Рис. 2. Типовий вигляд агрегованого мережного трафіку

Управляти пропускною спроможністю фізичного каналу неможливо, адже це незмінна характеристика, але можна регулювати пропускну

спроможність логічних каналів. Тож далі кажучи про управління, будемо мати на увазі логічні канали.

Для управління інтенсивністю трафіку, що передається мережею, звичайно використовуються методи Traffic Shaping і Traffic Policing [2], які є статичними методами управління пропускнуою спроможністю.

Алгоритм Traffic Shaping, використовуючи буфер, створює чергу з надлишкових пакетів і згладжує трафік для передачі його з постійною інтенсивністю та узгодженою швидкістю передачі. В результаті з'являється можливість використовувати різні алгоритми обробки пакетів в черзі, наприклад, WFQ (Weighted Fair Queuing) та FIFO (First In, First Out). Враховуючи те, що алгоритм Traffic Shaping не допускає відкидання пакетів при передачі, заносючи надлишкові пакети у буфер, його можна використовувати для управління передачею інформації реального часу, що актуально для IPTV мереж. Але виникають затримки, пов'язані з буферизацією та обробкою черги пакетів (крім того, пакети можуть втрачатися при переповненні буфера станції), які негативно позначаються на характеристиках якості обслуговування QoS (Quality of Service) трафіку, що передається.

Алгоритм Traffic Policing просто відкидає надлишкові пакети, інтенсивність яких вище узгодженої швидкості передачі (для кожного пакету визначається окремо чи повинен він передаватися, чи може бути відкинутий). Алгоритм не викликає затримок пакетів і не згладжує трафік, натомість є набагато простішим. Але для того, щоб досягти прийнятних показників втрат пакетів, необхідно збільшувати пропускну спроможність каналу, що призводить до зниження коефіцієнту використання каналу.

Тому постає задача ефективного розподілу загальної пропускнуої спроможності фізичного каналу між кількома логічними.

### **Удосконалення алгоритму мультиплексування**

Далі пропонується алгоритм динамічного управління пропускнуою спроможністю логічних каналів всередині магістрального, який базується на прогнозі інтенсивності трафіку, що можливо реалізувати завдяки довгостроковій пам'яті самоподібних процесів.

Інакше кажучи, пропускну спроможність окремого логічного каналу повинна змінюватись динамічно, відстежуючи профіль трафіку. Це основна відмінність від статичного способу визначення пропускнуої спроможності.

За допомогою передбачення характеристик трафіку можна заздалегідь прогнозувати вимоги до пропускнуої спроможності потоків в деякому інтервалі часу в найближчому майбутньому, і до настання цього інтервалу виділити для передачі даних у логічному каналі з пріоритетною

інформацією необхідну пропускну спроможність, розподіливши іншим каналам те, що залишилось, але не менше певного мінімуму швидкості передачі.

Отже, особливість даного підходу полягає у тому, що не трафік вирівнюється під задану наперед пропускну спроможність, а навпаки, пропускну спроможність каналу підлаштовується під трафік, завдяки чому зменшуються втрати і виділені ресурси використовуються більш ефективно. Це дозволяє оптимізувати використання пропускну спроможності магістрального каналу.

## **Висновки**

Таким чином, за рахунок передбачення характеристик трафіку, зробленого на основі теорії самоподібності трафіку, можна покращити метод статистичного мультиплексування. Для цього разом з використанням існуючих алгоритмів управління інтенсивністю трафіку пропонується застосувати динамічний спосіб розподілу загальної пропускну спроможності фізичного каналу між кількома логічними. Визначним є те, що пропускну спроможність логічного каналу підлаштовується під характеристики трафіку. Динамічне визначення пропускну спроможності кожного окремого логічного каналу дасть змогу більше навантажити існуючі канали зв'язку, що дозволить провайдерам підвищити якість послуг, або підключати нові сервіси та абонентів без прокладання нових фізичних каналів чи збільшення розміру буферів станцій.

## **Література**

1. *Leland W.E.* On the self-similar nature of ethernet traffic (extended version) / W.E. Leland, M.S. Taqqu, W. Willinger, D.V. Wilson // IEEE/ACM Transactions of Networking. – 1994. – 2(1). – P. 1–15.

2. Comparing Traffic Policing and Traffic Shaping for Bandwidth Limiting [Електронний ресурс] / Cisco Systems / Comparing Traffic Policing and Traffic Shaping for Bandwidth Limiting [QoS Policing] – Cisco Systems. – 2005. – Режим доступу: [http://www.cisco.com/en/US/tech/tk543/tk545/technologies\\_tech\\_note09186a00800a3a25.shtml](http://www.cisco.com/en/US/tech/tk543/tk545/technologies_tech_note09186a00800a3a25.shtml). – Дата доступу : березень 2012. – Назва з екрана.

3. *Величко В.В.* Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие в 3 томах. Том 3. – Мультисервисные сети / В.В. Величко, В.А. Субботин, В.П. Шувалов, А.Ф. Ярославцев; под ред. профессора В.П. Шувалова. – М. Горячая линия-Телеком, 2005. – 592с.: ил.