

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора *Можасва Олександра Олександровича*
на дисертаційну роботу *Лебеденко Тетяни Миколаївни*

«Моделі та методи активного управління чергами та пропускнуою здатністю інтерфейсів телекомунікаційних мереж», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

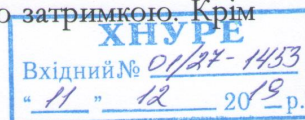
Актуальність тематики дисертаційної роботи

Розширення переліку наданих послуг зв'язку та підвищення рівня якості обслуговування є ключовими тенденціями в розвитку інфокомунікацій. Для покращення якості обслуговування (QoS) постійно оптимізується робота всіх мережних технологій, протоколів та окремих механізмів управління трафіком. До їхнього числа треба віднести й засоби управління чергами, так як саме від результативності їхньої роботи багато в чому залежать характеристики телекомунікаційної мережі та числові значення часових QoS-показників (середньої затримки та джитеру), та показників надійності доставки пакетів. Нажаль існуючі механізми управління чергами та розподілу пропускнуою здатності інтерфейсу більше базуються на використанні адміністративних налаштувань та евристичних процедурах, а ніж на теоретично обґрунтованих математичних моделях і методах. Це, в свою чергу, нерідко призводить до неефективного використання мережного (канального та буферного) ресурсу та виникнення локальних та глобальних перевантажень, що супроводжується різким зниженням рівня якості обслуговування в мережі. Тому тематика дисертаційної роботи Лебеденко Т.М., яка присвячена розробці потокових моделей та оптимізаційних методів активного управління чергами та пропускнуою здатністю інтерфейсів телекомунікаційних мереж, є актуальною.

Наукова новизна результатів роботи.

У ході розв'язання поставленої науково-прикладної задачі здобувач отримав наступні основні результати:

1. Вдосконалено метод збалансованого управління чергами на інтерфейсах маршрутизаторів телекомунікаційних мереж. Новизна запропонованого методу полягає у збалансованому розподілі пропускнуою здатності інтерфейсу маршрутизатора між чергами пакетів відповідно до значень класів (пріоритетів) черг та потоків пакетів, що дозволило забезпечити підвищення рівня якості обслуговування пакетів за середньою затримкою. Крім



того, узгодженість рішень задач агрегування потоків пакетів за чергами та розподілу між ними пропускну здатності інтерфейсу забезпечувалась в ході їх послідовного розв'язання. Це дозволило також знизити обчислювальну складність кінцевих рішень без зниження рівня їхньої ефективності.

2. Вперше запропоновано метод активного управління чергами та пропускну здатністю інтерфейсів маршрутизаторів телекомунікаційних мереж. Новизна запропонованого методу полягає в тому, що задачі щодо розподілу пропускну здатності інтерфейсу між сформованими чергами та пріоритетного обмеження інтенсивності потоків пакетів, що надходять на інтерфейс маршрутизатора, розв'язуються погоджено. Застосування методу дозволяє реалізувати політику диференційованих відмов в обслуговуванні пакетів на основі як абсолютних, так і відносних пріоритетів.

3. Вдосконалено динамічну модель управління чергами та пропускну здатністю інтерфейсів маршрутизаторів телекомунікаційних мереж. Новизна моделі полягає у врахуванні динаміки зміни стану інтерфейсу (черги) в часі, яка описувалась нелінійними диференціальними рівняннями, заснованими на стаціонарній поточковій апроксимації нестационарного потоку (PSFFA). Це дозволило більш адекватно розрахувати середню довжину кожної з черг в заданий момент часу, що сприяло забезпеченню більш ефективного розподілу між ними пропускну здатності інтерфейсу та підвищенню рівня якості обслуговування в мережі в цілому відповідно до пріоритету потоків пакетів.

Достовірність та обґрунтованість отриманих здобувачем нових наукових результатів, висновків і рекомендацій забезпечувалися коректним використанням математичного апарату, представленого теорією диференціальних рівнянь, теорією масового обслуговування, апроксимацією PSFFA, методами математичного програмування. Всі допущення, наближення та висновки належним чином аналітично та кількісно обґрунтовані. Отримані наукові результати та результати розрахунків мають чітку фізичну інтерпретацію. Адекватність рішень підтверджувалася допустимим збігом результатів аналітичних розрахунків, імітаційного моделювання та проведеного лабораторного експерименту.

Практична значимість отриманих в дисертаційній роботі результатів визначається можливістю їхнього безпосереднього використання у ході вирішення прикладних задач управління перевантаженням, розподілу ресурсів та активного управління чергами в умовах нестационарного режиму роботи інтерфейсів маршрутизаторів телекомунікаційних мереж. Алгоритмічна реалізація на практиці запропонованих в роботі моделей та методів може бути покладена в основу перспективних механізмів управління чергами з метою

підвищення рівня якості обслуговування в телекомунікаційних мережах в цілому. Крім того, результати дисертаційної роботи вже використані при розробці та модернізації програмного забезпечення мережного обладнання сучасних мультисервісних телекомунікаційних систем ТОВ «ВОРКНЕСТ»; використані при розробці рекомендацій щодо підвищення якості обслуговування в телекомунікаційних мережах ПрАТ «Фарлеп-Інвест»; використані в ході виконання НДР «Підвищення масштабованості технологічних рішень щодо забезпечення якості обслуговування в конвергентних телекомунікаційних системах» (ДР: 0115U002432), в якій здобувач виступав виконавцем; та в навчальному процесі ХНУРЕ. Практична орієнтація результатів роботи також підтверджується наявністю одного патенту на корисну модель (патент 136093 Україна: МПК (2019.01) G 06 G 3/00. № u201811916; заявка 03.12.2018; опуб. 12.08.2019).

Основні недоліки по роботі:

1. У дисертаційній роботі не проводилися порівняння отриманих рішень, представлених відповідними моделями та методами активного управління чергами, з механізмами пасивного управління чергами (наприклад, Tail Drop), які також використовуються в сучасних телекомунікаційних мережах.

2. У роботі доведено, що використання лінійно-квадратичної цільової функції (2.22) в критерії оптимальності (2.20) забезпечує більш ефективне рішення задач щодо активного управління чергами та пропускнуою здатністю інтерфейсів ТКМ порівняно із лінійною формою (2.21). Проте, відкритим залишилося питання, чому автором не було проведено додаткове дослідження для більш складних, наприклад, кубічних критеріїв, або більш високих ступенів.

3. В ході досліджень здобувачем були використані вирази (3.11)-(3.13) для опису динаміки зміни середньої довжини черги, сформованої на інтерфейсі маршрутизатора ТКМ, лише для випадків $M(t)/M(t)/1$, $M(t)/D(t)/1$, $M(t)/E_k(t)/1$. Однак на практиці мережний трафік, і зокрема мультимедійний, не завжди описується лише подібними СМО.

4. У роботі розглянуто випадок, коли присутній стаціонарний режим роботи інтерфейсу (черги), при якому середня довжина черги з часом стабілізується. Доцільно було б розглянути випадок, коли інтерфейс (черга) працює лише в перехідному режимі, тобто без входження в стаціонарний режим, що особливо є актуальним для радіоінтерфейсів.

5. У рамках розроблених здобувачем рекомендацій щодо практичного застосування пропонованих в дисертаційній роботі моделей та методів не зрозуміло, чи можуть вони використовуватися й на інших комутаційних пристроях, де можуть формуватися черги пакетів, як наприклад, на комутаторах

третього рівня. Чи буде достатньо обчислювальної потужності цих пристроїв для практичної реалізації запропонованих у дисертації рішень.

Рівень та повнота публікацій та апробацій. Результати дисертаційних досліджень опубліковано у 31 науковій праці, у тому числі 8 статтях, серед яких 6 статей у наукових фахових виданнях України та таких, що включені до міжнародних наукометричних баз: 1 стаття у закордонному журналі, 1 стаття індексується наукометричною базою Scopus. Отримані результати та висновки апробовано на 23 Міжнародних наукових конференціях та форумах, з яких 6 на конференціях, що проходили під егідою IEEE та індексуються наукометричною базою Scopus. Здобувач також має один патент на корисну модель.

Висновок

Дисертаційна робота виконана на досить високому науковому рівні та представляє собою закінчене наукове дослідження. Автореферат в цілому відповідає змісту дисертаційної роботи. За своєю актуальністю, рівнем наукової новизни та стилем оформлення дисертація відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567 щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Лебеденко Т.М., за рівнем своєї кваліфікації заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Професор кафедри інформаційних технологій
та кібербезпеки факультету №4
Харківського національного університету
внутрішніх справ
доктор технічних наук, професор



О.О. Можаяєв

