

Голові спеціалізованої вченої ради Д 64.052.09
при Харківському національному університеті
радіоелектроніки
проф. Поповському В.В.

пр. Науки, 14, м. Харків, 61166

Відгук

офіційного опонента доктора технічних наук, професора Можаяєва
Олександра Олександровича на дисертаційну роботу
СИМОНЕНКА Олександра Вікторовича за темою «Потокові
моделі та методи управління чергами на інтерфейсах
маршрутизаторів транспортних телекомунікаційних мереж»,
поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

Актуальність тематики дисертаційної роботи Симоненка О.В.
визначається наступними факторами, які доповнюють один одного:

- сучасні телекомунікаційні мережі є за визначенням
мультисервісними, що вимагає диференціації при забезпеченні необхідного
рівня якості обслуговування;

- диференціація обслуговування здійснюється на підставі відповідного
розподілу (виділення) мережного ресурсу під потоки користувачів та їх
застосунків (додатків);

- за розподіл каналного та буферного ресурсу на маршрутизаторах
телекомунікаційних мереж (ТКМ), перш за все, відповідають технології та
окремі механізми управління чергами пакетів.

Тому шляхом підвищення ефективності роботи механізмів управління
чергами, що відносяться до засобів управління трафіком в цілому, можна
забезпечити належний рівень диференціації якості обслуговування в
сучасних мультисервісних мережах. Не дивлячись на наявність досить

великого різноманіття алгоритмів та механізмів управління чергами, їм притаманні досить серйозні недоліки, до яких, перш за все, варто віднести невисокий рівень автоматизації розв'язання задач щодо формування черг та їх обслуговування; відсутність погодженості у роботі засобів щодо агрегування потоків, обслуговування черг (наприклад, CQ, PQ, WFQ) та боротьби з їх перевантаженням (наприклад, RED/WRED); неефективний (неоптимальний) розподіл доступного мережного ресурсу. Це визначає необхідність пошуку та впровадження більш ефективних рішень як на технологічному рівні, так і на рівні математичного та алгоритмічно-програмного забезпечення сучасних маршрутизаторів. Тому тема дисертаційної роботи Симоненка О.В., яка присвячена рішенням наукової задачі щодо оптимізації процесів управління чергами із забезпеченням погодженого розв'язання більшості інтерфейсних задач, є актуальною.

Рівень наукової новизни отриманих результатів. У ході розв'язання поставленої наукової задачі здобувач отримав такі основні наукові результати:

1. У роботі отримала подальший розвиток математична модель управління чергами на інтерфейсах маршрутизаторів транспортних телекомунікаційних мереж, що відноситься до класу поточкових рішень. Новизною запропонованої моделі є те, що її застосування орієнтує на отримання не лише допустимих, але й оптимальних рішень по агрегуванню та розподілу потоків за чергами на підставі порівняння та мінімізації розбіжності класів потоків і черг, в які вони направляються. Оптимальність рішень оцінювалась за допомогою критеріїв, що були пов'язані із забезпеченням збалансованої завантаженості черг відповідно до їх довжини та класу (пріоритету). Реалізація моделі в підсумку дозволила забезпечити більш ефективне використання буферного та каналного ресурсу мережі, скоротивши число підтримуваних черг на інтерфейсі із забезпеченням заданого рівня диференціації якості обслуговування.

2. Здобувачем запропоновано вдосконалення моделі управління чергами на інтерфейсах маршрутизаторів активних мереж. Новизна цієї

моделі заснована на більш повному врахуванні не тільки кількості і характеристик потоків і черг, але й типу, завантаженості та номінальної продуктивності активних процесорів, топологія взаємозв'язків яких визначає архітектуру маршрутизатора активної мережі. Застосування запропонованої моделі дозволяє підвищити ефективність процесу управління чергами при забезпеченні розподілених сервісів в мережах такого класу.

3. У роботі вдосконалено метод управління чергами на інтерфейсах маршрутизаторів транспортних телекомунікаційних мереж. Новизна цього методу полягає, насамперед, в тому, що за його допомогою можна отримати погоджене та оптимальне (в рамках обраних критеріїв) рішення множини інтерфейсних задач щодо агрегування та розподілу потоків пакетів по чергах, виділення чергам необхідної частки пропускної здатності інтерфейсу, а також задач по додатковій обробці пакетів, що знаходяться в черзі, з використанням функціоналу активних процесорів маршрутизатора.

Достовірність та обґрунтованість отриманих здобувачем наукових результатів забезпечувались використанням апробованого математичного апарату, чітким фізичним трактуванням вихідних даних та наочністю результатів дослідження, що були підкріплені множиною розрахункових прикладів та даними лабораторного експерименту на реальному мережному обладнанні.

Практична значимість результатів дисертаційної роботи визначається можливістю їх використання як частини алгоритмічного та програмного забезпечення сучасних та/або перспективних маршрутизаторів транспортних, в тому числі активних ТКМ, яке відповідає за рішення задач по управлінню буферним та каналним ресурсом. Важливо зазначити, що запропоновані наукові результати вже отримали програмну реалізацію в середовищі MatLab, що полегшить їх практичне застосування. Крім того, результати дисертаційної роботи вже використано при модернізації та розвитку телекомунікаційної системи ТОВ «Сигма СОФТВЕА» та в навчальному процесі ХНУРЕ. Практична орієнтація результатів роботи також

підтверджується наявністю двох патентів на корисну модель (47461, № u 2009 05821 та 70088, № u 201113675).

Основні недоліки по роботі:

1. Здобувач при формулюванні теми роботи звужив область застосування отриманих результатів лише до маршрутизаторів транспортних мереж, однак, на мою думку, запропоновані вдосконалені математичні моделі та метод могли б використовуватися і на інших комутаційних пристроях, на яких ймовірно можуть створюватися черги пакетів: на комутаторах 3 рівня, на маршрутизаторах безпроводових mesh-мереж та ін.

2. На жаль, дисертант приділив недостатньо уваги питанням щодо дослідження впливу співвідношення метрик (вагових коефіцієнтів) в критеріях оптимальності (2.16) та (3.6), (3.8). Вибір їх числових значень визначає першочерговість (пріоритетність) рішень тієї чи іншої інтерфейсної задачі. Це більш за все стосується регулювання рівня превентивності при обмеженні довжини черги при мінімізації ймовірності виникнення ефекту глобальної синхронізації.

3. Відкритим залишилось питання щодо градації класів потоків та черг. Здобувач пропонує їх розраховувати в діапазоні від 1 до 10, але чому саме обрано такі значення в роботі належним чином не обґрунтовано.

4. У запропонованих дисертантом моделях та методі пропонується одночасно та погоджено розраховувати множину різнотипних керуючих змінних, що відповідають за рішення основних інтерфейсних задач: агрегування потоків та розподілу їх між чергами, виділення пропускної здатності інтерфейсу кожній з черг, обмеження інтенсивності потоку. Але у роботі нечітко зазначено, через які проміжки часу (період розрахунку) варто оновлювати ці змінні. Можливо, було б доцільно ці змінні розраховувати не синхронно, а асинхронно, ґрунтуючись на результатах моніторингу та аналізу стану інтерфейсу та характеристик потоків.

5. Практичне впровадження результатів роботи Симоненка О.В. призведе до ускладнення програмного забезпечення маршрутизаторів ТКМ,

підвищення вимог до їх обчислювальної потужності та ціни в цілому. Проте кількісного аналізу цих наслідків у роботі в явному вигляді, на жаль, не проведено.

6. Дисертант при порівнянні отриманих рішень з відомими аналогами в ході проведення лабораторного експерименту сконцентрував свою увагу на швидкості передачі пакетів, середній затримці та рівні втрат пакетів. Проте поза увагою залишився такий важливий показник, як джитер пакетів, що особливо актуально при передачі мультимедійних, наприклад, VoIP-потоків.

7. Для зниження обчислювальної складності розв'язання цілочисельних задач управління чергами при практичній реалізації запропонованих рішень здобувач використав методіку переходу до задачі нелінійної оптимізації, де умови булевості керуючих змінних замінювались на нелінійні умови-обмеження. Але при рішенні сформульованої у роботі задачі нелінійної оптимізації важливо належним чином вказувати початкову точку пошуку, що досить сильно впливає на швидкість визначення глобального оптимуму. Як саме це варто забезпечити в рамках запропонованого методу, дисертант у роботі не вказав, що й визначає напрям подальших досліджень в цьому напрямку, так як задачі управління чергами треба вирішувати в реальному масштабі часу.

Рівень та повнота публікацій та апробацій. Результати дисертаційних досліджень опубліковані у 35 наукових роботах, серед яких 11 статей, вісім з яких опубліковано в наукових фахових виданнях, затверджених МОН України, три статті в іноземних виданнях телекомунікаційного фаху, що входять до наукометричних баз e-library і Google Scholar. Три статті опубліковано в електронному фаховому виданні. Крім того, матеріали дисертації опубліковані в 22 матеріалах науково-технічних конференцій, з яких три проходили під егідою IEEE і викладені в наукометричних базах Scopus та IEEE Xplore Digital Library, а три конференції проходили за кордоном. Здобувач також має два патенти на корисну модель.

Висновки

1. Дисертаційна робота Симоненка Олександра Вікторовича виконана на належному науковому рівні та представляє собою закінчене наукове дослідження, в якому вирішена актуальна науково-прикладна задача з оптимізації процесу управління чергами на інтерфейсах маршрутизаторів на основі забезпечення узгодженого розв'язання завдань щодо агрегування потоків, розподілу пакетів між чергами та виділення чергам пропускну здатності інтерфейсу шляхом розробки відповідних математичних моделей і методу для підвищення якості обслуговування в транспортних ТКМ в цілому.

2. За своєю формою та змістом, рівнем наукової новизни та практичної значимості отриманих результатів дослідження, а також стилем оформлення дисертація відповідає вимогам п. 9, 11, 12 "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013. Сам автор дисертації, Симоненко О.В., за рівнем своєї підготовки та кваліфікації заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Офіційний опонент
професор кафедри мультимедійних
інформаційних технологій і систем
Національного технічного
університету «Харківський
політехнічний інститут»

доктор технічних наук професор



О.О. Можасєв

Підпис *проф. Можасєв О.О.*

ЗАСВІДЧУЮ:
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

[Signature] ЗАЙЦЕВ Ю.І.

" " 20 16 р.

