

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, к.т.н., доцента Іванчихіна Юрія Володимировича

на дисертаційну роботу Воронця Віталія Миколайовича

«МОДЕЛІ І МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ QOS ШЛЯХОМ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЧЕРГ В УМОВАХ ПІКОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ»

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

1. Актуальність теми

Сучасні інформаційні та комунікаційні технології зазнають стрімкого розвитку, що призводить до значного збільшення обсягів переданих даних. Використання інтернету для потокового відео, відеоконференцій, хмарних сервісів та інших даноємних застосунків вимагає високої якості обслуговування (QoS). В умовах пікових навантажень забезпечення стабільної і якісної передачі даних стає критично важливим для задоволення потреб користувачів. Під час пікових навантажень мережеві ресурси можуть бути обмеженими. Ефективне управління чергами дозволяє оптимізувати використання цих ресурсів, запобігаючи перевантаженням і забезпечуючи стабільну роботу мережі. Це включає правильний розподіл пропускної здатності між різними потоками даних, що сприяє загальному підвищенню ефективності мережі. Високоякісні комунікаційні послуги сприяють соціально-економічному розвитку. Задоволення потреб користувачів у стабільному зв'язку, особливо в умовах пікових навантажень, позитивно впливає на бізнес-процеси, дистанційну роботу, освіту та інші важливі сфери життя. Таким чином, тема дослідження «Моделі і методи забезпечення QoS шляхом обслуговування черг в умовах пікових навантажень» є надзвичайно актуальною в контексті сучасного розвитку технологій, економіки та суспільства. Вона сприяє вдосконаленню мережевих сервісів, підвищенню задоволеності користувачів та підтримці конкурентоспроможності бізнесу.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертація виконувалась на кафедрі Системи інформації ім. В.О. Кравця, НТУ «ХПІ». За темою «dComFra – Digital competence framework for Ukrainian teachers and other citizens». Відповідно до завдань держбюджетної теми МОН України ERASMUS+ (Project Number: 598236-EPP-1-2018-1-LT-EPPKA2-SBHE-SP), в яких здобувач був виконавцем окремих етапів.

3. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Грунтовно проаналізувавши дисертаційну роботу можна відмітити, що наукові положення, висновки та рекомендації, що висвітлені в роботі, є достатніми, повними, а також належними чином повністю обґрунтованими. Для їх отримання та підтвердження автором було проведено як теоретичні, так і емпіричні, експериментальні дослідження, при цьому використовувалися вітчизняні та міжнародні вузькопрофільні та актуальні джерела.

Робота Воронця В.М. є завершеною науковою роботою та присвячена удосконаленню моделей та методів управління чергами при пікових навантаженнях для підвищення якості обслуговування комп'ютерних мереж.

Дисертація складається з анотації, вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел і 3 додатків.

У вступі автором представлена загальна характеристика роботи, обґрунтована актуальність наукової теми, сформульовані мета і задачі дослідження, відображено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів і висновків, наведено даі щодо їх апробації та впровадження.

У першому розділі дисертації проведений аналіз науково-технічної проблеми проблеми якості обслуговування в комп'ютерних мережах. На основі отриманих результатів сформульована мета, задачі, об'єкт та предмет дослідження.

У другому розділі побудовано математичні моделі вузлів комп'ютерної мережі з неоднорідним вхідним потоком пакетів без пріоритетів,

багатоканального вузла мережі з неоднорідним вхідним потоком пакетів з абсолютним пріоритетом, багатоканальним потоком пакетів із відносним пріоритетом, вузла мережі з повторною передачею пакетів. Отримані співвідношення для показників QoS дають можливість оцінити якість обслуговування UDP та TCP трафіків у вузлах мереж

У третьому розділі запропоновано комплексну математичну модель управління потоками пакетів. Розглянуто сценарій управління вузлом мережі, де доступно чотири черги, кожна здатна обслуговувати один із шістнадцяти потоків пакетів, кожен із них з власним набором характеристик якості обслуговування.

В четвертому розділі удосконалено методи формування трафіку вузла мережі, що гарантує показники якості обслуговування. Метод управління дисципліною обслуговування, запропонований у роботі, забезпечує мінімізацію максимальної ймовірності того, що довжина черги з урахуванням ваги відповідного потоку буде не нижчою за критичну. Протестовано розроблені методи управління обслуговуванням черг пакетів у вузлах мереж за сукупністю критеріїв, за допомогою симулятора OMNeT++.

У висновках наведено основні результати наукової роботи щодо вирішення поставлених наукових задач дослідження.

Вищевикладене свідчить про обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, що викладено у дисертаційній роботі Воронця Віталія Миколайовича.

4. Наукова новизна одержаних результатів

У дисертаційній роботі отримані такі основні науково обґрунтовані результати:

– побудовано математичні моделі вузлів мережі до входу яких надходить трафік, що складається із суперпозиції марківських підпотоків, які мають відмінності у пріоритетах: запропоновано модель без пріоритету складових підпотоків, моделі із абсолютним та відносним пріоритетами;

– отримали подальший розвиток методи побудови марківських моделей функціонування вузлів мереж, які враховують гарантовану доставку пакетів та неоднорідну структуру трафіка, що дозволило описати поведінку багатокomпонентного TCP-трафіка із великою кількістю пріоритетів;

– отримали подальший розвиток методи управління обслуговуванням черг, які регулюють кільцеве обслуговування черг (Round Robin) за критеріями.

За результатами дослідження підтверджено практичну та теоретичну цінність розроблених моделей та методів, надано практичні рекомендації, щодо застосування розроблених моделей та методів та розглянуто перспективи їх подальшого розвитку.

5. Достовірність отриманих результатів та висновків

Достовірність отриманих результатів зумовлено поставленими метою та завданнями, а також використанням відповідної методології дослідження. Крім того, достовірність заявлених положень обґрунтовується комплексним підходом у вивченні визначеного об'єкта, що також зумовлює і низку певних методів, які були використані в процесі дослідження.

6. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

Практична цінність полягає в можливості безпосереднього використання запропонованих моделей і методів при впровадженні перспективних мережевих технологій та окремих механізмів управління чергами комп'ютерних мереж. При цьому:

– визначені резерви підвищення точності розрахунку показників якості обслуговування QoS (Quality of Service), а саме: зменшення втрати пакетів на 3,83% та затримки пакетів на 4,63% при піковому навантаженні більше 90% від пропускної здатності;

– використання вартісно-вагової моделі із 11 показниками мережевих пакетів дозволило знизити затримку пакету при онлайн управлінні рухомим об'єктом на 15,7% при загальному навантаженні на мережу 90% і більше.

– покращення пропускної здатності вузла мережі. Збалансоване відкидання пакетів алгоритмом RED між усіма потоками. Зниження коливання черг.

Результати дослідження впроваджені в системи передачі інформації ТОВ «Макснет» (м. Харків) та в навчальний процес кафедри «Системи інформації ім В.О. Кравця», НТУ «ХП».

7. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях

Основні ідеї здобувача та результати дослідження викладено в 5 фахових статтях, одна з яких в скопус, 1 стаття у інших наукових українських виданнях. Отримано 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму. Також здобувач активно приймав участь в багатьох міжнародних та українських конференціях та симпозіумах, де була проведена апробація наукових результатів дисертаційного дослідження. Основні результати дисертаційної роботи у цих публікаціях відображено достатньо повно.

8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

В процесі ознайомлення з роботою позитивне враження справило докладне обґрунтування усіх висунутих у роботі положень, використання сучасних математичних методів.

Але при цьому виникли такі зауваження та недоліки:

1. Марківські моделі, запропоновані у другому розділі, не є чутливими до динамічних змін у трафіку, таких як раптові піки чи падіння навантаження, тому при таких змінах моделі можуть неадекватно відображати реальну продуктивність системи.

2. У третьому розділі наведено аналітичне співвідношення (3.21) розподілу долі ресурсу вузла мережі при колоподібному обслуговуванні черг, яке гарантує усереднення довжин черг. Хочеться зазначити, що балансування лише за довжиною черг може призвести до ситуації, коли високопріоритетні пакети будуть оброблятися з такою ж затримкою, як і низькопріоритетні пакети.

3. У четвертому розділі запропоновано метод управління чергами пакетів. Хоча метод сприяє справедливому розподілу часу очікування, він може негативно вплинути на продуктивність і надійність мережі в умовах високого навантаження.

Результати наукових досліджень здобувача отримали широке впровадження у ТОВ «Макснет» та в навчальному процесі НТУ «ХП». Без сумніву, це відмінні результати, але на мою думку, робота ще б виграла, якщо б були більш детально розкриті результати проведеної реалізації, наприклад, наприкінці четвертого розділу. Це ще б підсилило висновки автора щодо практичної цінності дисертаційного дослідження.

Вищенаведені недоліки не впливають на позитивне рішення цієї рецензії, та мають рекомендаційний характер для подальших досліджень здобувача за тематикою дисертації.

9. Висновки

Дисертаційна робота Воронця В.М. є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати, має наукову новизну та дає перспективи подальших досліджень. Тема дослідження відповідає галузі знань 15 – «Автоматизація та приладобудування» та спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Отже, враховуючи актуальність теми, отримані результати та певну практичну значущість вважаю, що дисертаційна робота Воронця Віталія Миколайовича «Моделі і методи забезпечення QoS шляхом обслуговування черг в умовах пікових навантажень» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку

присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціальної вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2022 № 40, а сам автор, Воронець Віталій Миколайович, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Рецензент – кандидат технічних наук,
доцент кафедри мультимедійних та інтернет
технологій і систем Національного
Технічного Університету «Харківський
Політехнічний Інститут»

Юрій ІВАНЧИХІН

Підпис Юрій Іванчихін
ЗАСВІДЧУЮ:
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
НАЦІОНАЛЬНОГО-ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
"24" 06 2024 р.



ЗАЙЦЕВ Ю. І.