

ВІДГУК

офіційного опонента

Завідувача кафедри інформаційних технологій в телекомунікаціях

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

доктора технічних наук, професора Скулиш Марії Анатоліївни

на дисертаційну роботу Воронця Віталія Миколайовича

«Моделі і методи забезпечення QoS шляхом обслуговування черг

в умовах пікових навантажень»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

Актуальність теми

У сучасних умовах стрімкого розвитку інтернет-технологій та збільшення кількості користувачів, обсяг трафіку в мережах постійно зростає. Слід врахувати зміни у характері поведінки та перевагах користувачів, що генерують трафік у рамках використання нових технологій. На цьому фоні спостерігається зростання споживання так званого важкого контенту, відео-трафіку. Впровадження цих технологій неминуче призведе до значного зростання трафіку в цілому, зміни його структури і при цьому необхідно дотримання високих вимог щодо якості обслуговування (QoS). Ці тенденції призводять до необхідності оцінки наслідків від виконання вимог користувачів та послуг та підвищення ефективності мережі шляхом відповідного умовам планування та управління ресурсами мережевого трафіку. Зростаюча залежність суспільства від інформаційних та комунікаційних технологій підвищує вимоги до надійності та стійкості мереж. Збільшення кількості пристроїв, підключених до інтернету, підвищує навантаження на мережі, особливо в пікові моменти. Це зумовлює необхідність ефективного управління чергами даних для забезпечення якості обслуговування (QoS) та зменшення затримок у передачі даних.

Отже, дослідження моделей і методів забезпечення QoS шляхом обслуговування черг в умовах пікових навантажень є актуальним і своєчасним,

оскільки воно відповідає сучасним викликам та тенденціям розвитку інформаційних технологій та комунікацій.

Тема пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт кафедри «Системи інформації ім. В.О. Кравця» НТУ «ХПІ».

Міжнародний проект за програмою ERASMUS+ (Project Number: 598236-EPP-1-2018-1-LT-EPPKA2-CBHE-SP) за темою «dComFra – Digital competence framework for Ukrainian teachers and other citizens». Здобувач був виконавцем окремих етапів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

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.

Достовірність положень і висновків зроблених автором підтверджується використанням класичних і сучасних методів досліджень, зокрема глибоким логічним аналізом літературних джерел, коректністю поставлених актуальних завдань, що потребують розв'язання та вирішення.

Результати експериментальних та теоретичних досліджень доповідались та обговорювались на міжнародних науково-технічних конференціях, а також опубліковані в наукових фахових виданнях. Крім того, про достовірність отриманих результатів свідчить їх взаємоузгодженість, відповідність літературним даним і позитивні результати впровадження.

У результаті проведення дисертаційного дослідження дисертанту вдалось розкрити та вирішити в повному обсязі мету та завдання, що були сформовані на початку. До кожного пункту роботи приведені логічні висновки, які дозволяють коротко та повно зрозуміти суть кожного етапу дослідження та практичну значущість отриманих результатів.

Також достовірність заявлених положень обґрунтовується комплексним

підходом у вивченні визначеного об'єкта.

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

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів теоретичних досліджень підтверджується результатами відповідних експериментальних досліджень.

Наукові результати виконані на кафедрі Системи інформації ім. В.О. Кравця та застосовані у симуляторі мережі кампусу НТУ «ХПІ». Для симуляції використовувалась OMNeT++.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

1. Вперше запропоновано вартісно-вагову модель управління обслуговуванням потоків пакетів за рахунок розподілу їх по чергам вузла мережі, яка враховує суперпозицію показників якості обслуговування QoS (Quality of Service) мережі, внутрішніх параметрів заголовку пакету та додаткових показників провайдерів Інтернет, кожному з яких задається вага. Розроблено рекомендації з налаштування ваги параметрів;
2. Отримали подальший розвиток методи побудови марківських моделей функціонування вузлів мереж, які враховують гарантовану доставку пакетів та неоднорідну структуру трафіка, що дозволило описати поведінку багатокомпонентного TSP-трафіка із великою кількістю пріоритетів.
3. Удосконалено 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. Для запропонованих систем отримано аналітичні співвідношення для розрахунку показників якості обслуговування (QoS) – ймовірність втрати пакетів кожного підпотoku, час середньої затримки пакетів у вузлі передачі;

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Серед практичного значення отриманих результатів можна виділити:

- 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 пропускну 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;
- розвиток сучасних застосувань: отримані результати знижують ймовірність відкидання пакетів алгоритмом RED по всіх потоках;
- покращення пропускну здатності вузла мережі. Збалансоване відкидання пакетів алгоритмом RED між усіма потоками. Зниження коливання черг. Середня кількість черг, довжина яких не менше критичної - збалансовує відгук для всіх користувачів.

Практична цінність полягає у використанні результатів досліджень:

- в системах передачі інформації ТОВ «Макснет» (м. Харків), організації, що є провайдером та оператором зв'язку, який надає комплекс телекомунікаційних послуг;
- в навчальний процес кафедри «Системи інформації ім. В.О. Кравця» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків).

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні ідеї здобувача та результати дослідження викладено у 5 фахових статтях, 1 статті у інших наукових українських виданнях, 1 авторське свідоцтво на комп'ютерну програму. Також здобувач активно приймав участь в багатьох міжнародних конференціях та симпозіумах, де була проведена апробація наукових результатів дисертаційного дослідження. Основні результати дисертаційної роботи у цих публікаціях відображено достатньо повно.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у

дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Побудова дисертації відповідає прийнятим для наукового дослідження нормам. Усі положення, винесені на захист, висвітлені в тексті дисертації. Зміст дисертаційної роботи відповідає її назві.

Дисертація написана грамотною науковою мовою та оформлена відповідно до існуючих нормативних документів, текст і графічний матеріал виконані акуратно з використанням комп'ютерної техніки.

Дисертація складається з анотацій, вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел і 3 додатків. Обсяг основного тексту дисертації відповідає встановленим вимогам.

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 дані щодо їх апробації та впровадження.

У першому розділі дисертації проведений аналіз науково-технічної проблеми передачі даних в комп'ютерних системах та мережах, на основі отриманих результатів сформульовані 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. Розроблено наближену технологію оцінки якості обслуговування багатоканальних вузлів маршрутизації з відмовами та неоднорідним вхідним трафіком з пріоритетами.

У третьому розділі запропоновано комплексну математичну модель управління потоками пакетів.

У 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. Розроблено метод управління ресурсом з урахуванням рівності середніх довжин черг.

Протестовано розроблені методи управління обслуговуванням черг пакетів у вузлах мереж за сукупністю критеріїв, за допомогою симулятора OMNeT++.

Висновки, сформульовані у роботі, висвітлюють результати дослідження як вирішення висунутих в дисертації завдань. Висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Список використаних джерел широко охоплює предметне поле дослідження, певною мірою відображає опрацювання автором значної кількості джерел пов'язаних з захистом інформації, інтелектуальними методами та метриками оцінки їх ефективності.

Додатки доповнюють дисертацію.

Академічна доброчесність

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. Запропоновані у другому розділі моделі не враховують показники якості обслуговування (QoS), які пов'язані із затримками, що викликані реальними

мережевими умовами, такими як варіації затримки (jitter) пакетів або затримки, викликані маршрутизацією (ping).

2. У третьому розділі запропоновано модель обслуговування черг пакетів, на яку накладаються обмеження (3.2) та (3.3), які гарантують, що пакети i -го потоку будуть направлені лише в одну з черг, організованих на розглянутому інтерфейсі. Хочеться зазначити, що в деяких мережах пакети одного потоку можуть розділятися на різні черги залежно від QoS.

3. В роботі не висвітлено, яким чином запропоновані методи будуть забезпечувати масштабованість для великих мережових інфраструктур.

4. В роботі досліджено тільки класичні моделі трафіку, в той же час на сьогоднішній день є велика кількість робіт, які вказують на самоподібний характер потоків у вузлах обслуговування, доцільно було б їх розглянути.

5. Запропоновані моделі частково описують можливості налаштування параметрів, які важливі для реалістичного моделювання конкретної мережі кампусу, таких як параметри процесора, пам'яті, мережевої пропускної здатності.

6. При огляді існуючих рішень за темою дисертації слабо проаналізований внесок вчених з розвинутих країн світу (США, європейських країн, Японії тощо).

7. В роботі присуні недоліки оформлення матеріалу дисертаційної роботи, за текстом іноді зустрічаються друкарські, пунктуаційні та стилістичні помилки.

Зазначені недоліки не впливають на загальне позитивне враження від роботи, не зменшують її якості, а також наукової та практичної цінності.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Воронця Віталія Миколайовича «Моделі і методи забезпечення QoS шляхом обслуговування черг в умовах пікових навантажень» за своїм змістом відповідає спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу, яка полягає в управлінні чергами при пікових навантаженнях для підвищення якості обслуговування комп'ютерних мереж.

Подана дисертаційна робота Воронця Віталія Миколайовича «Моделі і методи забезпечення QoS шляхом обслуговування черг в умовах пікових навантажень» відповідає спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Воронець Віталій Миколайович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри інформаційних технологій
в телекомунікаціях Національного технічного
університету України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського»

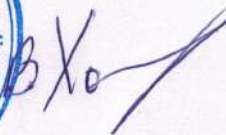
26.06.2024р



Марія СКУЛИШ

Підпис д.т.н., проф. Скулиш М.А. засвідчую
Вчений секретар Національного технічного
університету України «Київський
політехнічний Інститут імені Ігоря
Сікорського»

26.06.2024р

Валерія ХОЛЯВКО