

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію
**Шпур Ольги Миколаївни «Підвищення якості надання композитних
сервісів у мережах із сервісно-орієнтованою архітектурою»,
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі**

Актуальність теми дисертації

Актуальність проблематики дисертаційної роботи Шпур О.М. визначається наступними тенденціями та факторами:

– сучасні мережні технології, в тому числі на основі сервісно-орієнтованих архітектур, вимагають модернізації існуючих телекомунікаційних систем з мінімізацією витрат на їх вдосконалення та забезпечення надання множини інфокомунікаційних послуг;

– різноманітність запитів на надання таких послуг та їх обслуговування ускладнюють не тільки процеси оброблення інформації мережними вузлами, а й спричиняють нерівномірність завантаження каналів зв'язку, отже для забезпечення гарантованої якості обслуговування користувачів необхідним є ефективне використання як мережних ресурсів, так і створення центрів обробки даних (ЦОД) із забезпеченням пулу ресурсів для надання сервісів;

– додаткові часові затримки в процесі надання інформаційно-комунікаційних послуг стають особливо критичними в моменти міграцій сервісів та/або даних при реконфігурації структури мережі, крім того, нерівномірність завантаження каналів зв'язку потребує нових підходів щодо балансування навантаження та управління ресурсом сервісно-орієнтованих мереж;

– в основу механізмів управління обчислювальним та мережним ресурсом сервісно-орієнтованих мереж повинні бути покладені адекватні та ефективні моделі надання сервісів з підтримкою необхідного рівня якості обслуговування з одночасним підвищенням стійкості роботи ЦОД, використання яких забезпечувало б ефективне використання цих ресурсів та сприяло підвищенню якості обслуговування в мережі в цілому.

У зв'язку з цим є актуальною тематика дисертаційної роботи Шпур О.М., яка присвячена покращенню часових параметрів надання композитних сервісів для задоволення потреб користувачів.

Актуальність теми дисертації також підкріплена впровадженням її результатів у науково-дослідні роботи (НДР) «Моделі та структури конвергентних телекомунікаційних мереж на основі CLOUD-технологій» (НДР №0113U003184) та «Методи побудови та моделі інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури на основі SDN-технологій для систем електронного урядування» (НДР № 0115U000444), а також у навчальний процес кафедри телекомунікацій Національного університету «Львівська політехніка» для модернізації курсів лекцій з дисциплін «Телекомунікаційні та інформаційні мережі, ч.1», «Розподілені сервісні системи та Cloud-технології» та «Системне програмування інфокомунікацій».

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі Шпур О.М., впливають з достовірності отриманих дисертантом науково-практичних результатів, засвідчених відповідними актами впровадження, доповнення новими результатами вже відомих, а також обговорення матеріалів дисертації на 16-ти міжнародних і всеукраїнських науково-технічних конференціях і наукових семінарах, де отримали схвальну оцінку. Адекватність отриманих рішень, оцінка їх ефективності підтверджені результатами імітаційного моделювання сервісно-орієнтованої інфраструктури, а також за допомогою розробленого програмно-апаратного комплексу надання композитних сервісів, який враховує особливості управління розподілом оптичних мережних ресурсів між центрами обробки даних, та проведеним експериментальним дослідженням.

Достовірність і новизна наукових положень, висновків і рекомендацій

Достовірність і новизна наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується відповідністю результатів імітаційного моделювання сервісно-орієнтованої інфраструктури (програмний засіб, створений в середовищі Qt5.4 з використанням мови C++) та результатів експериментальних досліджень при наданні композитних сервісів з урахуванням особливостей управління розподілом оптичних мережних ресурсів між центрами обробки даних.

У ході розв'язання поставленої наукової задачі здобувачем отримані наступні наукові результати:

1. Вперше запропоновано метод балансування навантаження, який враховує доступність фізичних ресурсів та можливість міграції віртуальних компонентів сервісу як в межах одного, так і в межах розподілених центрів обробки даних. Метод дає змогу перерозподілити віртуалізовані компоненти між серверами центру обробки даних таким чином, щоб збалансувати навантаження серверів та забезпечити якість обслуговування найбільш завантаженим компонентам.

2. Набула подальшого розвитку модель надання композитного сервісу, яка враховує інтегральні показники використання як серверних, так і мережних ресурсів для визначення оптимальних множин серверів та мережних каналів, які ведуть до цих серверів, що дозволяє забезпечення мінімальної затримки надання сервісу кінцевим користувачам в умовах погіршення якості обслуговування внаслідок перевантаження центру обробки даних.

3. Набула подальшого розвитку модель розподілу мережних ресурсів, в основі якої лежить агрегація та перегрупування запитів у потоки, кожен з яких відрізняється вимогами щодо якості обслуговування запитів. Це дозволило покращити часові параметри в ході передачі даних.

4. Удосконалено метод пошуку маршруту з урахуванням стійкості структури мережі віртуалізованого центру обробки даних. Метрика знаходження маршруту включає в себе ймовірність розриву логічного з'єднання в існуючій віртуальній топології. Таким чином, забезпечується безперервне надання сервісу без необхідності частого перерахування та

переконфігурації мережних маршрутів. Це дозволило зменшити затримку при пошуку маршруту у віртуалізованій частині ЦОД та мінімізувати затримку надання атомарного сервісу.

Практична значимість результатів роботи

Отримані в роботі наукові результати також мають суттєву практичну цінність, так як можуть бути використані при вдосконаленні алгоритмічного та програмного забезпечення центрів обробки даних (ЦОД) з метою підвищення ефективності використання обчислювального ресурсу та зменшення затримки при обслуговуванні кінцевих користувачів. Впровадження запропонованих моделей та методів дозволяє підвищити якість обслуговування користувачів мережі за наступними показниками: затримка у процесі пошуку маршруту в структурі ЦОД, затримка передавання пакетів з кінця в кінець та затримка надання сервісів.

Важливість для практики результатів дисертаційної роботи підтверджена актами їх впровадження у Львівській філії ПАТ «Укртелеком» для підвищення функціональності корпоративної мережі шляхом впровадження методів ефективного розподілу мережних ресурсів між дата-центрами, а також у ПП «Цифрові технології» для підвищення якості обслуговування абонентів у процесі надання розподілених хмарних сервісів та для підвищення коефіцієнта доступності композитних додатків на основі веб-сервісів.

Повнота викладу основних результатів дисертації у фахових виданнях

Здобувач має необхідний об'єм наукових публікацій та апробацій. Результати дисертаційної роботи досить повно викладені в 27 наукових працях, серед них 11 наукових статей у фахових виданнях, у тому числі дві статті у закордонних журналах. Дисертант доповідався на 16-ти міжнародних і всеукраїнських конференціях, з яких 6 доповідей були представлені на конференціях, які проходили під егідою IEEE, та викладені в наукометричних базах Scopus та IEEE Xplore Digital Library.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому й оформлення

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та двох додатків. Загальний обсяг роботи складає 149 сторінок друкарського тексту, із них: 7 сторінок вступу, 120 сторінок основного тексту, 60 рисунків, 10 таблиць, список використаних джерел зі 126 найменувань, додаток на 3 сторінках.

Дисертація є завершеною науковою працею. Оформлення дисертації відповідає встановленим вимогам МОН України.

Автореферат дисертації повністю відповідає змісту дисертаційної роботи, висвітлює всі отримані результати, сформульовані висновки та запропоновані рекомендації.

Зауваження та недоліки

Аналіз змісту дисертації, отриманих наукових результатів та висновків дозволив сформулювати такі основні недоліки по роботі:

1) В дисертації та авторефераті не чітко вказано ступінь особистого внеску здобувача у публікаціях, виконаних у співавторстві. Судячи зі змісту автореферату, один і той самий результат дубльовано викладається в середньому в 3-4-х спільних публікаціях.

2) У переліку умовних скорочень не розшифровано англomовні аббревіатури, які використовуються дисертантом. Крім того, в тексті дисертації надається специфічне трактування загальновідомим термінам (стійка/нестійка структура – підрозділ 1.1 с. 17, пункт 1.3.1 с. 30, відмовостійкість, працездатність системи – підрозділ 2.2 с. 41), або в деяких випадках терміни мають неоднозначне та неточне трактування (швидкість надання сервісів – підрозділ 1.3 с. 27, живучість – пункт 1.3.1 с. 31 тощо).

Стійкість має чітке математичне визначення. Існують класичні, добре апробовані методи визначення стійкості систем (методи Ляпунова, теорія біфуркацій, теорія катастроф), але, на жаль, в даній роботі поняття стійкості трактується неоднозначно, що ускладнює коректне сприйняття отриманих у дисертації результатів.

3) В першому розділі відведено особливу увагу щодо аналізу параметрів якості обслуговування та способів їх забезпечення на основі моделей QoS інтегрованого та диференційованого обслуговування (IntServ, DiffServ). Поданий аналіз стосується в основному мережної частини, проте майже відсутній аналіз параметрів якості обслуговування для композитних інформаційних сервісів. Також в дисертації не завжди зрозуміло використання терміну «сервіс». Наприклад, у підрозділі 1.2 (с. 21) надається визначення сервісу відповідно до RFC 2475, проте в даному випадку доцільно оперувати поняттям «обслуговування». Тоді як у підрозділі 2.1 (с. 37) сервіс розглядається як послуга. Підрозділ 2.3 містить аналіз базових механізмів балансування навантаження, а також способи керування атомарними сервісами. Такий аналіз слід було проводити у першому розділі.

4) В підрозділі 2.1 автор пропонує для знаходження оптимального маршруту здійснювати пошук за критерієм мінімального часу проходження, для чого пропонує використовувати метрику формули (2.3), яка «виявляє компроміс між вибором оптимального маршруту та властивостями трафіку». Аналізуючи параметри формули (2.3), не зрозуміло, які саме властивості трафіку взяті до уваги. Крім того, не вказано, як саме та за яких вихідних даних були отримані залежності, вказані на рис. 2.2 та рис. 2.4 цього підрозділу.

5) У пункті 2.2 запропоновано модель надання сервісу на основі пошуку маршруту з урахуванням стійкості структури віртуалізованого центру обробки даних. Подано математичний апарат для оцінки ймовірності розриву віртуальної структури. Проте не представлено результати, які б дійсно підтверджували, що цей показник важливий та суттєво впливає на затримку надання сервісу кінцевому користувачу в порівнянні з іншими параметрами інфокомунікаційної системи.

Здобувачем часто не вказуються одиниці виміру параметрів моделі, що значно ускладнює сприйняття її фізичного змісту. Крім того, дисертант прив'язує введені визначення та висновки до моменту часу t , хоча на рівні формул (наприклад, (2.13) с. 47) функція часу не вводиться та не враховується,

так як всі результати отримані на підставі використаних залежностей для стаціонарного режиму функціонування мережі та її елементів.

В дисертації не було обґрунтовано умови використання формули (2.14). Відповідно до цієї формули, при деяких значеннях завантаженості вузлів та ймовірності їх зв'язності значення ймовірності «стійкості» може бути від'ємним.

Викликає сумнів висновок на с. 49, а саме «Якщо завантаженість вузлів в момент часу t менша чи рівна максимально можливого завантаженню системи, то це призведе до збільшення стійкості структури системи, що в свою чергу призведе до зменшення затримки», адже в цьому випадку система перевантажена і затримка може тільки зростати, як і рівень втрат пакетів в мережі.

6) Пункт 2.4 називається «формування інтегрованої архітектури системи управління ресурсами...», хоча єдиний рисунок в цьому пункті, на якому відображено компоненти такої системи, називається «концептуальна модель системи управління сервісно-орієнтованої мережі». З роботи незрозуміло є мета розроблення нової архітектури системи управління, а також відсутній порівняльний аналіз розробленої архітектури з тими, що використовуються в існуючих центрах обробки даних.

7) У пункті 3.2 проведено моделювання структури центру обробки даних, причому для оцінки зв'язності вузлів необхідно знайти множину незалежних маршрутів, які б задовольняли критеріям мінімальної близькості та максимального вагового коефіцієнта. Не зрозуміло, звідки саме взяті вагові коефіцієнти для ребер, а також чому не використано метрику (2.3), оскільки саме на основі неї можна судити про те, чи задовольняє певний маршрут вимоги щодо затримки передавання пакету, а отже – чи розглядати його як такий, що зв'язує дві вершини.

8) В підрозділі 4.2.1 на с.106 некоректно введено посилання на рис. 4.16, більше того в тексті дисертації не відображено рисунку з відповідною назвою «менеджер управління трафіком». У висновках до цього підрозділу вказано, що «середня затримка пакетів з кінця в кінець зменшилася з 82 до 28 мс, тобто майже у чотири рази», що не є точним розрахунковим результатом.

9) Підрозділи роботи 4.3.1 та 4.3.2, де проведено дослідження якості надання композитних сервісів із використанням програмно-апаратного комплексу, перенасичені графічною інформацією щодо отриманих результатів. Доцільно було б усереднити завантаження центральних процесорів по кожному окремому центрі обробки даних і відобразити динаміку зміни усередненого значення.

Загальний висновок:

1) В цілому дисертація є закінченою науково-дослідною роботою, в якій вирішено актуальну науково-прикладну задачу щодо покращення часових параметрів надання композитних сервісів за умови підвищення стійкості віртуальних топологій центрів обробки даних у мережах із сервісно-орієнтованою архітектурою. В ході розв'язання цієї задачі дисертантом отримані нові наукові результати, що представлені математичними моделями та

методами управління навантаженням та розподілу мережного ресурсу з використанням віртуалізації мережних функцій.

2) Дисертаційна робота за своїм науковим змістом та стилем оформлення відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», а також положенням паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі. Зміст автореферату відповідає положенням дисертаційної роботи.

3) Здобувач Шпур Ольга Миколаївна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Офіційний опонент
докторант кафедри інфокомунікаційної інженерії
Харківського національного університету
радіоелектроніки
кандидат технічних наук
старший науковий співробітник

О.С. Єременко

Підпис докторанта Єременко О.С. засвідчую

Учений секретар
Харківського національного
університету радіоелектроніки



І.В. Магдаліна