

ВІДГУК
офіційного опонента

на дисертаційну роботу Шпур Ольги Миколаївни на тему **"Підвищення якості надання композитних сервісів у мережах із сервісно-орієнтованою архітектурою"**, яка подана до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

1. Актуальність теми дисертації

В умовах стрімкого зростання обсягів мережного трафіку, зміни його структури та необхідності підтримки великої кількості користувачів обґрунтованою стає поява нових архітектурних підходів щодо побудови телекомунікаційних мереж, які складаються з високопродуктивних кластерів для оброблення великих обсягів даних і гнучких масштабованих віртуалізованих середовищ для надання хмарних сервісів. Одним із сучасних підходів до вирішення описуваних проблем є використання сервіс-орієнтованої архітектури (SOA). Основні положення SOA полягають у застосуванні композиції (об'єднанні) кількох автономних веб-сервісів для вирішення певних завдань. В процесі взаємодії через мережу веб-сервіси мають різні функціональні характеристики: доступність, час оброблення запитів, час відновлення після збою, які, зокрема, залежать від стійкості самої топологічної структури SOA. У систем, які використовують веб-сервіси, також можуть бути вимоги, описувані в специфікаціях щодо QoS (Quality of Service, якість послуг) та / або в документі SLA (Service Level Agreement, угода про рівень надання послуг). Таким чином, перед інженерами, що проектують систему з SOA, виникає багатокритеріальна задача раціонального вибору композиції веб-сервісів, в рамках розв'язання певного комплексного прикладного завдання. У загальному, для розв'язання подібних завдань слід вирішити протиріччя між якістю надання композитного сервісу та тривалістю його формування з елементарних сервісних компонентів.

Забезпечення необхідної якості обслуговування - основна тенденція розвитку сучасних мультисервісних телекомунікаційних мереж, побудованих на базі сервіс - орієнтованої архітектури (SOA). Однією з особливостей даної архітектури є те, що в мережі можуть існувати кілька точок надання однієї і тієї ж послуги кінцевому користувачеві. Перспективні моделі й методи забезпечення якості обслуговування (Quality of Service, QoS) інформаційного трафіку мають гарантувати необхідний рівень композитного сервісу, враховувати характеристики потоків та їх вимоги до QoS, а також розширити перелік структурно-функціональних мережних параметрів, за якими здійснюється адаптація щодо зміни умов функціонування у мережах із сервісно-орієнтованою архітектурою. Особлива увага щодо забезпечення заданих показників якості обслуговування у рамках мережного управління

SOA приділяється засобам маршрутизації та розподілу серверних ресурсів в умовах високого навантаження. Сьогодні сервіси розподілені між широкою множиною віртуальних машин, які інтенсивно обмінюються даними. Для оптимізації завантаження серверів віртуальні машини часто мігрують, що змінює точки «прив'язки» трафіку. Оскільки, оптимальний шлях передавання змінюється, у тому числі – внаслідок перевантажень та міграції віртуальних машин, то це призводить до збільшення часу пошуку каналів, по яких буде здійснюватися передавання, і, як наслідок – до збільшення середніх затримок доставлення пакетів даних. Традиційні методи маршрутизації, механізми балансування навантаження та способи призначення правил обробки трафіку в таких динамічних середовищах стають неефективними.

У зв'язку з цим, тематика дисертаційної роботи Шпур Ольги Миколаївни, яка присвячена розробленню нових моделей розгортання та надання веб-сервісів у сервісно-орієнтованій архітектурі, а також удосконаленню методів маршрутизації інформаційних потоків з урахуванням стійкості структури центрів оброблення даних для зменшення кількості переоцінок маршрутів обміну даними між елементарними сервісами є досить актуальною.

2. Загальна характеристика роботи

Дисертаційна робота Шпур Ольги Миколаївни стосується наукового завдання покращення часових параметрів якості надання композитних сервісів з одночасним підвищенням стійкості віртуальних топологій ЦОД, які утворюються дистанційно-векторними методами в умовах різкого зростання різноманітності потоків у сучасних гетерогенних мережах для задоволення потреб користувачів у інформаційно - комунікаційних застосуваннях реального часу.

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та одного додатку. 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.

У вступі подано загальну характеристику дисертаційної роботи, обґрунтовано всі процедурні положення та представлено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

В першому розділі проведено аналіз моделей надання сервісів у мережах із сервісно-орієнтованою архітектурою. В результаті аналізу обґрунтовано, що найважливішим компонентом у сервісно-орієнтованих мережах є центр обробки даних, який забезпечує обробку інформації та створення необхідної інфраструктури, застосування ключових технологій віртуалізації в рамках принципів спільного використання ресурсів. Від його функціонування напряму залежить підтримка та забезпечення відповідного рівня якості обслуговування. Досліджено основні параметри, що характеризують QoS в мережах із сервісно-орієнтованою архітектурою, які є

затримки пактів композитних сервісів на 35% при стабільності структури мережі, що дає змогу пришвидшити процес надання сервісу кінцевому клієнту із гарантованим рівнем QoS. Проведено імітаційне моделювання сервісно-орієнтованої інфраструктури, в основу якої покладено модель розгортання віртуальних машин на фізичних серверах та надання сервісу із використанням методу балансування навантаження. Встановлено, що за допомогою реалізації інтегрованої архітектури управління з використанням технології NVF та міграції віртуальних машин приблизно у 3 рази зменшено тривалість обслуговування запитів.

У четвертому розділі розроблено модель управління оптичними ресурсами між територіально розподіленими дата-центрами, яка базується на методі локального розподілу та управління сегментом WDM мережі. Дане рішення дає змогу оптимізувати використання оптичного ресурсу фізичного каналу, зменшити імовірність блокування при прокладанні нових логічних каналів та спростити саму систему керування. Разом з цим, використання запропонованого методу дозволяє зменшити завантаженість мережевого пристрою та його енергоспоживання у 1,5 рази. Розроблено програмно-апаратний комплекс надання композитних сервісів із гарантованим рівнем QoS, що дає змогу на практиці підтвердити ефективність запропонованих рішень, залучаючи при цьому не лише програмну складову, а й комплекс реального мережного обладнання. На основі оцінювання доступності фізичних ресурсів в межах одного ЦОД та локального розподілу оптичних ресурсів при передаванні запитів на компоненти сервісу між центрами обробки даних вдалось зменшити затримку надання сервісу більше, ніж на 70%.

В додатку до роботи подано акти впровадження її результатів.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, наданих в дисертації, їхня достовірність

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі Шпур Ольги Миколаївни підтверджуються коректним використанням теоретичних та експериментальних методів досліджень, зокрема методів математичного моделювання, а також актами впровадження результатів дисертаційних досліджень.

4. Наукова новизна результатів, отриманих в дисертаційній роботі

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

1. Вперше запропоновано метод балансування навантаження з урахуванням доступності фізичних ресурсів та з використанням технології віртуалізації мережних функцій в сервісно-орієнтованій архітектурі, який дає змогу підвищити ефективність використання апаратних ресурсів центру

обробки даних та зменшити кінцеву затримку надання композитних сервісів користувачу.

2. Удосконалено модель надання композитного сервісу в сервісно-орієнтованих мережах шляхом урахування структури центру обробки даних та процесу міграції компонентів сервісу, що дало змогу покращити часові параметри якості надання послуг кінцевим користувачам.

3. Набула подальшого розвитку модель розподілу мережних ресурсів між територіально розподіленими центрами обробки даних на основі об'єднання та перегрупування потоків запитів, яка дала змогу мінімізувати час затримки пакетів у мережі.

4. Удосконалено метод знаходження оптимальних шляхів у мережі з урахуванням стійкості структури віртуалізованого дата-центру, що дало змогу зменшити затримку в процесі пошуку маршруту у віртуалізованій частині центру обробки даних сервісно-орієнтованої мережі, а також знизити кінцеву затримку надання атомарного сервісу.

Повнота викладу наукових положень, висновків, рекомендацій в опублікованих працях

За результатами досліджень, які викладено у дисертаційній роботі, опубліковано 27 наукових праць, серед них 2 статті у закордонних фахових виданнях, що індексуються міжнародними науково-метричними базами, 5 статей у фахових виданнях України, які індексуються міжнародними науково-метричними базами, 4 статті у фахових виданнях України за переліком МОН та 16 публікацій у збірниках праць міжнародних і всеукраїнських конференцій.

5. Відповідність дисертації встановленим вимогам

Автореферат дисертації ідентично та повністю розкриває зміст дисертаційної роботи, яка, в цілому, відповідає усім вимогам до кандидатських дисертаційних робіт, має завершеність, виконана та оформлена на достатньо високому рівні. Стиль викладення матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх якісного сприйняття.

6. Важливість для науки і народного господарства одержаних результатів та шляхи їх використання

У дисертаційній роботі:

- Розроблено алгоритм балансування навантаження, який дав змогу зменшити тривалість обслуговування запитів у 3 рази та знизити затримку передавання пакетів з кінця в кінець у 2,75 рази шляхом врахування доступності фізичних ресурсів та використання технології віртуалізації мережних функцій.

- На основі моделі розподілу мережних ресурсів між дата-центрами розроблено алгоритм, який дозволив зменшити завантаженість граничних маршрутизаторів телекомунікаційних мереж центрів обробки даних у 1,5 рази за рахунок більш ефективного використання ресурсів транспортної оптичної мережі між дата-центрами.

- Розроблено алгоритм прокладання наскрізних тунелів між дата-центрами, що дало змогу зменшити затримку передавання пакетів з кінця в кінець у 2,92 рази за рахунок максимізації завантаженості оптичної несучої в оптичній телекомунікаційній системі зі спектральним ущільненням каналів.

- Розроблено програмно-апаратний комплекс для верифікації запропонованих рішень стосовно надання композитних сервісів із гарантованим рівнем якості обслуговування, що забезпечило зменшення затримки надання сервісів на 70%.

У додатку подано акти використання результатів дисертаційної роботи у промисловості та навчальному процесі, які підтверджують їх достовірність.

7. Зауваження до дисертаційної роботи

1. У другому розділі роботи (формула (2.3)) наведено модифіковану метрику протоколу маршрутизації EIGRP для вибору оптимального шляху передавання даних композитних сервісів. Проте не описано, яким чином відбувається сама модифікація метрики, тобто мається на увазі, які додаткові параметри чи коефіцієнти включено у вираз (2.3) самим дисертантом? Аналогічно, не наведено, яких числових значень набувають коефіцієнти K_i , які задає адміністратор мережі для коригування композитної метрики?

2. Не наведено пояснення стосовно отримання залежностей показаних на рисунку 2.2 “Залежність часу надання сервісу від часу пошуку каналу, по якому буде здійснюватися передавання” та рисунку 2.4 “Залежність часу пошуку оптимального маршруту від сумарної затримки на інтерфейсах”.

3. У підпункті 2.2 “Модель надання сервісу на основі методу пошуку маршруту з урахуванням стійкості структури віртуалізованого центру обробки даних” не обґрунтовано та не зрозуміло формування виразу (2.6), а саме – мова іде про “матрицю якості потоків”, які передаються між довільними вершинами i та j ; оскільки дисертант формує матрицю інтенсивностей потоку h_{ij} , які необхідно передати від вузла i до вузла j (ст.46, дисертації), а на сторінці 48 дисертант трактує матрицю якості, як ймовірність стійкості структури системи, при якій забезпечується необхідний рівень параметрів QoS. Відповідно, незрозуміло, що ж саме автор мав на увазі під “матрицею якості”.

4. Матеріали другого розділу, які поміщені в підпункті 2.3 “Підвищення якості надання композитних сервісів з використанням механізмів балансування навантаження” мають загальновідомий теоретичний характер, а тому їх доцільніше було б узагальнити у першому розділі. А також, дисертантом не наведено особистого внеску, зокрема –

стосовно підвищення якості надання композитних сервісів з використанням механізмів балансування навантаження, оскільки показано лише вирази, які дають змогу оцінити якість обслуговування конкретного запиту, що надійшов на обслуговування на i -ий веб-сервіс у момент часу t , що належить проміжкові часу від t_1 до t_2 (формула (2.17)).

5. У роботі поставлено завдання покращення часових параметрів якості надання композитних сервісів з одночасним підвищенням стійкості віртуальних топологій ЦОД, проте в експериментальних дослідженнях визначалася лише затримка пакетів даних. Але відомо, що до часових параметрів QoS відносять також джиттер пакетів, оцінка якого не проводилась.

6. Оскільки назва дисертації "Підвищення якості надання композитних сервісів у мережах із сервісно-орієнтованою архітектурою", а для більшості випадків якість зв'язку визначається чотирма параметрами, то хотілось би побачити дослідження стосовно впливу запропонованих рішень на такі параметри, як втрата пакетів (запитів) та джиттер композитних сервісів при передаванні через мережу, а не лише оцінки затримки.

7. При верифікації запропонованих рішень важливим також є питання щодо кількості експериментів, що виконуються: їх недостатня кількість призводить до зниження достовірності отриманих характеристик. Експериментальні результати, які отримані у 4-му розділі були проведені на розробленому програмно-апаратному комплексі для надання композитних сервісів із гарантованим рівнем якості обслуговування мережі та виконувались одноразово, без вказання похибки самого програмно-апаратного комплексу, тому інформація стосовно отриманих вигравів виглядає неповною.

Зазначені недоліки не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

8. Загальні висновки

1. На підставі розгляду змісту дисертації, автореферату, праць здобувача, актів впровадження, аналізу ступеня новизни наукових положень та практичної значимості отриманих у роботі результатів, висновків та рекомендацій можна зробити висновок, що дисертаційна робота Шпур Ольги Миколаївни «Підвищення якості надання композитних сервісів у мережах із сервісно-орієнтованою архітектурою» є завершеною науковою працею, в якій отримані нові наукові результати, що, в сукупності, забезпечили розв'язання актуального наукового завдання в галузі телекомунікаційних систем.

2. Дисертаційна робота та її автореферат за змістом та оформленням відповідають установленим вимогам. Результати дисертації достатньо повно опубліковані у фахових наукових виданнях та апробовані на конференціях і семінарах.

3. Дисертаційні дослідження відповідають паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

4. Вважаю, що представлена дисертація відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів» Кабінету Міністрів України, а її автор – Шпур Ольга Миколаївна – заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Офіційний опонент
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри комутаційних систем
Одеської національної академії
зв'язку ім. О.С. Попова

А.Г. Ложковський



ЛІДЮС ЗАБІРЯВ:
ГЕНЕРАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР
ІМ. О.С. ПОПОВА
Рука Г.В.