

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора Жураковського Богдана Юрійовича, професора кафедри технічної кібернетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» на дисертаційну роботу Лавріва Ореста Андрійовича «**Методи та моделі надання послуг в гетерогенних розподілених інформаційно-телекомунікаційних системах**», подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

1. Актуальність теми дисертації

Гетерогенні розподілені інформаційно-телекомунікаційні системи та процеси, які в них відбуваються, є складними об'єктами для вивчення. Їх поява спричинена активним взаємопроникненням та взаємним розчиненням інформаційних та телекомунікаційних технологій за останнє десятиріччя. Використання в глобальних масштабах cloud-обчислень та інфраструктур привело до повсюдної доступності інформаційних сервісів, спектр яких постійно зростає. Їх функціонування не обмежується одним фізичним розташуванням, що передбачає використання множини технологій проміжного програмного забезпечення, які відповідають за узгодження взаємодії між учасниками комунікаційних сесій на рівні застосунків. Саме цій проблематиці автор приділяє значну увагу у роботі, справедливо вважаючи гармонізацію сервісного шару та шару передавання даних ключовим питанням розвитку сучасних гетерогенних розподілених інформаційно-телекомунікаційних систем. Для надання послуг користувачам із гарантованою якістю автор пропонує універсальну методику, яка дає змогу вивчати поведінку цього класу систем з можливістю зміни їх поведінки без необхідності калібрування моделей.

У представленій дисертації зазначено, що на сьогодні відсутні методи керування системними ресурсами та потоками даних, які б дали змогу врахувати процеси комунікації між елементами розподілених сервісів на прикладному рівні розподілених гетерогенних інформаційно-телекомунікаційних систем зі збереженням обсягів їх апаратного забезпечення. Із цим протиріччям важко не погодитись.

Тому вважаю, що сформульована у роботі наукова проблема розроблення методів та моделей надання послуг у гетерогенних розподілених інформаційно-телекомунікаційних системах для підвищення якості обслуговування та покращення структурно-функціональних параметрів і

характеристик цих систем з метою узгодження взаємодії сервісного шару та шару передавання даних на сьогодні є актуальною та нерозв'язаною.

2. Загальна характеристика роботи

Дисертація складається з анотацій українською та англійською мовами, вступу, шести розділів, висновків, двох додатків та списку використаних літературних джерел. Робота викладена на 402 сторінках, включаючи 308 сторінок основного тексту. Перелік використаних джерел містить 293 найменування. У додатки винесено перелік публікацій автора та акти про використання результатів дисертаційної роботи.

У вступі автор з необхідною повнотою та обґрунтуванням охарактеризував ключові положення дисертаційної роботи. Подано характеристику структури та обсягу дисертації.

У першому розділі проаналізовано цілі розроблення системних архітектур, здійснено порівняння архітектурних шаблонів інформаційно-комунікаційних систем. Проаналізовано процеси комунікації у розподілених гетерогенних інформаційно-комунікаційних системах з урахуванням вимог сервісного шару.

У другому розділі запропоновано декомпозицію розподіленої гетерогенної системи у вигляді багатошарової структури. На основі територіально-залежної моделі обслуговування отримано множину координат абонентів у процесі моделювання, класифіковано користувачів за критерієм швидкості руху, що забезпечує можливість централізації керування мобільністю в моменти перевантажень фрагментів мережі. Завдання забезпечення потоків даних задовільним сервісом розв'язано шляхом оптимального комбінування фізичної і логічної структур телекомунікаційної мережі.

У третьому розділі дисертації запропоновано розв'язок завдання розподілу ресурсів між мережними сервісними потоками за умови рівноправної конкуренції та за умови доступності фізичних ресурсів для оцінки максимальної кількості клієнтів, які можуть використовувати послугу з різними рівнями якості обслуговування та з урахуванням оптимальної конфігурації фізичної та логічної структур мережі, а також адаптації каналів передавання до умов різнокласового обслуговування.

У четвертому розділі розроблено нову модель корпоративного клієнта інформаційно-комунікаційної системи надання послуг. Розроблено нову модель спільної cloud-інфраструктури. Розроблено та досліджено комплексну систему інформаційної безпеки у телекомунікаційному сегменті розподіленої гетерогенної інформаційно-телекомунікаційної системи. Досліджено процес відновлення інфраструктури після катастрофи на базі ручної та автоматичної

активності. Проведено оцінювання тривалості у випадку ручного та автоматичного відновлення на основі концепції «інфраструктура як код».

У п'ятому розділі роботи проведено аналіз процесу безперервної інтеграції інформаційно-телекомунікаційних сервісів та запропоновано архітектуру для його реалізації. Проведено дослідження методу повної впорядкованої групової розсилки в розподілених базах даних із синхронізацією на основі логічного годинника Лампорта. Доведено, що балансування навантаження за допомогою інтегрованої системи керування розгортанням інформаційних сервісів дає змогу зменшити тривалість обслуговування запитів у середньому до 3 разів. Для дослідження затримок обслуговування запитів у розподіленій системі з балансуванням навантаження, згідно згаданого методу, розроблено модель пересилання запитів.

У шостому розділі представлено методи розгортання cloud-інфраструктур на основі принципу «платформа як сервіс». Подано характеристики надання послуг в інформаційно-телекомунікаційних системах, побудованих на основі cloud-сервісів. Проведено дослідження доступності cloud-сервісів у інформаційно-телекомунікаційних системах із багатокомпонентною структурою cloud-інфраструктури та із застосуванням методу оцінки доступності багатоланкових структур. Здійснено навантажувальне тестування досліджуваної розподіленої гетерогенної інформаційно-телекомунікаційної системи, яка базується на cloud-інфраструктурі. За результатами навантажувального тестування виявлено вузьке місце у досліджуваній системі, а також отримано оцінки ефективності використання інфраструктурних компонентів системи і покращено метрики якості обслуговування та якості сприйняття послуг користувачами досліджуваної інформаційно-телекомунікаційної системи.

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

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, визначаються тим, що:

- виконані теоретичні дослідження не суперечать відомим положенням;
- достовірність отриманих науково-практичних результатів засвідчено актами про їх використання, а також підтверджено експериментальними дослідженнями;
- отримані нові результати гармонійно розвивають основні засади теорії гетерогенних розподілених інформаційно-телекомунікаційних систем;
- матеріали дисертації доповідались і обговорювались на 22-х міжнародних і всеукраїнських науково-технічних конференціях, а також на наукових семінарах, та отримали схвальну оцінку провідних

фахівців і науковців у галузі телекомунікацій.

4. Наукова новизна результатів, отриманих в дисертаційній роботі

Наукова новизна одержаних в роботі результатів не викликає сумнівів і полягає у наступному:

- представлено новий метод передавання інформації у процесі надання інформаційно-комунікаційних послуг з урахуванням функцій корисності та параметрів процесу пересилання запиту на інформаційно-комунікаційну послугу, чим досягнуто міжрівневу максимізацію ефективності використання ресурсів інформаційно-телекомунікаційної системи;

- вперше запропоновано метод структурно-функціонального синтезу інформаційно-комунікаційних систем, який враховує процеси керування інформаційними потоками на рівні телекомунікаційної мережі, а також процес різнокласового передавання інформації з класифікацією інформаційно-телекомунікаційних послуг на основі рівнів підписки користувачів та забезпечує можливість оцінювання якості надання послуг у процесі їх доставки кінцевим користувачам;

- запропоновано новий метод відновлення працездатності інформаційно-телекомунікаційної системи після відмов антропогенного походження на основі представлення інфраструктури у вигляді програмного коду, що дає змогу зменшити тривалість відновлення працездатності у процесі розгортання інфраструктури на базі cloud-сервісів;

- запропоновано нову модель для оптимізації сервісу на основі спільної платформи доставки сервісів за критерієм максимізації коефіцієнту використання ресурсів віртуальних машин сервісної платформи, що забезпечує збільшення їх доступності для запитуваного інформаційного сервісу;

- розроблено нові моделі корпоративного клієнта та спільної cloud-інфраструктури системи надання інформаційно-комунікаційних послуг, що відрізняються від відомих програмним узагальненим поданням властивостей об'єктів і які, у сукупності, дають змогу оцінити зміни значень метрик якості надання послуг у процесі навантажувального тестування за умов зростання попиту на інформаційно-комунікаційні послуги;

- подальшого розвитку набула територіально-залежна модель надання інформаційно-телекомунікаційних послуг, яка, на відміну від відомих, враховує характер та динаміку переміщення користувачів, їх інформаційну активність та дає змогу збалансувати використання ресурсів мережі, мінімізувавши кількість вузьких місць, та підвищити доступність інформаційно-комунікаційних ресурсів;

- розвинуто метод узгодженого проектування фізичної та логічної структур телекомунікаційної мережі, який відрізняється від відомих багатофакторним аналізом альтернативних структур, що дає змогу досягти

оптимального планування фізичних ресурсів на основі виконання ітеративного пошуку.

5. Повнота викладу наукових положень, висновків, рекомендацій в опублікованих працях

Основні результати, які отримані в дисертаційній роботі, опубліковано в 57 наукових публікаціях, в тому числі: 6 статтях у закордонних виданнях, 17 статтях у фахових виданнях України, з яких 13 індексуються у міжнародних наукометричних базах, 2 статтях у виданнях України, що індексуються в міжнародних наукометричних базах, 32 публікаціях у матеріалах конференцій, з яких 16 індексуються у наукометричній базі Scopus. Опубліковані праці повністю відображають матеріали дисертації.

6. Відповідність дисертації встановленим вимогам

Дисертація написана фахово, якісно, послідовно та логічно. Оформлення дисертації відповідає вимогам, що пред'являються до дисертаційних робіт. Автореферат достатньо повно та точно розкриває зміст дисертації. Стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття.

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

Основним практичним досягненням здобувача, з огляду на матеріали дисертації, є методика дослідження розподілених гетерогенних інформаційно-телекомунікаційних систем на базі cloud-інфраструктури без необхідності постійного калібрування моделей через зміну програмного забезпечення таких систем. Ця методика дає змогу отримати значення метрик завантаженості системних компонентів та якості сприйняття послуг кінцевими користувачами. Оскільки поведінка досліджуваних систем характеризується значною непередбачуваністю через постійні зміни в програмному забезпеченні, ця методика в певних умовах може бути чи не єдиним засобом отримання кількісних показників щодо функціонування гетерогенних розподілених інформаційно-телекомунікаційних систем.

Підвищення доступності послуг на основі територіально-залежної моделі на 14%, зниження затримки надання послуг до 3 разів без залучення додаткового апаратного забезпечення, відхилення параметрів функціонування програмних компонентів від апаратних у межах 0,5%, максимізація інтенсивності інформаційних потоків, які передаються у мережі з урахуванням різнокласового обслуговування дають змогу говорити, що отримані практичні результати мають суттєве значення для удосконалення та

подальшого розвитку гетерогенних розподілених інформаційно-телекомунікаційних систем.

Основні результати роботи використано в інформаційно-телекомунікаційних компаніях та у навчальному процесі.

8. Зауваження до дисертаційної роботи

В цілому дисертація сформована з дотриманням вимог до оформлення результатів докторських дисертаційних робіт. Однак:

1. Запропонована територіально-залежна модель балансування навантаження не враховує впливу на процес балансування того, що вимоги до різних типів послуг суттєво різняться, а, отже, імовірність знаходження шляху розвантаження пункту надання послуг суттєво знижується. Це знижує очікуваний вигравш у підвищенні доступності послуг для абонентів.

2. Математична інтерпретація завдання побудови cloud-інфраструктури по типу «платформа як сервіс» не наведена у шостому розділі роботи, що ускладнює сприйняття отриманих результатів оцінювання доступності сервісів, які надаються на її основі.

3. Завдання гармонізації шарів гетерогенної розподіленої інформаційно-телекомунікаційної системи не достатньою мірою враховує вплив сервісного шару. Основна увага автора зосереджена на фізичній та логічній структурах телекомунікаційної підсистеми.

4. Процес та запропонована методика навантажувального тестування інформаційно-телекомунікаційних систем дали змогу отримати значення метрик якості надання та сприйняття послуг, однак ця методика спирається на вже існуючу реалізацію системи. Варто було би вказати на можливості та обмеження відносно її загального застосування.

5. Розроблена реалізація системи інформаційної безпеки із захистом від мережних атак виду «відмова в обслуговуванні» та «зловмисник посередні» дала змогу сформулювати практичні рекомендації щодо заходів захисту систем типу «інфраструктура як сервіс», однак дещо не вистачає наукового обґрунтування цих заходів.

6. Автором запропоновано імплементацію процесів безперервної інтеграції та доставки інформаційних послуг у процесі функціонування гетерогенних розподілених інформаційно-телекомунікаційних систем, однак не чітко сформульовано показники, які би дали змогу формалізувати досягнутий позитивний ефект.

Вказані зауваження не зменшують важливості отриманих наукових результатів та їх практичної цінності. Загальна оцінка роботи – позитивна.

Загальні висновки

1. Дисертаційна робота Лаврива Ореста Андрійовича є завершеною науковою працею, що містить нові науково обґрунтовані результати, важливі для подальшого розвитку гетерогенних розподілених інформаційно-телекомунікаційних систем.

2. Сукупність наукових положень, сформульованих та обґрунтованих у дисертаційній роботі, має практичну цінність і є розв'язком наукової проблеми розроблення методів та моделей надання послуг у гетерогенних розподілених інформаційно-телекомунікаційних системах для підвищення якості обслуговування та покращення структурно-функціональних параметрів і характеристик цих систем з метою узгодження взаємодії сервісного шару та шару передавання даних.

3. Дисертаційна робота за змістом відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.


4. Матеріали дисертації достатньо апробовані та висвітлені у наукових публікаціях відповідного рівня.

5. Автореферат об'єктивно і з необхідною повнотою відображає зміст і основні положення дисертації.

6. За науковим рівнем, практичною цінністю, апробацією та публікаціями дисертаційна робота відповідає вимогам пп. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор – Лаврів Орест Андрійович – заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Офіційний опонент

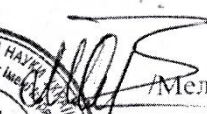
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри технічної кібернетики
Національного технічного університету
України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»

 Б. Ю. Жураковський

Підпис професора Жураковського Б.Ю. засвідчую,

Вчений секретар



 /Мельниченко А.А./