

Відгук

офіційного опонента на дисертаційну роботу Демидова Івана Васильовича на тему: «Синтез телекомунікаційних сервісних платформ національного масштабу», яка подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

Оцінка актуальності теми роботи. На сьогодні значимість хмарних технологій важко переоцінити. Проте, їх поширення відбувається на основі взаємопоеднання і конвергенції телекомунікаційних та інформаційних платформ, реалізація яких має певні особливості, зокрема у масштабі держави. Загальноприйнятий підхід, коли послуга надається за вимогою передбачає, що відповідні сервісні платформи є вільномасштабованими за ресурсами. Але такий підхід передбачає також існування або сукупності незадіяних потужностей, або ж можливості гнучкої міграції програмних компонентів (застосувань), даних, а відповідно – реплікації різного роду сервісів тощо. Виникають запитання, а наскільки це можливо реалізувати технічно, якою буде якість наданих послуг у такого роду сервісних платформах, чи не виникнуть загрози функціонуванню телекомунікаційних платформ державного рівня при їх транскордонному розташуванні? Кожне з цих і багатьох інших порушених у дисертації Демидова І.В. питань дійсно є актуальним на сьогодні, а методологія досліджень і розв'язання наукових завдань, які вони породжують, що є відомою на сьогодні, на жаль, не вносить чітких відповідей. Тому методологія синтезу масштабованих телекомунікаційних сервісних платформ, яка враховує особливості адаптації їх SaaS, PaaS та IaaS реалізацій за критеріями сервісної (компонентної) доступності та системної продуктивності на основі доведення оптимальності структурної композиції у співвідношенні розпаралелених та послідовних компонент, яка дала змогу провести трансформацію та покращити ключові технічні параметри ряду мережних платформ національного рівня, а, відповідно, і тема дисертації та сформульована автором наукова проблема розроблення методологічного забезпечення синтезу телекомунікаційних сервісних платформ національного рівня для оптимального впровадження концепції повсюдного комп'ютингу (розподілених обчислень) із заданими рівнями якості сервісу, продуктивності та функціональної стійкості, є актуальними і своєчасними.

Аналізуючи текст дисертації та автореферату, можливо прийти до висновку, що мету роботи досягнуто, а саме – підвищено якість сервісу, продуктивність та функціональну стійкість телекомунікаційних сервісних платформ національного рівня. Сама дисертація носить характер комплексної науково-дослідної роботи.

Оцінка рівня наукової новизни. Центральними критеріями, за якими автором пропонується виконувати синтез телекомунікаційних сервісних платформ є критерії сервісної доступності та системної продуктивності. Некількісний критерій функціональних стійкості є, якщо так можна висловитись, похідним від сервісної доступності, зміни якої при різних умовах функціонування сегментів телекомунікаційної платформи, різному виді сервісного навантаження не є очевидними. Автор дослідив поставлену перед ним наукову проблему досить ґрунтовно. Можна було би сказати, що одержані ним кількісні оцінки є інтегральними, проте це не так. В роботі прослідковуються можливості реалізації двох підходів: від моделювання параметрів та імовірно-часових характеристик окремих сегментів платформи і подальшого укрупнення оцінок, до зворотного процесу, при цьому часткові, відповідні заданій структурі та параметрам оцінки ефективності сервісної платформи легко агрегуються відомими методами системного аналізу. Всі поставлені часткові наукові завдання вирішено на досить високому науковому рівні.

Тематика дисертаційної роботи безпосередньо пов'язана з положеннями Постанови Верховної Ради України про «Концепцію національної інформаційної політики», «Концепції конвергенції телефонних мереж і мереж з пакетною комутацією в Україні», «Стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні», Закону України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки». Дисертація виконана в межах ряду науково-дослідних та госпдоговірних тем.

Автор, відштовхуючись від концептуального огляду особливостей реалізації до структурно-організаційної моделі трансформації телекомунікаційних сервісних платформ національного сегменту глобальної інформаційної інфраструктури, переносить ці процеси на розроблену ним методологію синтезу масштабованих телекомунікаційних сервісних платформ, яка, на відміну від відомих, враховує особливості адаптації їх ХaaS реалізацій за критеріями сервісної (компонентної) доступності та системної продуктивності. При цьому вирішено ряд науково-дослідних задач теоретичного та практичного характеру, які також є елементами наукової новизни. Щодо функціональної стійкості – уперше розроблено структурно-функціональну модель мігруючого мережного екрану, яка, на відміну від відомих, передбачає реплікацію та міграцію компонентів телекомунікаційної сервісної платформи, які забезпечують збір статистичних даних про мережну активність для виявлення її аномалій, що дало змогу забезпечити блокування або фільтрацію небажаних інформаційних потоків, інформаційної присутності. Цікавою є модель розподілу конвергованих ресурсів мережно-залежних рівнів гетерогенної сервісної платформи на основі застосування положень нечіткої математики, що дає змогу уникати двозначності при обґрунтуванні розв'язків

завдань ресурсної оптимізації, які передбачають агрегацію складної, ієрархічної множини взаємопов'язаних критеріїв. Наведені моделі голографічного представлення параметрів мережної системи та диференційованого обслуговування двохпотокowego користувачького навантаження також відповідають заявленим рівням наукової новизни.

Практична цінність результатів дисертаційного дослідження полягає у їх безпосередньому застосуванні при трансформації та модернізації такої сервісної мережної системи, як IMS-базована платформа ПАТ «Укртелеком». Архітектурні моделі та концепції, що були досліджені в дисертаційній роботі Демидова І.В. є обґрунтованими, на їх основі запропоновано низку практичних рішень, зокрема – щодо побудови спеціалізованих ЦОД, систем ресурсного управління інфокомунікаційної мережної платформи. Результати роботи знайшли своє практичне застосування: протягом 2014-2016 років проведено трансформацію мультисервісної телекомунікаційної платформи ПАТ «Укртелеком», зокрема на рівні IaaS реалізації одержано позитивний приріст продуктивності на 58% та компонентної (сервісної) доступності на 1,3%; на рівні реалізації PaaS одержано позитивний приріст продуктивності на 35% та сервісної доступності близько 0,1%. Враховуючи, що більшість відомчих телекомунікаційних систем побудовані на основі мережної інфраструктури ПАТ «Укртелеком», забезпечено їх сервісну доступність, як службових телекомунікаційних сервісних платформ на рівні не нижче 0,99999 (як PaaS реалізацій). Всі ці результати досягнуто застосуванням тих чи інших елементів розробленої автором методології синтезу масштабованих телекомунікаційних сервісних платформ, засвідчуючи, що їх технічна ефективність є вагомою.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації, їх достовірність. Ступінь обґрунтованості отриманих у дисертації наукових положень і висновків є достатнім та підтверджується проведенням досліджень із коректним застосуванням відомих теоретичних та чисельних методів, співпадінням теоретичних результатів із експериментальними даними та практичним ефектом, який підкріплений актами впровадження. Основні наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи базуються на загальновідомих фундаментальних положеннях теорії ймовірності та математичної статистики, теорії системного аналізу, теорії телекомунікаційних систем, методах нечіткої математики, моделювання, а отже є достовірними.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності.

Дисертаційна робота має загальний обсяг 416 аркушів, містить 6 розділів та додатки. Згідно пояснювальної записки рукопису роботи підготовлено автореферат. Всі подані матеріали цілком відповідають чинним вимогам до оформлення дисертаційних робіт.

У **вступі** наведено загальну характеристику роботи, обґрунтовано актуальність теми, визначено об'єкт та предмет дослідження, сформульовано мету і задачі дослідження, розкрито наукову і практичну цінність отриманих результатів, а також подані відомості про апробацію дисертаційної роботи.

В **першому розділі** дисертаційної роботи «Аналіз методів побудови сервісних мережних систем» проведено огляд підходів та концепцій, які стосуються особливостей побудови сервісних мережних систем національного рівня, визначено найбільш перспективні напрямки та проблематику досліджень. Показано, що масштабовані телекомунікаційні сервісні платформи та їх розвиток нерозривно пов'язані з процесами інформатизації в Україні, з розвитком хмарних технологій і їх прикладним застосуванням у всіх галузях господарювання й оборони.

В **другому розділі** дисертації «Моделювання імовірно-часових характеристик телекомунікаційних сервісних платформ» розглядається методологія дослідження імовірно-часових характеристик телекомунікаційних сервісних платформ. Визначено найбільш суттєві методи для підвищення їх продуктивності.

В **третьому розділі** роботи «Дослідження телекомунікаційних сервісних платформ з відкритою архітектурою» виконано дослідження на основі моделей і методів для визначення статистичних характеристик сервісних вузлів телекомунікаційних платформ із використанням інтерфейсів відкритої системної архітектури (OSA) на прикладі Parlay API. Розглянуто особливості забезпечення функціональної стійкості її реалізацій, виконано експериментальне статистичне дослідження мультисервісного навантаження в гетерогенній корпоративній мережній системі, після чого завдання оптимального структурно-параметричного синтезу сервісних мережних платформ зведено до завдання вибору їх оптимальних структурно-композиційних та функціональних параметрів у рамках деякої заданої мережної архітектури.

У **четвертому розділі** «Розроблення та моделювання процесів забезпечення функціональної стійкості телекомунікаційних сервісних платформ» пропонується аналіз функціональної стійкості телекомунікаційних платформ, досліджено особливості масштабування сервісних мережних платформ, надано рекомендації щодо їх реалізації, а також забезпечення процесів ресурсної віртуалізації.

У **п'ятому розділі** «Розроблення методів оптимізації конвергованих ресурсів мережно-залежних рівнів гетерогенних розподілених сервісних систем» розглянуто проблематику ресурсної конвергенції гетерогенних сервісних платформ, запропоновано метод підвищення доступності вузлів хмарної системи. Розглянуто запропонований метод та алгоритм наскрізного структурного трасування, що дозволяє оперативне визначення структурних

змін, а отже – і відмов мережних елементів, а також флуктуацій обсягів трафіку в телекомунікаційній сервісній платформі. Побудовано математичну модель, яка дозволяє ухвалити обґрунтоване рішення щодо процедури вертикального хендовера в телекомунікаційній сервісній платформі за множиною взаємопов'язаних критеріїв з використанням підходів нечіткої математики.

У шостому розділі «Дослідження особливостей трансформації архітектури телекомунікаційних сервісних платформ для застосування в критично важливих системах національного масштабу» розглянуто питання практичної імплементації запропонованих рішень, методів і рекомендацій. Наведено загальну методологію синтезу телекомунікаційних сервісних платформ, проаналізовано практичний ефект від її застосування на мережах національного масштабу. Запропоновано вдосконалений метод обслуговування черг на основі диференціації сервісів у моделі IaaS; перевага даної моделі та запропонованого методу в тому, що гарантується забезпечення якості надання послуг на всьому шляху передавання відповідних потоків пакетів за рахунок невикористаних ресурсів сервісів визначеного пріоритету.

Ступені наукової новизни положень дисертації, що представлена здобувачем визначено обґрунтовано. В роботі запропоновано низку методів, підходів, концепцій, які підвищують технічні, та й, в цілому, економічні показники розглянутих гетерогенних масштабованих телекомунікаційних платформ.

Результати дисертаційної роботи є науково-обґрунтованими, оригінальними, підтвердженими шляхом моделювання та експериментально. Застосовані автором методи дослідження відповідають її проблематиці, є використаними якісно. Стиль викладення результатів дослідження є хорошим, якість редагування – високою.

Публікації та апробація результатів дисертаційної роботи. За темою дисертаційної роботи опубліковано 23 статті у виданнях згідно чинних вимог Кабінету Міністрів України. Робота має значну кількість апробацій на наукових конференціях різного рівня. Публікації за тематикою дисертації підтверджують опублікування всіх отриманих результатів, індексуються наукометричними базами, зокрема Scopus.

Автореферат ідентично розкриває основні положення дисертації, її наукові результати, які отримані особисто здобувачем.

Недоліками дисертаційної роботи вважаю наступне.

1. У розділі 2.4 (с. 131) автором розглянуто математичну модель диференційованого обслуговування користувачів. Наведено узагальнене рівняння статистичної рівноваги для такого процесу (2.11). Кількість часткових рівнянь на його основі, які можливо побудувати для різних сценаріїв обслуговування користувацького навантаження – близько 30. Зрозуміло, що

розмірність такої задачі приблизно визначається v^3/N_r , де N_r – число місць для до обслуговування повторних вимог. Таким чином, прямий розрахунок такої системи за допомогою марковських моделей є вкрай ускладненим, внаслідок високої розмірності простору станів. На цьому автор не наголошує, лише постулює саму розмірність простору – в середньому 10^9 (с. 132). А сама модель, яку автор представляє на рис. 2.10 дисертації, звісно може бути представлена процесом загибелі/розмноження марковського ланцюга, шляхом маніпулювання множиною умов (2.12). Це, власне, і реалізується запропонованим алгоритмом імітаційного статистичного моделювання, представленим на рис. 2.11. Проте, у цьому алгоритмі відсутнє пряме посилання на перетворювач закону розподілу, вказано лише деяку функцію `random`, яка, в реальності, і виконує зазначену функцію.

2. Не зовсім зрозуміло, наскільки можливо застосувати одержані автором теоретичні результати для випадку нестационарного режиму роботи сервісної платформи?

3. Автор міг більш докладно описати у 6 розділі роботи, в чому проявляється динамічна адаптація сервісної реалізації телекомунікаційної сервісної платформи.

4. Деякі рисунки в дисертаційній роботі, наприклад (рис. 1.1, 1.2, 4.10) здобувач запозичив із своїх англійських публікацій, варто було здійснити переклад. Хоча всі аббревіатури наведено у переліку умовних скорочень.

5. Автор не наголошує на результатах досліджень масштабованості ЦОД для фіксації метаданих комунікаційної активності у мережах зв'язку (с.342-343). Ці результати можливо було подати детальніше.

6. Зображення, які представлені на рис. 6.13 (с. 331) є практично однаковими; нова сферична концептуальна модель хмарних кластерів (рис. 4.7, с. 254) автором у новизну не виносилась, те саме стосується моделі балансування сервісного навантаження за допомогою наскрізного структурного трасування в хмарній мережній платформі (рис. 5.1, с. 284).

До суті дисертаційної роботи зауважень немає. Загальна оцінка – висока. Робота є оригінальною. Незначна кількість наведених недоліків не применшує позитивного враження від роботи. Дисертація відповідає чинним вимогам МОН, які пред'являються до докторських дисертаційних робіт, а також заявленій спеціальності.

Висновок.

1. Вважаю, що дисертаційна робота Демидова І.В. «Синтез телекомунікаційних сервісних платформ національного масштабу» є завершеною науковою працею, яка за оформленням, обсягом, науковим рівнем та практичним значенням, оригінальністю тексту та результатів, їх

достовірністю відповідає нормативним вимогам, що пред'являються до докторських кваліфікаційних наукових праць.

2. Дисертація містить розв'язання актуальної наукової проблеми розроблення методологічного забезпечення синтезу телекомунікаційних сервісних платформ національного рівня для оптимального впровадження концепції повсюдного комп'ютингу (розподілених обчислень) із заданими рівнями якості сервісу, продуктивності та функціональної стійкості.

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

4. Результати дисертації достатнім чином апробовані та опубліковані.

5. Автореферат ідентично та з необхідною повнотою розкриває зміст і основні положення дисертації.

6. Дисертаційна робота «Синтез телекомунікаційних сервісних платформ національного масштабу» відповідає необхідним вимогам положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013 року (зі змінами та доповненнями), а її автор – Демидов Іван Васильович – заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за заявленою спеціальністю.

Офіційний опонент,

доктор технічних наук,
старший науковий співробітник,
професор кафедри телекомунікаційних
систем та мереж
Державного університету
телекомунікацій



Є.В. Гаврилко

Підпис професора Гаврилка Є.В. засвідчую,

Вчений секретар
Державного університету
телекомунікацій

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Попов", is written over the text of the secretary's position.

О.В. Попов