



67-42-102/2  
13.11.17р.

Голові спеціалізованої вченої ради  
Д 35.052.10  
Національного університету  
«Львівська політехніка»

вул. Степана Бандери, 12  
м. Львів, 79013

## ВІДГУК

офіційного опонента

**доктора технічних наук, професора Катеринчука Івана Степановича, професора кафедри загальнонаукових та інженерних дисциплін Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького на дисертаційну роботу Демидова Івана Васильовича на тему «Синтез телекомунікаційних сервісних платформ національного масштабу», представлені на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі**

**Характеристика актуальності дисертаційного дослідження.** З точки зору практичної цінності дослідження, що стосуються створення високонадійних інтегрованих мережними середовищ для взаємодії територіально-рознесених обчислювальних комплексів ніколи не втрачають актуальності. Подана на мій розгляд спеціалізованою вченою радою робота вміщує методологічні засади для розвитку телекомунікаційних платформ, орієнтованих на надання різного роду електронних послуг, як локального так і загальнодержавного значення, зокрема – електронного урядування. Охоплена здобувачем тематика апріорі є доволі широкою, але хочу підкреслити, що дисертаційні дослідження стосуються саме заявленої спеціальності, а саме галузі телекомунікаційних систем та мереж. Поява хмарних технологій, як наступний щабель інформаційного розвитку цивілізації спричинила зміни в інфокомунікаційних технологіях. Дехто із сучасних науковців вважає, що це – шлях всезагальної уніфікації мережного обладнання, відповідно, безальтернативного запровадження найбільш стійких мережних рішень, а інші вказують на неминучість перенесення досліджень телекомунікаційної тематики у галузь прикладного програмного забезпечення. Все це, звісно, відповідає дійсності, проте аналіз і синтез

подібних гіперсистем вимагає розгляду величезної множини технічних аспектів.

На сьогодні різними відомствами різних країн, зокрема Департаментом національної безпеки США розробляються різного роду стратегії, а також концепції щодо керованого (контрольованого) впровадження і консолідації хмарних ресурсів у національному інформаційному просторі. Саме тому актуальність теми роботи сумнівів не викликає, а ті критерії, якими автор оперує при характеризованні проблематики - системна продуктивність, сервісна доступність, а також функціональна стійкість відповідають сучасному стану розвитку науки, досліджень і є виправданими. Можна зазначити, що в умовах обмежених ресурсів, як держави, так і окремо взятих інфокомунікаційних операторів невірна політика із запровадження нових інфокомунікаційних технологій за визначенням є згубною, а це безпосередньо визначає неефективність роботи їх користувачів, як приватних, так відомчих, зокрема у сфері держуправління, безпеки, оборони тощо.

У протиріччя сказаному, існування техніко-економічного ефекту від методичного запровадження повсюдного, зокрема мобільного комп'ютеризованого значно покращує відповідні тактико-технічні характеристики (оперативність прийняття та виконання рішень, якість надання послуг, зв'язку, можливість оперування великими обсягами даних і т.зв. «важкого» контенту, а також їх оброблення) апаратно-програмних комплексів національного значення. Відповідні покращення, внесені при розвитку мережної інфраструктури національних операторів електрозв'язку (наприклад – ПАТ «Укртелеком») можливо поширити на відомчі мережні системи, які прямо чи опосередковано її використовують (зокрема – ДПСУ). Відповідно, науковий підхід у рамках зазначених вище процесів є необхідним.

**Наукове значення, структура і змістове наповнення** дисертаційної роботи, як науково-практичного дослідження визначається сукупністю концептуальних, формально-детерміністичних математичних, структурно-функціональних моделей, сформованих на підставі визначеного автором предмету дослідження - методів синтезу масштабованих телекомунікаційних сервісних платформ національного сегменту на основі відкритої архітектури.

Трансформація телекомунікаційних платформ національного мережного сегменту є неефективною без відповідного обґрунтування принципів державно-приватної конвергенції інфокомунікаційних технологій, без запропонованої методики оцінювання живучості або доступності їх реалізацій згідно запропонованого концептуального рівня (Software, Platform або Infrastructure) сервісного представлення. Формалізована автором

методологія синтезу телекомунікаційних платформ передбачає звертання до ресурсно-ефективної парадигми структурно-функціональної композиції, шляхом розв'язання ряду багатокритеріальних оптимізаційних задач у 2-5 розділах дисертації.

В 2-3 розділах роботи основний акцент зроблено на ресурсній оптимізації, побудові та дослідженні відповідних моделей сегментів телекомунікаційних платформ, які дають змогу говорити про шляхи та методи підвищення системної продуктивності. У 3-4 розділах дисертації значну увагу приділено методам оптимізації процесів реплікації та міграції компонентів телекомунікаційних сервісних платформ, які застосовуються, зокрема, для реалізації запропонованих автором моделі та технології мігруючого мережного екрану, що здатний підвищити стійкість останніх до різного розу впливів і утручань. Третій розділ роботи, зокрема підрозділи 3.1, 3.3 насичені даними проведених за участю автора експериментальних досліджень, що лягають в основу для розрахунків, які проводяться у наступних, 4-6 розділах, зокрема 4.1 «Дослідження характеристик продуктивності та сервісної доступності розподілених сервісних мережних платформ у процесі їх структурно-параметричного синтезу», де вперше розглядаються *аспекти масштабування* (структурні, функціональні, композиційні), 5.1 «Моделювання процесів гіперагрегації трафіку у транспортних платформах сервісних мережних систем», 5.2 «Моделювання процесів оптимального розподілу ресурсів у гетерогенній мережній платформі безпроводного доступу» (вперше розроблено модель розподілу конвергованих ресурсів мережно-залежних рівнів гетерогенної сервісної платформи на базі застосування положень нечіткої математики), 6.1 «Дослідження ефективності застосування вдосконалених протокольних засобів мережного рівня для спеціалізації гетерогенних сервісних мережних платформ» тощо. В розділі 6.4 приведено узагальнену методологію синтезу телекомунікаційних сервісних платформ національного масштабу, використовуючи згадані вище моделі, методи та підходи, а також інші допоміжні викладки із попередніх розділів, які органічно доповнюють структуру дисертації. Це – ознака хорошого композиційного стилю викладу науково-практичних результатів роботи. Автором вперше запропоновано голографічну модель представлення властивостей мережних систем у цифровому, щонайважливіше – компактному, голографічному образі, стійкому до пошкоджень (розділ 6.2).

Вважаю структуру роботи, яка складається зі вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел (243 найменування), чотирьох додатків та має обсяг 416 сторінок обґрунтованою та виправданою.

Дисертація відповідає необхідним вимогам до оформлення докторських кваліфікаційних праць. Матеріали роботи викладено послідовно, стиль викладення є доказовим, чітким, побудова – логічною.

Зміст наданого автореферату відповідає змісту дисертації. Здобувач не вносить на захист положень, які були ним захищені у кандидатській дисертації.

Кваліфікаційна наукова праця відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

**Практичне значення** дисертаційної роботи, в основному, полягає у тому, що на основі доведення оптимальної структурної композиції телекомунікаційних сервісних платформ національного масштабу у співвідношенні їх розпаралелених та послідовних компонент за принципом «золотого січення» ( $\sim 0,6/0,4$ ) виконано експериментальну науково-виробничу трансформацію мультисервісних IaaS та PaaS мережних систем ПАТ «Укртелеком» за період 2011-2016 років. За останні 2,5-3 роки на рівні PaaS досягнуто 35% підвищення продуктивності, а на рівні IaaS – 1,3% підвищення рівня сервісної доступності (мале значення приросту рівня сервісної доступності відображає ступінь складності при його досягненні або підтримуванні). На рівні PaaS реалізації забезпечено показник середньорічної сервісної доступності 0,99999. Отримані результати підкріплено документально. Це, у свою чергу, дозволило оптимізувати технічні показники ряду телекомунікаційних платформ спеціального призначення. Запропоновано та верифіковано протокольні засоби зменшення затримок передавання високопріоритетного мережного трафіку у 2-7 разів (у залежності від поточного рівня завантаженості ТКСП), що є зручними для імплементації NFV підходу щодо реалізації віртуалізованих розпаралелених обробників навантаження. Цей результат дозволяє підвищити оперативність передавання пріоритезованого трафіку за рахунок вимушених флуктуацій якості обслуговування непріоритетного навантаження.

Існує ряд перспективних результатів автора, які будуть, очевидно, впроваджені у майбутніх інфокомунікаційних платформах. Оскільки автор опублікував свою працю «The holographic network analysis» у 2014 році, а перші надщільні системи голографічного запису були реалізовані на основі об'ємної оптичної пам'яті лише два роки по тому, проте на сьогодні в якості носіїв інформації такого роду продемонстровано можливість також використання штучних ДНК-структур (Гарвардський університет).

Враховуючи значний обсяг виконаних за участю автора науково-експериментальних досліджень, вважаю, що рівень практичного значення є

достатнім для найвищої кваліфікації цієї роботи. Дисертація має ознаки завершеного комплексного наукового дослідження.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність.** Наукова праця Демидова І.В. є достатньо якісною з погляду наукового обґрунтування, оскільки наводяться порівняння основних одержаних результатів із результатами інших авторів; також коректно побудовані математичні моделі і методи на їх основі дозволили одержати підтверджені актами впровадження результати, висновки і рекомендації, які з достатнім рівнем достовірності підтверджуються на практиці протягом останніх років. Це, зокрема, стосується ієрархічно представленої та алгоритмічно деталізованої методології синтезу телекомунікаційних сервісних платформ; її окремих елементів, таких як метод диференційованого обслуговування користувачів, удосконалені протокольні засоби сервісної мережної інфраструктури, а також метод динамічної корекції маршрутних метрик шляхом наскрізного структурного трасування та інші. Робота достатнім чином опублікована та апробована перед загалом профільних наукових фахівців (КПІ, ХНУРЕ, Львівська політехніка тощо).

**Повнота викладу результатів досліджень у опублікованих працях.** За результатами досліджень, які викладені у дисертаційній роботі, автором опубліковано більше 40 наукових праць, серед них статей у наукових фахових виданнях – 23 (всі статті у науковій періодиці, що входить до міжнародних наукометричних баз різного рівня, включаючи Scopus, Index Copernicus, Google Scholar тощо), у збірниках матеріалів і тез доповідей міжнародних та всеукраїнських конференцій – 16, з них індексованих у наукометричній базі Scopus – 10.

Наведений перелік опублікованих праць, їх зміст та обсяг відповідають темі дисертації, у повному обсязі відображають отримані положення, наукові результати та висновки, свідчать про їх новизну.

#### **Недоліки та зауваження щодо роботи.**

1. Автор намагався у обмеженому обсязі автореферату подати найголовніші аспекти роботи. Проте, у випадку його роботи, це найкраще виявилось здійснити у структурно-схематичному вигляді. А значний обсяг цінних математичних викладок, докладний опис запропонованих моделей залишилися у тексті пояснювальної записки.

2. Деякі терміни у роботі використано не зовсім коректно. Відтак, на сторінці 338 написано, що «...Тут,  $\mu$  є лагранжіаном...», а насправді це англійське слово суржик, оскільки мається на увазі не лагранжіан, а множники Лагранжа.

3. На яких типах обладнання були отримані статистичні дані щодо функціонування телекомунікаційної платформи ПАТ «Укртелеком» з тексту дисертації не зовсім ясно.

4. Якою є топологія досліджуваної мережі ПАТ «Укртелеком»?

5. Термін «структуро-генного балансування навантаження» (див. с. 4 автореферату) краще замінити, наприклад – на «динамічного балансування навантаження».

6. Щодо рівняння (5.17) - моделі Окамура-Хата: існують також інші моделі поширення радіохвиль. Зокрема багатопроменевого. Але, враховуючи постановку відповідного завдання моделювання, це зауваження не є принциповим.

7. Функціонал (4.4) (див. с. 271) є досить узагальненим. Хоча пояснений текстуально.

8. Автор не наголошує на багатокритерійності завдання (1) (в авторефераті с. 18), водночас його розв'язання носить детерміністичний характер (див. рис. 11, 16, 17 а-в у авторефераті).

9. У додатку до дисертації Г «Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації», на відміну від автореферату, не зазначено даних щодо номерів міжнародної ідентифікації періодичних наукових видань ISSN, у яких автор публікувався.

Наведені зауваження не стосуються суті дисертаційної роботи, та не применшують її високу позитивну оцінку.

#### **Загальні висновки.**

Дисертаційна робота Демидова І.В. «Синтез телекомунікаційних сервісних платформ національного масштабу» є самостійною, завершеною науковою працею, яка містить нове розв'язання важливої наукової проблеми розроблення методологічного забезпечення синтезу телекомунікаційних сервісних платформ національного рівня для оптимального впровадження концепції повсюдного комп'ютингу із заданими рівнями якості сервісу, продуктивності та функціональної стійкості.

Для розв'язання сформульованої проблеми в дисертації розроблено методологію синтезу телекомунікаційних сервісних платформ національного масштабу, як сукупність методів підвищення їх продуктивності та компонентної (сервісної) доступності, а також підтримання функціональної стійкості з урахуванням особливостей реалізації національного сегменту глобальної інформаційної інфраструктури на основі хмарних технологій.

Матеріал роботи викладено послідовно, стиль викладення оригінальний, чіткий і доказовий. Висновки до кожного розділу тісно

пов'язані з їх змістом, відображають суть виконаних досліджень. Публікації автора повністю висвітлюють наукові положення роботи та одержані ним результати. Обсяг апробацій та публікацій є достатнім. Автором опубліковано 23 статті згідно вимог МОН України.

За темою і за змістом дисертація відповідає спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі. Текст автореферату відповідає змісту дисертації.

За актуальністю обраної теми, оригінальністю, обсягом та рівнем виконаних досліджень, повнотою розв'язання наукових та практичних завдань, новизною, цінністю і ступенем обґрунтування отриманих результатів, висновків і практичних рекомендацій, дисертаційна робота відповідає вимогам, які ставляться до докторських дисертацій, а саме вимогам пп. 9, 10, 12 чинного положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого Кабінетом Міністрів України. Автор дисертації «Синтез телекомунікаційних сервісних платформ національного масштабу» – Демидов Іван Васильович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Офіційний опонент

професор кафедри загальнонаукових та інженерних дисциплін  
Національної академії Державної прикордонної служби України  
імені Богдана Хмельницького

Заслужений працівник освіти України,  
лауреат Державної премії України у галузі науки і техніки,  
доктор технічних наук, професор,

*I. С. Катеринчук*

І. С. Катеринчук

«09» *жовтня* 2017 р.

Підпис професора Катеринчука І. С. засвідчую.

начальник відділення контролю та документального забезпечення  
Національної академії ДПС України



І. Ю. Жилкіна

«9» *жовтня* 2017 р.

Бак. Катеринчук, тел. 8396  
Надп. 2 (підпис)  
Прим. 1.3 - вхід  
09.11.2017