

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Козачука Андрія Валерійовича «Інформаційна технологія масштабування хмарного застосунку, що базується на прогнозуванні його стану», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.13.06 — інформаційні технології

**Актуальність теми дисертації.** На сьогоднішній день спостерігається стійка тенденція до збільшення популярності хмарних обчислень та відповідного використання хмарних застосунків, які характеризуються легкістю впровадження та швидкою адаптацією до зміни кількості користувачів завдяки масштабуванню. Підвищення якості масштабування здатне скоротити витрати на утримання хмарного застосунку та покращити його швидкодію. Тому актуальною є задача розробки інформаційних технологій, здатних до гнучкого масштабування хмарного застосунку з метою підвищення ефективності його роботи. Існуючі інформаційні технології масштабування хмарних застосунків не враховують усіх можливостей хмарних платформ, зокрема можливість проведення як горизонтального так і вертикального масштабування на основі прогнозу роботи хмарного застосунку, тому отримані рішення щодо масштабування є не завжди оптимальними.

Таким чином, тема дисертаційного дослідження, яка направлена на розробку методу прийняття рішень щодо масштабування хмарного застосунку, що базується на прогнозуванні його стану, та створення інформаційної системи автоматизованого масштабування хмарного застосунку, є актуальною.

Актуальність теми дисертації підтверджується також і тим, що вона виконувалась у рамках держбюджетних науково-дослідних робіт Вінницького національного технічного університету.

**Наукова новизна** одержаних результатів полягає в тому, що:

1. Вперше запропоновано інформаційну модель масштабування хмарного застосунку, яка відрізняється моделлю хмарного застосунку як системи масового обслуговування, критерієм класифікації поточного режиму роботи хмарного застосунку та графом станів його інфраструктури, що дозволяє здійснювати оцінювання поточного і прогнозування майбутніх станів хмарного застосунку.

2. Удосконалено метод прийняття рішень щодо масштабування хмарного застосунку, що на відміну від існуючих базується на поєднанні реактивного та удосконаленого предиктивного підходів до горизонтального та вертикального масштабування з урахування інформації про можливі піки навантаження хмарного застосунку.

3. Вперше розроблено інформаційну технологію масштабування хмарного застосунку, яка реалізує удосконалений метод прийняття рішень щодо його масштабування, що дозволило підвищити ефективність функціонування хмарного застосунку.

**Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій.** Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджена аргументованою постановкою мети й задач дослідження, наведеною в розділах 2, 3 і 4 системою формальних моделей, що не містить принципів помилок, результатами комп'ютерного моделювання та впровадженням розроблених засобів. Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасних методів системного аналізу; аналізу часових рядів; класифікації; теорії систем масового обслуговування; моделювання; математичної статистики. Достовірність отриманих результатів підтверджується їх узгодженням із теоретичними висновками та використанням запропонованих методів у програмному забезпеченні системи автоматизованого масштабування хмарного застосунку.

**Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.** Цінність наукових результатів роботи полягає в тому, що в ній запропоновано рішення важливої науково-технічної задачі – підвищення ефективності функціонування хмарного застосунку шляхом розвитку методів масштабування хмарного застосунку, відмінною ознакою якого є поєднання горизонтального та вертикального масштабування з використанням як реактивних правил, так і прогнозу його стану.

Практична корисність роботи обумовлена тим, що здобувачем розроблено інформаційне, алгоритмічне та програмне забезпечення системи автоматизованого масштабування хмарного застосунку, яка впроваджена у ТОВ «СДМ Україна».

**Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях.** Основні наукові положення, висновки і рекомендації, які сформульовані в дисертаційній роботі, достатньо повно відображені в публікаціях здобувача і пройшли апробацію на міжнародних науково-технічних конференціях.

За темою дисертації опубліковано 14 друкованих робіт, з них 7 статей в наукових виданнях з переліку фахових видань України, в тому числі 1 стаття у науковому журналі, що входить до наукометричної бази SCOPUS, 1 стаття у іноземному фаховому журналі, 2 свідоцтва на реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму, 5 тез доповідей науково-технічних та науково-практичних конференцій.

**Структура дисертації** цілком відповідає логіці й послідовності рішення поставлених задач. Дисертація складається зі вступу, 4-х розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків.

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми, а також наведені об'єкт, предмет і мета дослідження, положення наукової новизни і практичної цінності; визначено основні методи дослідження; надано інформацію про особистий внесок здобувача в спільних публікаціях, впровадження, апробацію та публікації..

**У першому розділі** дисертації проведено аналіз методів та засобів масштабування хмарного застосунку. Проаналізовано основні методи оцінювання ефективності роботи хмарного застосунку. За результатами аналізу автором обґрунтовано доцільність розробки інформаційної технології масштабування хмарного застосунку, що базується на прогнозуванні його стану, сформульована мета та задачі дослідження.

**Другий розділ** присвячено розробці теоретико-математичних засад процесу масштабування хмарного застосунку. Здобувачем введено модель системи масового обслуговування, що описує роботу хмарного застосунку, на основі якої було отримане співвідношення для розрахунку середнього часу виконання мережевого запиту; сформовано критерій ефективності роботи хмарного застосунку на основі інформації про час виконання мережевого запиту, кількість користувачів та вартість утримання інфраструктури.

**Третій розділ** присвячено розробці інформаційної технології масштабування хмарного застосунку, що базується на прогнозуванні його стану. Автором проведено проектування архітектури модулів розробленої інформаційної технології та визначені функції основних модулів. Сформовано вимоги до функціональних можливостей симулятора роботи хмарного застосунку. Проведено оцінювання моделей прогнозування часового ряду мережевих запитів до хмарного застосунку та показано доцільність застосування різних моделей прогнозування часових рядів в залежності від режиму роботи хмарного застосунку.

**У четвертому розділі** розроблено інформаційну систему автоматизованого масштабування хмарного застосунку. Здійснено вибір цільової платформи використання інформаційної системи; розроблено модулі прогнозування кількості мережевих запитів, масштабування та графічний інтерфейс користувача; наведено реалізацію симулятора роботи хмарного застосунку. Проведено порівняння ефективності роботи запропонованої інформаційної системи з системою автоматизації CloudMonix.

**У висновках** сформульовані основні результати дисертаційної роботи.

**Автореферат дисертації** ідентичний за змістом з основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні наукові положення, практичну значимість і висновки. Дисертаційна робота та автореферат оформлені у відповідності з встановленими вимогами.

**Зауваження по дисертації:**

1. В «особистому внеску здобувача» є посилання на одноосібну роботу [11], замість посилання на роботу [10].
2. В «Практичному значенні одержаних результатів» відсутні відомості про впровадження в навчальний процес.
3. У підрозділі 1.1 варто було акцентувати увагу на математичні моделі масштабування.
4. Позначення змінних, що використовуються у підрозділі 1.2 відрізняються від загальноприйнятих, що ускладнює розуміння.
5. Формалізацію інформаційної моделі масштабування хмарного застосунку та критерій ефективності функціонування хмарного застосунку (стор. 48-49 дисертації) варто було винести в автореферат.
6. В методі виявлення піків навантаження (стор. 50-52 дисертації) та на стор. 6 (формула 3) автореферату некоректно використовується термін «магнітуда часового ряду», хоча мова йде про порогове значення відхилення ковзкого середнього часового ряду у методі Пейджа-Хінклі, яке задається користувачем.
7. У підрозділі 2.1.3 модель хмарного застосунку представлена моделлю загибелі і розмноження, яка має аналітичне рішення (стор. 60 дисертації), тому саме його варто було винести в автореферат на стор. 8 замість узагальнених виразів (4-7).
8. У підрозділі 3.4 ( стор. 94 – 99) не наведено формули, що описують моделі прогнозування часового ряду хмарного застосунку.
9. В розділах 2 та 3 зустрічаються елементи огляду.
10. В розділі 4 не здійснено обґрунтування вибору частоти оновлення інформації про стан хмарного застосунку.
11. Запропонована інструкція користувача не описує процес інсталяції розробленої здобувачем інформаційної технології.
12. У проведеному автором дослідженні не була розглянута задача балансування навантаження між віртуальними машинами, на яких виконується хмарний застосунок. Розробка комплексного рішення, яке здійснює як масштабування так і балансування навантаження може забезпечити вищий рівень інтеграції систем управління хмарних застосунком та підвищити ефективність його роботи.
13. В авторефераті відсутня преамбула висновків, яка є в дисертації.
14. Дисертація в цілому написана науково грамотною мовою, але в

тексті дисертації та автореферату зустрічаються незначні технічні та друкарські помилки.

Однак зазначені зауваження не носять принциповий характер і не знижують цінності проведеного здобувачем дослідження, актуальності, новизни та практичної значущості дисертаційної роботи.

**Висновки щодо відповідності дисертації встановленим вимогам.**

Оцінюючи роботу в цілому, вважаю, що в дисертації отримано нове рішення важливої науково-технічної задачі в галузі хмарних обчислень, спрямованої на підвищення ефективності роботи хмарного застосунка шляхом розробки і впровадження інформаційної технології масштабування хмарного застосунку, що базується на прогнозуванні його стану. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою. Вважаю, що за актуальністю вибраної теми, обсягом і рівнем виконаних теоретичних і експериментальних досліджень, достовірністю і обґрунтованістю висновків, новизною досліджень, значенням отриманих результатів для науки і практики дисертаційна робота задовольняє вимогам пп. 9, 11, 12 "Порядку присудження наукових ступенів" щодо кандидатських дисертацій, а її автор Козачук Андрій Валерійович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент,  
професор кафедри обчислювальної  
техніки та програмування  
Національного технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут»,  
доктор технічних наук, професор



А. І. Поворознюк

15. 11. 20 16

|                                       |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Підпис                                | <i>А. І. Поворознюк</i> |
| ЗАСВІДЧУЮ:                            |                         |
| ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР                       |                         |
| НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ |                         |
| "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"  |                         |
|                                       | <i>[Signature]</i>      |
| " 16 "                                | 11                      |

