

## **РЕЦЕНЗІЯ**

на дисертаційну роботу

Омельченка Віталія Вікторовича

на тему «Інформаційна технологія управління обчислювальними ресурсами в  
Kubernetes кластері»

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 Інформаційні технології

за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології

### **Актуальність теми дисертації.**

Стрімкий розвиток цифрових технологій та їх широке застосування у всіх сферах людської діяльності зумовлюють значне зростання вимог до архітектури та функціонування інформаційних систем. Користувачі очікують від цифрових сервісів високої швидкості обробки, доступності та надійності, що ставить перед комерційними та державними компаніями низку складних для вирішення завдань. Однією з критичних умов забезпечення встановленого рівня якості послуг, що надаються цифровими сервісами, є ефективне управління обчислювальними ресурсами. Традиційні підходи на основі реактивних методів передбачають прийняття рішень на основі поточного, що призводить до тимчасових погіршень показників якості обслуговування при динамічних навантаженнях. Проактивні методи масштабування орієнтовані на прогнозування навантаження та підготовку інфраструктури до очікуваного навантаження заздалегідь, що дозволяє надавати стабільний рівень якості сервісів. Таким чином, тема дисертації є актуальною з точки зору впровадження проактивних методів для управління обчислювальними ресурсами інфраструктури.

### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- запропоновано метод проактивного вертикального та горизонтального масштабування обчислювальних ресурсів, який відрізняється здатністю працювати з робочими навантаженнями, які містять комплексні сезонності та тенденції, що дозволяє зменшити використання обчислювальних ресурсів при дотриманні встановленого рівня якості послуг;

- запропоновано метод проактивно-реактивного масштабування, який відрізняється перерозподілом управлінням обчислювальними ресурсами між компонентами вертикального та горизонтального масштабування, що дозволяє



забезпечувати встановлений рівень якості послуг у разі відсутності історичних даних, недостатньої точності отриманих прогнозів або некоректної роботи проактивного компонента;

- запропоновано метод горизонтально-вертикального масштабування, який відрізняється наявністю координатора для узгодження керуючих дій між компонентами масштабування, що дозволяє зменшити збиткове резервування обчислювальних ресурсів при використанні горизонтального масштабування для проактивного та реактивного управління;

- набула подальшого розвитку інформаційна технологія управління обчислювальними ресурсами ІТ-інфраструктури, яка відрізняється наявністю проактивного та гібридного масштабування, що дозволяє надавати консистентний рівень якості послуг.

Достовірність та обґрунтованість наукових результатів дисертаційної роботи забезпечуються використанням математичного моделювання, а також підтверджуються експериментальними дослідженнями розроблених методів, проведеними на реальній інфраструктурі.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі інформаційних систем та технологій КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках НДР під керівництвом професора, д.т.н., Роліка Олександра Івановича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

### **Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Омельченка В.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Інформаційні системи та технології».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Інформаційні та комунікаційні технології».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Омельченка Віталія Вікторовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело. Виявлений відсоток співпадинь пояснюється стандартами оформлення дисертаційних робіт. Дисертація написана з дотриманням принципів академічної доброчесності.



### **Мова та стиль викладення результатів.**

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Текст дисертації викладений логічно і послідовно, його оформлення відповідає чинним вимогам. Автор дотримується наукового стилю та використовує загальноприйняту термінологію.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 154 сторінки.

Вступ присвячено обґрунтуванню актуальності теми дисертаційного дослідження, сформульовано мету та завдання наукової роботи, визначено предмет і об'єкт роботи, окреслено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів.

В першому розділі проводиться аналіз сучасного стану та тенденцій управління IT-інфраструктурою. Обґрунтовується використання технології контейнеризації. Наводиться математична модель кластеру. Описано і проаналізовано існуючі підходи до управління ресурсами, зокрема методи горизонтального і вертикального масштабування. Визначено вимоги та завдання для подальших досліджень.

В другому розділі розглядаються проактивні методи масштабування. Проводиться аналіз методів прогнозування для роботи з сезонними навантаженнями. Пропонується комбінація короткострокового та довгострокового прогнозування для підвищення стійкості до аномалій в навантаженнях. Запропоновано метод горизонтального та вертикального масштабування. Проведено експериментальні дослідження запропонованого, в яких продемонстровано підвищення ефективності управління обчислювальними ресурсами у порівнянні з реактивним та статичним управлінням.

Третій розділ присвячений гібридним методам, зокрема розглядаються проактивно-реактивний та вертикально-горизонтальні методи управління обчислювальними ресурсами. Проведено експериментальні дослідження для перевірки ефективності запропонованих рішень.

В четвертому розділі сформульовано інформаційну технологію управління обчислювальними ресурсами. Описано структуру технології, функціональні модулі та взаємодію між ними. Наведено практичні аспекти реалізації інформаційної технології в Kubernetes.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».



### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.**

Наукові результати дисертації висвітлені у 3 наукових публікаціях здобувача, серед яких 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України.

Також результати дисертації були апробовані на 3 наукових фахових конференціях.

Представлені публікації належним чином відображають результати проведених досліджень у межах дисертаційної роботи і не містять жодних порушень академічної чесності. Особистий внесок здобувача, що відображений у цих публікаціях і детально описаний у дисертації, підтверджує його авторство відповідних наукових висновків.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. В другому розділі проводиться аналіз перспективних методів прогнозування, проте поза увагою лишився широкий клас сучасних моделей машинного навчання – рекурентні нейронні мережі, зокрема моделі на базі довгої короткочасної пам'яті (LSTM). Враховуючи динамічність та непостійність навантаження на IT-інфраструктуру, ідея використання LSTM або її сучасних реалізацій виглядає доцільною.

2. На с. 84 вказано, що гранична точність моделі прогнозування має перевищувати 80% для того, щоб вважати її застосування в процесах масштабування доцільним. Проте наведене значення не супроводжується теоретичним або емпіричним обґрунтуванням.

3. У запропонованому проактивному методі масштабування увага зосереджена на управлінні масштабуванням застосунків, але не розглядаються ситуації, коли наявні ресурси кластеру є вичерпаними і подальше масштабування застосунку неможливе без розширення самої інфраструктури. У таких сценаріях відсутність можливості масштабування призводить до переходу системи в реактивний режим, що нівелює переваги застосування запропонованого методу.

4. Не розглянуто сценарії одночасного масштабування декількох застосунків. Проактивні методи в роботі описано в контексті управління ресурсами одного застосунку, але не враховано можливість того, що кілька застосунків одночасно потребуватимуть масштабування, що може призводити до конкуренції за ресурси.

5. В тексті дисертації присутні незначні граматичні помилки.



Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### **Висновок про дисертаційну роботу.**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Омельченка Віталія Вікторовича на тему «Інформаційна технологія управління обчислювальними ресурсами в Kubernetes кластері» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 12 Інформаційні технології. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Омельченко Віталій Вікторович заслуговує присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології.

### **Рецензент:**

професор кафедри інформаційних  
систем та технологій Національного  
технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»,  
д.ф.-м.н., професор



Анатолій ДОРОШЕНКО



«24» квітня 2025 року