

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з навчальної роботи  
Національного технічного  
університету України  
“Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського”

доц.  
Тетяна ЖЕЛЯСКОВА  
2025 р.



**ВИТЯГ**

з протоколу №10 від 5 лютого 2025 р. розширеного засідання  
кафедри інформаційних систем та технологій  
Національного технічного університету України  
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

**БУЛИ ПРИСУТНІ:**

- з кафедри інформаційних систем та технологій: завідувач кафедри, д.т.н., професор Ролік О.І., декан ФІОТ, професор кафедри, д.т.н., професор Корнага Я.І., професор кафедри, д.ф.-м.н., професор Дорошенко А.Ю., професор кафедри, д.т.н., професор Корнієнко Б.Я., професор кафедри, д.т.н., професор Онищенко В.В., професор кафедри, д.ф.-м.н., професор Хімич О.М., заступник завідувач кафедри, д.т.н., професор Теленик С.Ф., професор кафедри, д.т.н., доцент Поліщук М.М., професор кафедри, д.т.н., професор Жураковський Б.Ю., доцент кафедри, к.ф.-м.н., доцент Гавриленко О.В., доцент кафедри, к.т.н., Букасов М.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Полторак В.П., доцент кафедри, к.ф.-м.н., доцент Рибачук Л.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Солдатова М.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Ткач М.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Шимкович В.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Богданова Н.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Дорогий Я.Ю., доцент кафедри, к.т.н., доцент Жданова О.Г., доцент кафедри, д.т.н., професор Завгородній В.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Новацький А.О., доцент кафедри, к.т.н., Завгородня Г.А., доцент кафедри, к.т.н., доцент Катін П.Ю., доцент кафедри, к.т.н., Ульяницька К.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Барбарук В.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Батрак Є.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Бойко О.В., доцент кафедри, к.т.н., Ковальов М.О., доцент кафедри, к.т.н., Галушко Д.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Мамедова К.Ю., доцент кафедри, к.т.н., доцент Цьопа Н.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Пасько В.П., доцент кафедри, к.т.н., доцент Пономаренко Р.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Жураковська О.С., доцент кафедри, к.т.н., доцент Крилов Є.В., доцент кафедри, д.ф.-м.н. Жереб К.А., доцент кафедри, к.т.н., доцент Голубев Л.П., доцент кафедри, к.т.н., доцент Олійник В.В.,

доцент кафедри, к.т.н., доцент Остапченко К.Б., доцент кафедри, к.т.н., доцент Тимошин Ю.А., доцент кафедри, к.т.н., доцент Деведжіогуллари А.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Писаренко А.В., доцент кафедри, к.т.н., с.н.с. Савчук О.В., доцент кафедри, к.т.н., с.н.с. Кравець П.І., доцент кафедри, к.т.н., доцент Солдатова М.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Сперкач М.О., доцент кафедри, к.т.н., Амонс О.А., доцент кафедри, к.т.н., Попенко В.Д., старший викладач кафедри Тимофєєва Ю.С., старший викладач кафедри Яланецький В.А., старший викладач кафедри, к.е.н., Густера О.М., старший викладач кафедри Хмелюк М.С., старший викладач кафедри, к.т.н., Зубко Р.А., старший викладач кафедри, к.т.н., Базака Ю.А., старший викладач кафедри, к.т.н., Орленко С.П., старший викладач кафедри Моргалі О.М., старший викладач кафедри Польшакова О.М., старший викладач кафедри Проскура С.Л., старший викладач кафедри Коваль О.С., старший викладач кафедри Анікін В.К., старший викладач кафедри Дорошенко К.С., асистент кафедри, PhD Альбрехт Й.О., асистент кафедри, PhD Нікітін В.А., асистент кафедри Шинкевич М.К., асистент кафедри Цимбал С.І., асистент кафедри Белоус Р.В., асистент кафедри Мягкий М.Ю., асистент кафедри Нестерук А.О., асистент кафедри Тюляков Д.І., асистент кафедри, PhD Головатенко І.А., асистент кафедри Драган М.С., асистент кафедри Коломоєць С.О., асистент кафедри Шимкович Л.Л.  
- з кафедри інформатики та програмної інженерії: завідувач кафедри, д.т.н., професор Жаріков Е.В.

Запрошені з інших організацій:

доцент кафедри математичного моделювання та штучного інтелекту Національного аерокосмічного університету імені М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", к.т.н., доцент Чумаченко Д.І., професор кафедри інженерії програмного забезпечення Інституту комп'ютерних систем Національного університету "Одеська політехніка", д.т.н., професор Любченко В.В.

### **СЛУХАЛИ:**

1. Повідомлення аспіранта кафедри інформаційних систем та технологій Омельченка Віталія Вікторовича за матеріалами дисертаційної роботи "Інформаційна технологія управління обчислювальними ресурсами в Kubernetes кластері", поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології. Освітньо-наукова програма "Інформаційні системи та технології".

Тему дисертаційної роботи "Інформаційна технологія управління обчислювальними ресурсами в Kubernetes кластері" затверджено на засіданні Вченої ради факультету інформатики та обчислювальної техніки (протокол №3 від "15" листопада 2021 року).

Науковим керівником затверджений д.т.н., професор, завідувач кафедри інформаційних систем та технологій Ролік О.І.

## 2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили: к.ф-м.н., доцент Жереб К.А., к.ф-м.н., професор Дорошенко А.Ю., д.т.н., професор Жаріков Е.В., к.т.н., доцент Шимкович В.М., д.т.н., професор Любченко В.В.

## 3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: к.т.н., доцент Чумаченко Д.І., д.т.н., професор Жураковський Б.Ю., к.ф-м.н., доцент Жереб К.А., д.т.н., професор Онищенко В.В., д.т.н., професор Жаріков Е.В.

## **УХВАЛИЛИ:**

**ПРИЙНЯТИ** такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

### **1. Актуальність теми дослідження**

Стрімкий розвиток та ускладнення інформаційних систем, зростання кількості користувачів ІТ-послуг, суттєва залежність бізнесу від автоматизації бізнес-процесів та інші фактори вимагають постійного пошуку перспективних та вдосконалення існуючих підходів до створення платформ надання ІТ-послуг. Один із напрямків надання ІТ-послуг пов'язаний з використанням контейнеризованих застосунків, які не тільки забезпечують ізоляцію від операційної системи та інших програм, а й дозволяють розробникам створювати, тестувати та розгортати застосунки незалежно від середовища виконання. Контейнери запускаються швидше та споживають менше ресурсів, ніж віртуальні машини, а також легко масштабуються. Одним з найпоширеніших рішень для оркестрації контейнерів є Kubernetes, який автоматизує процеси розгортання, масштабування та управління контейнеризованими застосунками. В умовах високої вартості обчислювальних ресурсів, а також швидкого зростання навантаження на сучасні ІТ-інфраструктури важливим стає питання створення нових та вдосконалення існуючих методів ефективного управління обчислювальними ресурсами, на яких розгортаються контейнеризовані застосунки.

### **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Наукове дослідження проводилось на кафедрі інформаційних систем та технологій у Національному технічному університеті України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" у відповідності до напряму "Інформаційні та комунікаційні технології" пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №476 від 30.04.2024, та у відповідності до тематики наукових розробок кафедри. Інформаційну технологію розроблено в рамках науково-дослідницької роботи: "Інтелектуальні високопродуктивні технології управління технічними системами" Державний реєстраційний номер: 0121U110810; дата реєстрації: 26.04.2021.

### **3. Наукова новизна отриманих результатів**

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

- 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 IT-інфраструктури, яка відрізняється наявністю проактивного та гібридного масштабування, що дозволяє надавати консистентний рівень якості послуг.

### **4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження**

Розроблені методи та програмні модулі на їх основі для проактивного та гібридного масштабування можуть бути використані в кластерах Kubernetes для управління обчислювальними ресурсами застосунків, які мають чітку комплексну сезонність, тенденції та повторювані шаблони без сталої періодичності в навантаженні, для покращення рівня якості послуг у порівнянні з поширеними реактивними рішеннями та підвищення ефективності утилізації обчислювальними ресурсами у порівнянні зі статичним підходом.

Запропонований метод комбінованого прогнозування може бути використаний в IT-інфраструктурах, в яких часто виникають аномальні навантаження, що повторюються та містять постійні сезонності та тенденції, для підвищення точності прогнозів робочих навантажень в реальному часі.

### **5. Апробація результатів дисертації**

Результати досліджень, що включені до дисертаційної роботи, доповідались і обговорювались на конференціях: Міжнародна конференція "Security, Fault Tolerance, Intelligence" (Київ, 2023), Третій міжнародний науковий симпозіум "Intelligent Solutions" (Київ, 2023), Міжнародна конференція "Problems of Infocommunications. Science and Technology" (Харків, 2024).

## **6. Дотримання принципів академічної доброчесності**

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Омельченка Віталія Вікторовича визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

**7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.**

За результатами досліджень опубліковано 6 наукових публікації, у тому числі:

- 3 статті у наукових фахових виданнях України за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології.

- 3 тези виступів на наукових конференціях.

1. Vitalii Omelchenko, Oleksandr Rolik. Automation of resource management in information systems based on reactive vertical scaling. Адаптивні системи автоматичного управління: міжвідомчий науково-технічний збірник, 2022, №2 (41), С. 65-78, ISSN 1560-8956.

Особистий внесок здобувача: здобувачем проведено аналіз актуальних методів реактивного автоматизованого управління обчислювальними ресурсами в Kubernetes, здійснено експериментальне дослідження на реальній інфраструктурі та сформульовано висновки на основі отриманих результатів.

2. Vitalii Omelchenko, Oleksandr Rolik. Integration of proactive and reactive approaches to scaling in Kubernetes. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2023, том 34 (73), №5, С. 193-198, ISSN 2663-5941.

Особистий внесок здобувача: здобувачем запропоновано математичну модель інтеграції проактивного і реактивного масштабування, реалізовано програмний модуль та проведено дослідження в кластері Kubernetes.

3. Oleksandr Rolik, Vitalii Omelchenko. Proactive horizontal scaling method for Kubernetes. Радіоелектроніка, інформатика, управління. 2024, №1, С. 221–227, ISSN 1607-3274.

Особистий внесок здобувача: здобувачем запропоновано математичну модель проактивного масштабування в Kubernetes, проведено аналіз методів прогнозування, реалізовано програмний модуль та проведено експериментальне дослідження.

4. Vitalii Omelchenko, Oleksandr Rolik. Forecasting-at-scale algorithms for prediction cluster workload. The International Conference on Security, Fault Tolerance, Intelligence, 2023.

Особистий внесок здобувача: здобувачем проаналізовано перспективні методи прогнозування та провів експериментальне дослідження їх точності в контексті передбачення робочих потреб застосунків.

5. Vitalii Omelchenko, Oleksandr Rolik. Workloads prediction methods for proactive resource scaling in Kubernetes. III International Scientific Symposium "Intelligent Solutions", 2023.

Особистий внесок здобувача: здобувачем проаналізовано перспективні методи прогнозування на основі машинного навчання та провів експериментальне дослідження їх точності в умовах роботи в Kubernetes.

6. Vitalii Omelchenko, Oleksandr Rolik. Workloads prediction methods for proactive resource scaling in Kubernetes. International Conference “Problems of Infocommunications. Science and Technology”, 2024.

Особистий внесок здобувача: здобувачем запропоновано комбінацію короткострокового та довгострокового методів прогнозування для роботи з аномальними навантаженням, розроблено програмний модуль.

Якість та кількість публікацій відповідають “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.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Омельченка Віталія Вікторовича “Інформаційна технологія управління обчислювальними ресурсами в Kubernetes кластері”, що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред’являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПІ ім. Ігоря Сікорського “Інформаційні системи та технології” зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології.

#### РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу “Інформаційна технологія управління обчислювальними ресурсами в Kubernetes кластері”, подану Омельченком Віталієм Вікторовичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

д.т.н., професор, професор кафедри інформаційних систем та технологій КПІ ім. Сікорського **Теленик Сергій Федорович**;

Члени:

Рецензенти:

д.ф.-м.н., професор, професор кафедри інформаційних систем та технологій КПІ ім. Сікорського **Дорошенко Анатолій Юхимович**;

д.т.н., професор, завідувач кафедри інформатики та програмної інженерії КПІ ім. Сікорського **Жаріков Едуард В’ячеславович**;

Офіційні опоненти:

д.т.н., професор, професор кафедри інженерії програмного забезпечення Інституту комп’ютерних систем Національного університету “Одеська політехніка” **Любченко Віра Вікторівна**.

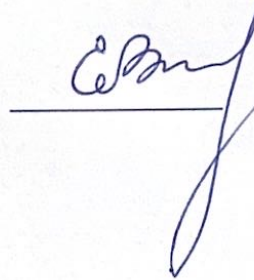
к.т.н., доцент, доцент кафедри математичного моделювання та штучного інтелекту Національного аерокосмічного університету імені М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут" **Чумаченко Дмитро Ігорович;**

Головуючий на засіданні  
заступник завідувача  
кафедри інформаційних систем  
та технологій, д.т.н., професор



Сергій ТЕЛЕНИК

Вчений секретар кафедри  
інформаційних систем та технологій  
к.ф-м.н., доцент



Олена ГАВРИЛЕНКО