

ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації Кириченка Олександра Олексійовича на тему:
“Оптимізація безсерверних обчислень у хмарних середовищах”,
поданої на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення
з галузі знань 12 – Інформаційні технології**

1. Обґрунтування вибору теми дослідження та її зв'язок із планами наукових робіт Університету.

Стрімкий розвиток хмарних технологій привів до формування безсерверних обчислень як однієї з найперспективніших парадигм сучасної розподіленої обробки даних. Провідні хмарні платформи пропонують подійно-орієнтовану модель виконання коду, де обчислювальні ресурси виділяються автоматично, а оплата здійснюється виключно за фактичний час роботи функцій. Такий підхід суттєво спрощує створення та супровід хмарних застосунків, звільняючи розробників від управління інфраструктурою. Водночас безсерверні системи стикаються з низкою проблем, які стають особливо відчутними за умов високого та нерівномірного навантаження: затримки холодного старту при ініціалізації нових контейнерів, реактивний характер масштабування, за якого ресурси виділяються лише після перевищення порогових значень метрик, обмежений контроль над інфраструктурою провайдера та складність моніторингу розподілених середовищ.

Існуючі наукові підходи до вирішення цих проблем зосереджені переважно на вдосконаленні механізмів автоматичного масштабування, проте більшість із них залишаються реактивними за своєю природою. Методи прогнозування навантаження на основі машинного навчання, хоча й демонструють певні покращення, здебільшого не враховують специфіку безсерверних архітектур – зокрема той факт, що вхідний потік завдань

формується множиною незалежних джерел подій із різними статистичними характеристиками. Перспективним напрямком є застосування апарату теорії масового обслуговування, що дозволяє аналітично описувати процеси надходження завдань, їх обробки та формування черг. Однак класичні моделі СМО зі стаціонарними однорідними потоками не здатні адекватно відтворити складну стохастичну структуру безсерверних платформ, де інтенсивність обслуговування залежить від конфігурації активних серверів, а вхідний процес є нестаціонарним і неоднорідним.

Проблематика оптимізації безсерверних обчислень досліджується широким колом іноземних та українських науковців. Фундаментальні аспекти безсерверних архітектур та їхні відкриті проблеми висвітлено у працях Baldini I., Castro P., Jonas E. та Hellerstein J. Питання автоматичного масштабування та ресурсного управління розглядаються у дослідженнях Mampage A., Vuuya R., Singhvi A. та Gunasekaran J. Застосування безсерверних обчислень для аналітичних задач та машинного навчання представлено у роботах Nestorov A. M., Carreira J., García-López P. та Wang H. Оптимізація холодного старту та прогнозування навантаження із залученням методів штучного інтелекту досліджуються Nguyen T., Golec M. та Schuler L. Теоретичний фундамент для аналізу стохастичних процесів у системах масового обслуговування, на який спирається дане дослідження, закладено у працях В. С. Королюка та І. В. Малика. Серед українських дослідників хмарних та безсерверних технологій слід відзначити роботи М. П. Шишкіної та І. А. Безвербного.

Отже, актуальність дисертаційного дослідження визначається потребою у створенні нових математичних моделей безсерверних систем, які враховують гетерогенність джерел подій, нестаціонарність вхідних потоків та стохастичну залежність часу обробки від конфігурації ресурсів. Розробка таких моделей на основі теорії неоднорідних систем масового обслуговування та відповідних алгоритмів проактивного масштабування має пряме практичне значення для підвищення продуктивності, зниження операційних витрат та забезпечення дотримання вимог якості обслуговування у безсерверних хмарних середовищах.

Мета і завдання дисертаційного дослідження. Метою дослідження є розробка підходів оптимізації безсерверних обчислень у хмарних середовищах, що забезпечують підвищення продуктивності, зниження витрат і мінімізацію холодних стартів шляхом побудови інформаційної технології на основі теорії масового обслуговування для прогнозування навантаження та проактивного масштабування обчислювальних ресурсів.

Об'єкт дослідження. Процеси розподіленої обробки даних у хмарних середовищах з використанням безсерверних технологій та систем керування чергами повідомлень.

Предмет дослідження. Методи та моделі оптимізації безсерверних обчислень у хмарних середовищах на основі теорії систем масового обслуговування неоднорідної структури.

Методи дослідження. У дисертації застосовано методи теорії черг для побудови математичних моделей безсерверних обчислювальних систем, аналізу процесів надходження та обробки завдань, дослідження умов стабільності системи та оцінки основних параметрів продуктивності; методи теорії випадкових процесів та стохастичного аналізу для дослідження граничних еволюцій процесу довжини черги у схемах усереднення та дифузійної апроксимації; методи математичної статистики для оцінки параметрів моделей на основі метрик хмарних сервісів (AWS CloudWatch, Amazon SQS); методи оптимізації для визначення оптимальної конфігурації обчислювальних ресурсів неоднорідної безсерверної системи зі змішаними режимами роботи; методи порівняльного аналізу для дослідження архітектурних підходів до побудови безсерверних систем, способів комунікації між компонентами та визначення критеріїв вибору архітектурних рішень; хмарні технології для створення та тестування прототипів безсерверного додатку з використанням прогнозного та традиційного автоматичного масштабування обчислювальних ресурсів.

Дисертаційне дослідження виконано відповідно до планів науково-дослідницьких робіт:

- кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича за держбюджетною тематикою: «Дослідження, моделювання та розробка програмного забезпечення складних динамічних систем» (Державний реєстраційний номер 0121U109232);
- кафедри математичних проблем управління і кібернетики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича за держбюджетною тематикою: «Інформаційні технології в аспекті сучасних задач прийняття рішень» (Державний реєстраційний номер 0121U109159).

2. Формулювання наукового завдання, нове розв'язання якого отримано в дисертації.

Наукові завдання, які ставилися перед дисертантом, полягають у наступному:

- провести аналіз сучасних підходів до реалізації, масштабування та оцінки ефективності безсерверних обчислень, визначити їх переваги та обмеження;

- побудувати математичну модель безсерверної обчислювальної системи як неоднорідної системи масового обслуговування зі змішаними режимами роботи, що враховує гетерогенність джерел подій та стохастичну природу процесів надходження та обробки завдань;

- розробити модель суміші потоків завдань у безсерверних обчисленнях, що формується як поєднання незалежних неоднорідних пуассонівських процесів надходження подій, та дослідити її відмінності від класичного Markov-Modulated Poisson Process (MMPP);

- дослідити граничні еволюції процесу довжини черги безсерверної системи у схемі усереднення та схемі дифузійної апроксимації з використанням апарату напівмарковських випадкових еволюцій, встановивши детерміновану траєкторію середнього навантаження та стохастичні відхилення від неї;

- встановити умови обмеженості черги та розробити алгоритм параметричної оцінки та оптимізації конфігурації безсерверної системи на

основі аналітичних оцінок теорії масового обслуговування;

– розробити архітектуру фреймворку для розподіленої обробки даних з використанням безсерверної архітектури та модулем прогнозного автоматичного масштабування;

– реалізувати інформаційну технологію для розподіленої обробки даних з використанням безсерверних обчислень та проактивним автоматичним масштабуванням обчислювальних ресурсів;

– провести експериментальну апробацію розроблених моделей та інформаційної технології у хмарному середовищі AWS.

3. Наукові положення, розроблені особисто дисертантом, та їх новизна:

- проведено систематичний аналіз сучасних підходів до реалізації, масштабування та оцінки ефективності безсерверних обчислень, досліджено архітектурні шаблони подієво-орієнтованих систем та критерії вибору архітектурних рішень, встановлено, що існуючі аналітичні моделі безсерверних платформ використовують стаціонарні моделі черг з однорідним вхідним потоком, що не враховує гетерогенність джерел подій та нестационарність навантаження, характерні для реальних безсерверних систем;
- побудовано математичну модель безсерверної обчислювальної системи як неоднорідної системи масового обслуговування зі змішаними режимами роботи, що, на відміну від відомих моделей, враховує гетерогенність джерел подій та стохастичну природу процесів надходження та обробки завдань, описуючи вхідний процес як суміш незалежних потоків від різних джерел із власними статистичними характеристиками;
- розроблено модель суміші потоків завдань у безсерверних обчисленнях, що формується як поєднання k незалежних неоднорідних вхідних зважених пуассонівських процесів, та доведено, що дисперсія запропонованої моделі задовольняє нерівність $Var(N(t)) \leq Var(\tilde{N}(t))$ відносно класичного Markov-Modulated Poisson Process, що забезпечує

- більш точні оцінки довжини черги та ймовірності переповнення системи;
- доведено граничні еволюції для процесу довжини черги побудованої моделі у схемі усереднення та схемі дифузійної апроксимації з використанням апарату напівмарковських випадкових еволюцій, де схема усереднення визначає детерміновану траєкторію середнього навантаження, а схема дифузійної апроксимації описує випадкові відхилення від неї через стохастичне диференціальне рівняння Іто, та встановлено необхідну і достатню умову обмеженості черги для неоднорідної СМО;
 - удосконалено алгоритм параметричної оцінки та оптимізації конфігурації безсерверної системи, який, на відміну від існуючих підходів на основі машинного навчання, використовує аналітичні оцінки теорії масового обслуговування;
 - розроблено метод оцінки параметрів суміші вхідного процесу на основі EM-алгоритму з використанням метрик хмарної платформи AWS та досліджено два протоколи розподілу завдань між серверами різної потужності;
 - розроблено архітектуру фреймворку для розподіленої обробки даних з використанням безсерверних технологій, що, на відміну від існуючих рішень із реактивним масштабуванням, включає модуль прогнозного автоматичного масштабування на основі аналітичної моделі та забезпечує слабку зв'язність компонентів, їх незалежне масштабування та швидке відновлення після збоїв;
 - реалізовано інформаційну технологію для розподіленої обробки даних з використанням безсерверних обчислень та проактивним автоматичним масштабуванням обчислювальних ресурсів, що на реальних наборах даних забезпечила прискорення обробки на 25,8%, зростання пропускну здатності на 21,3% та зменшення холодних стартів до 3% порівняно з реактивним масштабуванням;
 - проведено експериментальну апробацію розроблених моделей та

інформаційної технології у хмарному середовищі AWS на основі трьох серій експериментів.

На всіх етапах досліджень нових задач і розробки нових методів дисертант брав активну участь. Ним здійснено ґрунтовний аналіз отриманих результатів та сформовано висновки до кожного розділу дисертації.

4. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються.

Достовірність наукових положень та висновків обґрунтовані тим, що для розробки програмного забезпечення використані сучасні методи та середовище розробки; програмне забезпечення протестоване стандартними методами тестування; отримані за допомогою розробленої інформаційної технології дані не суперечать загальноприйнятим міркуванням і принципам, а теоретичні положення, розроблені дисертантом із застосуванням добре апробованого апарату напівмарковських випадкових еволюцій, теорії Марковських ланцюгів та стохастичних диференціальних рівнянь Іто, перевірені імітаційним моделюванням методом Монте-Карло та узгоджуються з класичними результатами теорії систем масового обслуговування щодо дифузійних апроксимацій та асимптотичної поведінки черг.

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, переліку використаних джерел та трьох додатків. Дисертаційна робота є самостійною науковою працею, має теоретичне та прикладне значення. Усі висновки, рекомендації та положення, що характеризують наукову новизну дослідження, сформульовані особисто автором дисертації.

Публікації (дві статті у виданнях, що індексуються у наукометричній базі даних SCOPUS, дві статті у наукових фахових виданнях України, одна стаття, яка додатково відображає результати дисертації) у наукових журналах за темою дисертації висвітлюють проблематику та основні положення наукової роботи. Апробація основних наукових результатів відбулася у формі доповідей на 6 Міжнародних науково-практичних конференціях.

5. Рівень теоретичної підготовки здобувача та рівень його обізнаності з результатами наукових досліджень інших науковців.

Здобувач має високий рівень теоретичної та практичної підготовки в галузі інформаційних технологій, що дозволяє йому ефективно вирішувати комплексні наукові завдання. Здобувач продемонстрував високий рівень обізнаності з науковими досягненнями інших учених стосовно досліджень дисертаційної роботи, зокрема, із науковими досягненнями як у галузі безсерверних обчислень та хмарних архітектур, так і у галузі теорії систем масового обслуговування, напівмарковських процесів та стохастичного аналізу. Проведений аналіз наукових досягнень у цій сфері дозволив здобувачу значно розширити розуміння сучасних тенденцій та вдосконалити існуючі підходи для досягнення нових результатів.

Особистий внесок здобувача у розв'язанні конкретних наукових завдань також досить високий. Зокрема:

- дисертант брав участь в обговоренні постановки задачі, визначенні мети роботи, виборі методів досліджень та у підготовці матеріалів до публікації у наукових журналах, представленні на наукових конференціях із доповіддю отриманих результатів;
- розробив архітектуру фреймворку для розподіленої обробки даних та реалізував інформаційну технологію з модулем прогнозного автоматичного масштабування на хмарній платформі AWS;
- виконав повний комплекс експериментальних досліджень, включаючи три серії експериментів у хмарному середовищі AWS та імітаційне моделювання методом Монте-Карло, здійснив аналіз та статистичну верифікацію отриманих результатів;
- здійснив побудову математичної моделі безсерверної системи як неоднорідної СМО зі змішаними режимами роботи, провів доведення основних теоретичних тверджень дисертаційного дослідження;
- розробив модель суміші потоків завдань та аналітично довів її перевагу

над класичним Markov-Modulated Poisson Process, запропонував алгоритм параметричної оцінки та оптимізації конфігурації безсерверної системи на основі аналітичних формул теорії масового обслуговування.

6. Наукове та практичне значення роботи.

Важливе наукове значення дисертаційної роботи полягає в тому, що результати теоретичних досліджень, а саме розвитку теорії неоднорідних систем масового обслуговування зі змішаними режимами роботи, сформульовані та доведені леми і теореми щодо граничних еволюцій процесу довжини черги, умов обмеженості та властивостей рівноважної функції, можуть використовуватися для подальших досліджень у галузі оптимізації хмарних обчислювальних систем.

Практичне значення дисертаційної роботи полягає в тому, що розроблена інформаційна технологія для розподіленої обробки даних з проактивним автоматичним масштабуванням, архітектура фреймворку на основі безсерверних технологій, алгоритм параметричної оцінки та оптимізації конфігурації безсерверної системи та метод оцінки параметрів суміші вхідного процесу на основі EM-алгоритму можуть використовуватися для подальшого вдосконалення інтелектуальних систем автоматичного масштабування обчислювальних ресурсів у хмарних середовищах.

7. Використання результатів роботи.

Запропоновані дисертантом математичні моделі безсерверних обчислень на основі неоднорідних СМО, алгоритм параметричної оцінки конфігурації, розроблений фреймворк для розподіленої обробки даних та інформаційна технологія прогнозного автомасштабування використовуються у роботі компанії Finker Finance B.V. та ФОП Вербицької С.І. А результати теоретичних та практичних досліджень використовуються у навчальному процесі кафедри математичних проблем управління і кібернетики та кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

8. Повнота викладу матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок здобувача в публікації, виконані у співавторстві.

Особистий внесок здобувача в публікації такий, який вказаний у пункті 5 цього висновку.

Результати перевірки тексту дисертації з використанням антиплагіатної системи TURNITIN показав 4% схожості з джерелами з Інтернету. Робота відповідає принципам академічної доброчесності.

Основні положення і висновки дисертаційної роботи викладені у 4 наукових працях. Зокрема, дві з них індексована у наукометричній базі Scopus, дві наукові праці – у виданнях, що включені до переліку наукових фахових видань України (категорія Б). Кількість наукових праць, які додатково відображають наукові результати дисертації – 1. Матеріали дисертації доповідалися і опубліковані у 6 тезах доповідей на Міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях.

Результати дисертації повною мірою викладені в зазначених публікаціях.

Наукові праці, в яких опубліковані

основні наукові публікації дисертації:

Наукові праці у виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України та проіндексованих у наукометричній базі даних Scopus:

1. **Kyrychenko O.**, Ostapov S., Kyrychenko O. Design of a framework for serverless distributed data processing using queues. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. Vol.4, №9. P. 19–25. (Scopus, URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.335723> (Особистий внесок: Кириченко О. О. – теоретична та практична розробка положень, розробка фреймворку, проведення дослідження, написання; Остапов С. Е. – постановка задачі, визначення загальної схеми дослідження, обговорення результатів; Кириченко О. Л. – аналіз літературних джерел, візуалізація, обговорення результатів).

**Наукові праці у періодичних наукових виданнях,
проіндексованих у наукометричній базі даних Scopus:**

2. **Kyrychenko O. O.**, Ostapov S. E., Kyrychenko O. L. Optimization of SQS Configurations for Efficient Batch Data Processing. *WSEAS Transactions on Systems*. 2025. Vol. 24. P. 36–43. (Scopus) URL: <https://doi.org/10.37394/23202.2025.24.4> (Особистий внесок: Кириченко О. О. – проведення дослідження, розробка хмарного прототипу, огляд літератури, написання, редагування рукопису; Остапов С. Е. – постановка задачі, концептуалізація; Кириченко О. Л. – валідація результатів дослідження, аналіз літературних джерел, написання, редагування).

**Наукові праці у виданнях,
включених до переліку наукових фахових видань України:**

3. Кириченко О., **Кириченко О.** Кешування даних у додатках з використанням безсерверної архітектури. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*. 2024. №2. С. 42–49. URL: <https://doi.org/10.32782/IT/2024-2-6> (Особистий внесок: Кириченко О. О. – проведення дослідження, написання, редагування рукопису; Кириченко О. Л. – постановка задачі, керівництво дослідженням, рецензування та редагування).

4. Кириченко О. Л., **Кириченко О. О.** Використання AWS APPSYNC для комунікації вебдодатків у реальному часі. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського*. Серія : Технічні науки. 2024. 35(74), №4. С. 105–110. URL: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.4/16> (Особистий внесок: Кириченко О. О. – огляд літературних джерел, проведення дослідження, написання, редагування рукопису; Кириченко О. Л. – постановка задачі, визначення загальної схеми досліджень, обговорення результату).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Антонюк Д. В., **Кириченко О. О.** Пакетна обробка даних на безсерверній архітектурі. *Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки (ПІКТ–2023)* : праці XII праці Міжнар. наук.-практ. конф., м. Чернівці, 10–12 листопада 2023 р. Чернівці: Черн. нац. ун-т, 2023. С. 106–109. (Особистий

внесок: Кириченко О. О. – постановка задачі, методологія дослідження, проведення дослідження; Антонюк Д. В. – тестування, обговорення результатів, написання).

6. Кириченко О. Л., **Кириченко О. О.** Покращення швидкодії безсерверних додатків за допомогою кешування. *Problems of Science and Technology: the Search for Innovative Solutions* : Proceedings of the XXIII International scientific and practical conference, Munich, Germany, 15–17 May, 2024. International Scientific Unity, 2024. P. 65–67. (Особистий внесок: Кириченко О. О. – огляд літературних джерел, проведення досліджень, написання; Кириченко О. Л. – постановка задачі, редагування, рецензування).

7. **Kyrychenko O.**, Kyrychenko O. Real-time communication tools for web applications in a cloud environment. *The 13 th International Conference on Electronics, Communications and Computing's (IC ECCO)* : Materials of the Intern. Conf., Chisinau, Moldova, 17–18 October, 2024. P. 126–127. (Особистий внесок: Кириченко О. О. – огляд літературних джерел, написання, рецензування та редагування; Кириченко О. Л. – постановка задачі, рецензування).

8. **Кириченко О.О.**, Кириченко О. Л., Остапов С.Е. Аналіз продуктивності AWS SQS в умовах високих навантажень. *Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки (ПІКТ–2024)* : праці XIII Міжнар. наук.-практ. конф., м. Чернівці, 01–03 листопада 2024 р. Чернівці : Черн. нац. ун-т, 2024. С. 42–44. (Особистий внесок: Кириченко О. О. – проведення досліджень, аналіз та опис результатів; Кириченко О. Л. – рецензування, обговорення результатів; Остапов С. Е. – постановка задачі, обговорення результатів).

9. **Кириченко О.**, Остапов С., Кириченко О. Безсерверний фреймворк із прогнозним масштабуванням на основі DeerAR для розподілених обчислень. *Trends and Prospects for the Development of Science and Education* : Proceedings of the 2nd International Scientific Conference (Oxford, United Kingdom, 10 July 2025). Lulu Press, Inc., 2025. P. 159–162. (Особистий внесок: Кириченко О. О. – методологія дослідження, розробка програмного забезпечення, дослідження,

написання; Остапов С. Е. – постановка задачі, загальне керівництво; Кириченко О. Л. – тестування, обговорення результатів).

10. **Кириченко О.**, Малик І., Кириченко О. Оцінки довжини черги в неоднорідних системах масового обслуговування зі змінними режимами роботи. *Scientific Progress: Theories, Applications and Global Impact* : Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference (Braga, Portugal, March 2-4, 2026). European Open Science Space, 2026. P. 258–260. (Особистий внесок: Кириченко О. О – аналіз та опис результату, написання; Малик І. В. – концептуалізація дослідження, аналіз результатів; Кириченко О. Л. – обговорення результатів, рецензування).

Наукові праці, які додатково відображають

наукові результати дисертації:

11. **Kyrychenko O.**, Ostapov S., Kyrychenko O. L. Predictive autoscaling in AWS Serverless by means of machine learning and SQS metrics. *CEUR Workshop Proceedings* : 6th International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security (IntellITSIS 2025, April 4, 2025). 2025. Vol.-3963. P. 77–87. (**Scopus**) URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3963/> (Особистий внесок: Кириченко О. О. – проведення дослідження, тестування, написання; Остапов С. Е. – постановка задачі, концептуалізація; Кириченко О. Л. – обговорення результатів, рецензування).

9. Апробація матеріалів дисертації

Апробація матеріалів дисертації здійснювалася на таких конференціях та семінарах:

– XII Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки (ПІКТ – 2023)», 10-12 листопада 2023 року, Чернівці, Україна;

– XIII Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки (ПІКТ – 2024)», 01-03 листопада 2024 року, Чернівці, Україна;

- The XXIII International scientific and practical conference «Problems of Science and Technology: the Search for Innovative Solutions», 15-17 May 2024, Munich, Germany;
- The 13th International Conference on Electronics, Communications and Computing's (IC ECCO), 17-18 October 2024, Chisinau, Moldova);
- The 2nd International Scientific Conference «Trends and Prospects for the Development of Science and Education», 10 July 2025, Oxford, United Kingdom;
- The 6th International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security (IntelITSIS 2025), 4 April 2025, Khmelnytskyi, Ukraine;
- The 3rd International Scientific and Practical Conference «Scientific Progress: Theories, Applications and Global Impact», 2-4 March 2026, Braga, Portugal;
- наукові семінари кафедри математичних проблем управління і кібернетики та кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

10. Оцінка мови і стилю дисертації.

Дисертація написана чіткою мовою, відповідає критеріям науковості, забезпечуючи логічність, послідовність і об'єктивність викладення результатів дослідження. Зазначене свідчить про відповідність вимогам, що висуваються до праць такого рівня.

11. Відповідність змісту дисертації спеціальності з відповідної галузі знань, з якої вона подається до захисту.

Зміст дисертації відповідає чинним вимогам до оформлення дисертації, встановленим освітньо-науковою програмою «Інженерія програмного забезпечення» галузі знань 12 «Інформаційні технології», спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення.

12. Дотримання нормативних вимог щодо оформлення дисертації.

Нормативні вимоги щодо оформлення дисертації дотримані повністю.

13. Рекомендації дисертації до захисту.

Дисертаційна робота Кириченка Олександра Олексійовича «Оптимізація безсерверних обчислень у хмарних середовищах», подана на здобуття ступеня доктора філософії (PhD) у галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення, за її актуальністю, науково-технічним рівнем, новизною постановки та розв'язання проблем, практичним значенням отриманих результатів відповідає вимогам пунктів 6, 7, 8, 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 (зі змінами, внесеними згідно з Постановою Кабінету Міністрів України №507 від 03.05.2024 р.).

За результатами публічної презентації результатів дисертації та їх обговорення на засіданні кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича 14 квітня 2026 року дисертацію Кириченка Олександра Олексійовича рекомендовано до захисту в разовій спеціалізованій вчентій раді для здобуття ступеня доктора філософії (PhD) з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення.

Голова засідання

доктор філософії, доцент,
завідувач кафедри програмного
забезпечення комп'ютерних систем
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича

Катерина ГАЗДЮК

