

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001911

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 25-05-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кириченко Олександр Олексійович

2. Oleksandr O. Kyrychenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0001-6982-3342

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: ні

Шифр наукової спеціальності: 121

Назва наукової спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Дата захисту: 16-06-2026

Спеціальність за освітою: Інтелектуальні системи прийняття рішень

Місце роботи здобувача: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 13254

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 20.54.07

Тема дисертації:

1. Оптимізація безсерверних обчислень у хмарних середовищах
2. Optimization of serverless computing in cloud environments

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена оптимізації безсерверних обчислень у хмарних середовищах в умовах нерівномірного навантаження та неоднорідності вхідних потоків завдань. Сучасні підходи до автоматичного масштабування мають переважно реактивний характер, що призводить до проблем холодного старту та збільшення затримок. Методи машинного навчання потребують значних обсягів історичних даних і не забезпечують аналітичних гарантій якості обслуговування. У роботі розв'язується науково-прикладна задача розробки інформаційної технології оптимізації безсерверних обчислень на основі теорії систем масового обслуговування неоднорідної структури. Об'єктом дослідження є процеси розподіленої обробки даних у хмарних середовищах з використанням безсерверних технологій та систем керування чергами повідомлень. Предметом дослідження є методи та моделі оптимізації безсерверних обчислень на основі теорії систем масового обслуговування неоднорідної структури. 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. У роботі значно удосконалено математичну модель безсерверної обчислювальної системи на прикладі AWS Lambda як неоднорідної СМО зі змішаними режимами роботи, у якій вхідний процес визначається сумішшю незалежних неоднорідних пуассонівських процесів з різних джерел подій. Встановлено необхідну та достатню умову обмеженості черги. Вперше доведено граничні еволюції процесу довжини черги у схемах усереднення та дифузійної апроксимації з використанням апарату напівмарковських випадкових еволюцій. Схема усереднення визначає детерміновану траєкторію середнього навантаження, а дифузійна апроксимація описує випадкові відхилення через стохастичне диференціальне рівняння Іто, що є основою для прогнозування поведінки системи автомасштабування. Удосконалено алгоритм параметричної оцінки та оптимізації конфігурації безсерверної системи, який, на відміну від підходів на основі ML, використовує аналітичні оцінки теорії масового обслуговування і дозволяє отримати явні формули для оптимальних параметрів без потреби у великих наборах даних. Розроблено архітектуру фреймворку для розподіленої обробки даних на платформі AWS, особливістю якої є використання системи черг повідомлень, слабка зв'язність елементів, незалежне масштабування та оптимізація використання ресурсів. Розроблено та реалізовано інформаційну технологію з проактивним автомасштабуванням, що є основою створеного програмного забезпечення. Практичне значення отриманих результатів полягає у реалізації інформаційної технології та програмного забезпечення для прогнозування навантаження і проактивного масштабування ресурсів. Експериментальна апробація на реальних даних продемонструвала, що аналітична модель забезпечила прискорення обробки на 25,8%, зростання пропускну здатності на 21,3% та зменшення холодних стартів до 3% порівняно з реактивним масштабуванням. Аналітична модель перевищує алгоритм на основі машинного навчання за основними показниками продуктивності та забезпечує гарантії якості обслуговування без потреби у великих обсягах історичних даних. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та чотирьох додатків. У першому розділі викладено теоретичні основи безсерверних обчислень та визначено відкриті проблеми. У другому розділі розроблено архітектуру фреймворку на основі системи черг повідомлень. У третьому розділі побудовано математичну модель неоднорідної СМО, доведено граничні теореми та запропоновано аналітичний алгоритм оптимізації конфігурації. У четвертому розділі здійснено експериментальну верифікацію на платформі AWS у трьох серіях експериментів – з ML-моделлю DeepAR, аналітичною моделлю та імітаційним моделюванням методом Монте-Карло. Запропонована інформаційна технологія використовується у роботі компанії Finker Finance B.V. та ФОП Вербицької С.І. Результати досліджень також використовуються у навчальному процесі Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Ключові слова: інформаційна технологія, хмарна платформа, оптимізація, модель, алгоритм, машинне навчання, нейронні мережі, штучний інтелект, система черг, інтелектуальна система, інтелектуальний аналіз даних, Марковські та напівмарковські ланцюги, прогнозування, набір даних, програмне забезпечення.

2. This dissertation addresses the optimization of serverless computing in cloud environments under conditions of uneven workloads and heterogeneous incoming task streams. Existing approaches to automatic resource scaling are predominantly reactive, leading to cold-start problems and increased latency. Machine learning methods require large volumes of historical data and do not provide analytical guarantees of quality of service. The dissertation addresses the scientific and applied problem of developing an information technology for serverless computing optimization based on the theory of heterogeneous queueing systems. The object of the study is the processes of distributed data processing in cloud environments using serverless technologies and message queue management systems. The subject of the study is the methods and models for optimizing serverless computing in cloud environments using the theory of heterogeneous queueing systems. The study aims to develop approaches to optimizing serverless computing in cloud environments that improve performance, reduce costs, and minimize cold starts by creating an information technology based on queueing theory for workload prediction and proactive scaling of computing resources. The dissertation has significantly further developed and improved the

mathematical model of a serverless computing system, using AWS Lambda as an example, by representing it as a heterogeneous queueing system with mixed operating modes, in which the input process is defined as a mixture of independent non-homogeneous Poisson processes generated by different event sources. A necessary and sufficient condition for the boundedness of the queue is established. For the first time, limiting results for the queue-length process are obtained under both the averaging and diffusion approximation schemes, using the framework of semi-Markov random evolutions. The averaging scheme defines the deterministic trajectory of the mean workload, whereas the diffusion approximation describes random deviations from this trajectory through an Itô stochastic differential equation, providing the foundation for predicting the behavior of the autoscaling system. The algorithm for parametric estimation and configuration optimization of a serverless system has been improved. Unlike ML-based approaches, the proposed algorithm uses analytical estimates derived from queueing theory and yields explicit formulas for optimal parameters without the need for large datasets. An architectural framework for distributed data processing on the AWS cloud platform has been developed, whose distinctive feature is the use of a message queue system, loose coupling of components, independent scaling, and efficient use of computing resources. An information technology with proactive autoscaling has been developed and implemented, forming the basis of the software created in this research. The practical significance of the results lies in the implementation of the information technology and software for workload prediction and proactive resource scaling. Experimental validation on real-world data showed that the analytical model achieved a 25.8% increase in data processing speed, a 21.3% increase in throughput, and a reduction in cold starts to 3% compared with reactive scaling. The analytical model outperforms the machine-learning-based approach in the main performance indicators while providing quality-of-service guarantees without requiring large historical datasets. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and four appendices. The first chapter presents the theoretical foundations of serverless computing and identifies open problems. The second chapter develops the framework architecture based on a message queue system. The third chapter constructs the mathematical model of a heterogeneous queueing system, proves the limiting theorems, and proposes an analytical algorithm for configuration optimization. The fourth chapter presents experimental verification on the AWS platform in three series of experiments – with the DeepAR ML model, the analytical model, and Monte Carlo simulation. The proposed information technology is used by Finker Finance B.V. and Individual Entrepreneur S.I. Verbytska. The research results are also used in the educational process of Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University. Keywords: information technology, cloud platform, optimization, model, algorithm, machine learning, neural networks, artificial intelligence, queueing system, intelligent system, data mining, Markov and semi-Markov chains, forecasting, dataset, software.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- 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)
- 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)
- 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.
- 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 :

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0121U109232, 0121U109159

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Остапов Сергій Едуардович

2. Serhii E. Ostapov

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4139-4152

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602744324>

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Цюцюра Микола Ігорович

2. Mykola I. Tsiutsiura

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4713-7568

Додаткова інформація: ;<https://scholar.google.com/citations?user=o-VsWrQAAAAJ&hl=uk>

Повне найменування юридичної особи: Державний торговельно-економічний університет

Код за ЄДРПОУ: 44470624

Місцезнаходження: вул. Кіото, Київ, 02156, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Касаткін Дмитро Юрійович

2. Dmytro Y. Kasatkin

Кваліфікація: к. пед. н., доц., 13.00.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2642-8908

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет біоресурсів і природокористування України

Код за ЄДРПОУ: 00493706

Місцезнаходження: вул. Героїв Оборони, Київ, 03041, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Баловсяк Сергій Васильович

2. Sergiy V. Balovsyak

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3253-9006

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Газдюк Катерина Петрівна

2. Kateryna P. Hazdiuk

Кваліфікація: д.філософ, доцент, 121

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7568-4422

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Ушенко Юрій Олександрович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Ушенко Юрій Олександрович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Кириченко Олександр Олексійович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна