

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U004959

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 31-08-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ від 30.09.2026 № 1369/ст



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чижов Олександр Вікторович

2. Oleksandr Chyzhov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 122

Назва наукової спеціальності: Комп'ютерні науки

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Комп'ютерні науки

Дата захисту: 14-09-2026

Спеціальність за освітою: 7.092501 - Автоматизоване управління технологічними процесами

Місце роботи здобувача: Національний університет «Київський авіаційний інститут»

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, Київ, 03058, 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 16767

Повне найменування юридичної особи: Національний університет «Київський авіаційний інститут»

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, Київ, 03058, 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: Національний університет «Київський авіаційний інститут»

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 50.37.23, 50.39.17, 50.39.19, 50.41.23

Тема дисертації:

1. Інформаційна технологія оптимізації використання обчислювальних ресурсів у хмарних кластерах для динамічного хостингу веб-сервісів
2. Information technology for computing resource optimization in cloud clusters for dynamic hosting of web services

Реферат/анотація:

1. У роботі розв'язано актуальне науково-прикладне завдання підвищення ефективності використання обчислювальних ресурсів у середовищі масового багатодоменого вебхостингу. Об'єктом дослідження є процеси планування, динамічного розподілу та адаптивного керування ресурсами у хмарних системах масового обслуговування вебсервісів. Мета роботи полягає у створенні інформаційної технології, яка дає визначати мінімально достатню ємність кластера, адаптувати її до змін навантаження та підтримувати вимоги SLA. Увагу приділено прикладному захисту без збільшення затримки оброблення легітимних запитів. Методологічну основу дослідження становлять теорія масового обслуговування, втратні моделі Ерланга, теорія ймовірностей, статистичний аналіз, математичне та імітаційне моделювання. Для стійкого обчислення ймовірності блокування застосовано чисельну рекурентну процедуру. Архітектурні рішення обґрунтовано методами системного аналізу та програмної інженерії. Експериментальну перевірку

проведено на програмному стенді. Прототип реалізовано мовою Rust із використанням Redis, RabbitMQ, ClickHouse, k6 і Python. Розроблено математичну модель адаптивного керування ємністю хмарного кластера. Інфраструктуру в ній подано як спільний пул ресурсів, а оперативну пам'ять визначено як критично обмежувальний ресурс. Модель пов'язує інтенсивність вхідного потоку, середній час обслуговування, допустиму конкурентність і ймовірність блокування. Вимоги SLA формалізовано через цільову ймовірність відмови в обслуговуванні за формулою Ерланга В. Це дає змогу перейти від евристичного резервування потужності до розрахунку мінімально достатньої конфігурації кластера. Удосконалено метод визначення потрібної кількості обчислювальних вузлів і керування масштабуванням. Він поєднує рекурентне обчислення ймовірності блокування, ітеративний добір ємності, прогнозування навантаження, пороговий і часовий гістерезис. Такий підхід відрізняє короткі сплески від стійкої зміни навантаження. Це зменшує кількість зайвих операцій масштабування та ризик автоколивань. Розроблено математичну модель асинхронного контуру прикладного захисту. Вона описує відкладений аналіз копій HTTP/HTTPS-запитів поза критичним шляхом їх обслуговування. Контур подано як багатоканальну систему з обмеженою чергою, затримкою верифікації та умовою своєчасного застосування рішення. Підхід дає змогу асинхронно інтегрувати ресурсоемний аналіз і не переносити його витрати на кожний легітимний запит. Набув подальшого розвитку метод оцінювання ресурсної ефективності консолідації. Він ґрунтується на інтегральному порівнянні витрат ресурсу в часі для статичної архітектури спільного хостингу та адаптивного хмарного кластера. На основі розроблених моделей обґрунтовано архітектуру без збереження стану на обчислювальних вузлах. Дані винесено до окремого шару, а функції термінування TLS, маршрутизації, збирання телеметрії, застосування правил доступу та формування сигналів масштабування зосереджено в централізованій керованій точці входу. Для перевірки результатів проведено натурні експерименти. Балансувальник стабільно обслуговував 10 000 доменів за навантаження 4400 запитів за секунду протягом години. Повне гаряче оновлення 10 000 TLS-сертифікатів виконувалося кожні п'ять хвилин без втрати запитів і помилок. У тижневому експерименті для 9738 сайтів адаптивний кластер забезпечив такий самий цільовий рівень обслуговування, як статична схема, але зменшив інтегральні витрати оперативної пам'яті на 33,6 %. У дослідженому сценарії атаки типу HTTP flood асинхронний контур захисту скоротив час стабілізації кластера у 5,5–6,3 раза, а втрати легітимних запитів у 4,7–5,0 раза. Наукова новизна полягає у розробленні моделей адаптивного керування ємністю та асинхронного прикладного захисту, удосконаленні методу конфігурації і масштабування, а також розвитку оцінювання ефективності консолідації. Практичне значення роботи полягає у можливості застосування розроблених моделей, алгоритмів і програмних компонентів для планування ємності, автоматичного масштабування, оцінювання ефекту консолідації та інтеграції прикладного захисту без уповільнення основного тракту. Результати впроваджено в ТОВ «АксонСофт» під час аудиту ефективності використання серверного парку. Їх також використано в освітньому процесі Національного університету «Київський авіаційний інститут». Галузь використання: хмарні обчислення, масовий вебхостинг, багатодоменні вебплатформи, балансування навантаження, автоматичне масштабування та прикладний захист вебсервісів.

2. The dissertation addresses the applied scientific problem of improving computing resource efficiency in large-scale multi-domain web hosting. The research object is the planning, dynamic allocation, and adaptive management of resources in cloud systems for web services. The aim is to develop an information technology that determines the minimum sufficient cluster capacity, adapts it to workload changes, and maintains SLA requirements. Attention is paid to application-layer protection without increasing the processing delay of legitimate requests. The research methodology combines queueing theory, Erlang loss models, probability theory, statistical analysis, mathematical modeling, and simulation. A numerical recursive procedure is used for stable calculation of blocking probability. System analysis and software engineering methods are used to justify the architecture. Verification was conducted on a software testbed. The prototype was implemented in Rust with Redis, RabbitMQ, ClickHouse, k6, and Python. A mathematical model of adaptive cloud-cluster capacity management was developed. The infrastructure is represented as a shared resource pool, while RAM is treated as the critical limiting resource. The model relates input traffic intensity, mean service time, allowed concurrency,

and blocking probability. SLA requirements are formalized through a target service-blocking probability calculated with the Erlang B formula. This makes it possible to replace heuristic resource reservation with analytical calculation of the minimum sufficient cluster configuration. The method for determining the required number of computing nodes and controlling scaling was improved. It combines recursive blocking-probability calculation, iterative capacity selection, workload prediction, and threshold and time hysteresis. This approach distinguishes short random spikes from stable workload changes. It reduces unnecessary scaling operations and the risk of control-loop oscillations. A mathematical model of an asynchronous application-layer protection loop was developed. It describes delayed analysis of copies of HTTP/HTTPS requests outside the critical request-processing path. The loop is represented as a multi-server system with a finite queue, verification delay, and a condition for timely application of the decision. The approach enables asynchronous integration of resource-intensive analysis without adding its cost to every legitimate request. The method for evaluating consolidation resource efficiency was further developed. It is based on an integral comparison of resource consumption over time for a static shared-hosting architecture and an adaptive cloud cluster. Based on the developed models, a stateless computing-node architecture was justified. Data storage is separated into a dedicated layer. TLS termination, request routing, telemetry collection, access-rule enforcement, and scaling control signals are concentrated at a centralized managed entry point. Full-scale experiments were conducted to verify the results. The load balancer stably served 10,000 domains at 4,400 requests per second for one hour. A complete hot update of 10,000 TLS certificates was performed every five minutes without request loss or errors. In a one-week experiment for 9,738 websites, the adaptive cluster provided almost the same service level as the static architecture while reducing integral RAM consumption by 33.6%. In the studied HTTP flood scenario, the asynchronous protection loop reduced cluster stabilization time by a factor of 5.5–6.3 and legitimate request loss by a factor of 4.7–5.0. The scientific novelty includes the developed models of adaptive capacity management and asynchronous application-layer protection, the improved cluster configuration and scaling method, and the further development of consolidation-efficiency evaluation. The practical value lies in applying the developed models, algorithms, and software components to capacity planning, automatic scaling, consolidation assessment, and application-layer protection without slowing down the main request path. The results were implemented at AxonSoft LLC during an audit of server infrastructure efficiency. They were also used in the educational process at the National University “Kyiv Aviation Institute.” Fields of application: cloud computing, large-scale web hosting, multi-domain web platforms, load balancing, automatic scaling, and application-layer protection of web services.

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: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Chizhov A., Fesenko A. Intelligent load balancing management in cloud web hosting: Evaluation criteria and methodology. Problems of Informatization and Management. 2025. No. 3(83). P. 138–147. DOI: 10.18372/2073-4751.83.20551
- 2. Чижов О., Фесенко А. Метод планування потужностей для консолідації ресурсів у масовому хмарному веб-хостингу. Проблеми інформатизації та управління. 2025. Т. 83, № 4. С. 151–161. DOI: 10.18372/2073-4751.84.20905.
- 3. Chizhov A., Fesenko A. Web hosting companies' client solutions: A study of a strategic standpoint [Special issue]. Corporate & Business Strategy Review. 2025. Vol. 6, No. 1. P. 421–429. DOI: 10.22495/cbsrv6i1siart18 [Scopus Q3].

- 4. Chizhov A., Fesenko A., Ziuziun V., Basshykyzy D. Cloud shared hosting DDoS resistance and potential ways of protection. CEUR Workshop Proceedings. 2024. Vol. 3925. P. 13–23. [Scopus].
- 5. Чижов О., Фесенко А., Пустосвіт М., Німченко Т. Методи оптимізації розподілу навантаження на обчислювальний ресурс інфраструктури хмарного сервісу. Захист інформації. 2023. Т. 25, № 4. С. 207–213. DOI: 10.18372/2410-7840.25.18226.
- 6. Спосіб захисту вебдодатків на основі асинхронного аналізу запитів: пат. 160974 U Україна : H04W 12/08 , G06F 21/00 , G06F 12/14 / Дуднік А. С., Фесенко А. О., Чижов О. В.; заявник і патентовласник ПрАТ “ВНЗ”МАУП”. № u 2025 02265; заявл. 13.05.2025; опубл. 22.10.2025, Бюл. № 43. 4 с.
- 7. Чижов О., Фесенко А. Застосування моделі Маркова при діагностиці інфраструктури хмарного сервісу. Проблеми кібербезпеки інформаційно-телекомунікаційних систем : збірник матеріалів доповідей та тез (м. Київ, 27 квіт. 2023 р.). Київ : Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2023. С. 157–158.
- 8. Чижов О., Фесенко А. Застосування змішаної моделі Гауса при діагностиці інфраструктури хмарного сервісу. Прикладні системи та технології в інформаційному суспільстві : збірник тез доповідей і наукових повідомлень учасників VII Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 29 верес. 2023 р.). За заг. ред. В. Плескач, В. Зосімов, О. Булгакова. Київ : Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2023. С. 276–279.
- 9. Чижов О., Фесенко А. SaaS cloud shared hosting як сучасне рішення для малого бізнесу, щоб бути онлайн. Інформаційна безпека та комп'ютерні технології : тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції до 30-річчя кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення (м. Кропивницький, 1 листоп. 2023 р.). М-во освіти і науки України, Центральноукраїнський національний технічний університет, каф. кібербезпеки та програмного забезпечення. Кропивницький : ЦНТУ, 2023. С. 109
- 10. Chizhov A. Cloud Migration Failures: Root Causes and Practical Remediation Framework. A. Chizhov, A. Fesenko. AVIA-2025: матеріали XXV Міжнародної науково-технічної конференції (Київ, 23–24 травня 2025 р.). Київ: KAI, 2025. – Секція 16. С. 16.
- 11. Чижов О. В., Фесенко А. О. Методологія експериментальної перевірки балансувальників HTTPS у кластерних вебхостингових середовищах. Міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні технології лінгвістичного аналізу» : тези доповідей (Київ, 22–23 жовтня 2025 р.). – Київ: KAI, 2025. – С. 96–97. – DOI: 10.18372/kai.2025.b04/itla

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; програмні продукти, програмно-технологічна документація; аналітичні матеріали

Соціально-економічна спрямованість: економія енергоресурсів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Фесенко Андрій Олексійович

2. Andrii O. Fesenko

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.21

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5154-5324

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет «Київський авіаційний інститут»

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, Київ, 03058, 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. Смірнова Тетяна Віталіївна

2. Tetiana V. Smirnova

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6896-0612

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Центральнотехнічний національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 02070950

Місцезнаходження: просп. Університетський, Кропивницький, Кропивницький р-н., 25006, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Євдокименко Марина Олександрівна

2. Maryna Yevdokymenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.12.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7391-3068

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Одарченко Роман Сергійович
2. Roman S. Odarchenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.12.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7130-1375

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет «Київський авіаційний інститут»

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ільєнко Сергій Сергійович
2. Sergii Ilyenko

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.22.20

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0437-0995

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет «Київський авіаційний інститут»

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Гнатюк Сергій Олександрович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Гнатюк Сергій Олександрович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Реєстратор

Довженко Олена Андріївна

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна