

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

Національного технічного

університету України

“Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського”

к.т.н., доц.

Тетяна ЖЕЛЯСКОВА



“ 6 ” 06 2025 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 15 від 14 травня 2025 р. розширеного засідання
кафедри інформаційних технологій в телекомунікаціях
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри інформаційних технологій в телекомунікаціях, доцент кафедри к.т.н., доц. Ільницький А.І., завідувач кафедри ІТТ д.т.н., проф. Скулиш М.А., професор кафедри д.т.н., проф. Глоба Л.С, ст. викладач Педан С.І., професор кафедри д.т.н., проф. Могилевич Д.І., професор кафедри д.т.н., доц. Недашківський Н.Н., професор кафедри д.т.н., проф. Федін С.С., в.о. директора НН ІТС доцент кафедри к.т.н. доц. Правило В.В., доцент кафедри к.т.н., доц. Астраханцев А.А., доцент кафедри к.т.н., доц. Суліма С.В., доцент кафедри к.т.н., доц. Алексєєв М.О., доцент кафедри к.т.н., доц. Кононова І.В., доцент кафедри к.т.н., доц. Цуканов О.Ф., доцент кафедри к.т.н., доц. Новогрудська Р.Л., старший викладач кафедри к.т.н. Педан С.І., старший викладач кафедри Курдеча В.В., асистент кафедри Захарчук Л.В., аспірант кафедри Ушаков С.М., аспірант кафедри Тихонов М., аспірант кафедри Міхненко Я.О., аспірант кафедри Ляшенко А.В., аспірант кафедри Леляк А.В., завідувач лабораторії Калайда Г.С., фахівець 2 кат. Виноградова Н.А.

- з кафедри телекомунікацій завідувач кафедри д.т.н., проф. Кравчук С.О., професор кафедри д.т.н., проф. Романов О.І., професор кафедри д.т.н., проф. Лисенко О.І., доцент кафедри к.т.н., Авдєєнко Г.Л.

- з інших кафедр КПІ ім. Ігоря Сікорського: професор кафедри електронних комунікацій та інтернету речей д.т.н., проф. Уривський Л.О., завідувач кафедри інформаційних систем та технологій д.т.н., проф. Ролік О.І., доцент кафедри інформаційної безпеки к.т.н., доц., Барановський О.М.; академік НАН України, д.т.н., професор Ільченко М.Ю.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри інформаційних технологій в телекомунікаціях Карташова Антона Димитровича за матеріалами дисертаційної роботи “Підхід щодо організації розподіленого зберігання та доступу до cloud даних”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань в галузі знань 17 — Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 — Телекомунікації та радіотехніка, освітньо-наукова програма “Телекомунікації та радіотехніка”.

Тему дисертаційної роботи “Підхід щодо організації розподіленого зберігання та доступу до cloud даних ” затверджено на засіданні Вченої ради навчально-наукового інституту телекомунікаційних систем (протокол № 10 від “22” листопада 2021 року) та перезатверджено на засіданні Вченої ради навчально-наукового інституту телекомунікаційних систем (протокол № 11 від “23” грудня 2024 року).

Науковим керівником затверджена д.т.н., професор Глоба Лариса Сергіївна.

2. Запитання до здобувача.

Запитання на тему дисертації ставили:

к.т.н., доц. Ільницький А.І., д.т.н., проф. Глоба Л.С., д.т.н., проф. Романов О.І., д.т.н., проф. Ролік О.І., д.т.н., проф. Лисенко О.І., д.т.н., проф. Уривський Л.О., проф. Скулиш М.А.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: к.т.н., доц. Ільницький А.І., д.т.н., проф. Скулиш М.А., д.т.н., проф. Ролік О.І., д.т.н., проф. Глоба Л.С., д.т.н., проф. Лисенко О.І., д.т.н., проф. Уривський Л.О.

УХВАЛИЛИ:

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

1. Актуальність теми дослідження

Проблематика оптимізації мультимарних середовищ активно досліджується науковою спільнотою протягом останнього десятиліття. Значний внесок у розвиток теоретичних засад зробили роботи, присвячені моделюванню розподілених сховищ даних та розробці критеріїв їх оцінювання. Проте аналіз існуючих досліджень виявив суттєві прогалини у вирішенні задачі оптимального вибору постачальників хмарних послуг, серед яких такі, що більшість запропонованих методів базується на статичних моделях, які не враховують динамічну природу хмарного середовища та постійні зміни характеристик сервісів; наявні рішення здебільшого розглядають обмежений набір параметрів оптимізації, не враховуючи комплексний характер взаємодії між різними факторами продуктивності та вартості; відсутні ефективні механізми автоматичної адаптації до змін у конфігурації мультимарного середовища та вимог користувачів; існуючі підходи не забезпечують належного балансу між взаємопов'язаними цілями оптимізації, такими як продуктивність, надійність та економічна ефективність.

Зазначені обмеження суттєво знижують ефективність існуючих рішень в умовах реальної експлуатації розподілених систем зберігання даних. Це обумовлює необхідність розробки нового підходу, який дозволив би користувачам хмарних послуг приймати рішення з урахуванням стану мультимарного середовища в режимі реального часу.

Таким чином, розробка комплексного підходу щодо оптимізації розподіленого зберігання та доступу до Cloud даних, здатного враховувати динамічну природу мультимарного середовища та множину критеріїв оптимізації, є актуальним науковим завданням, вирішення якого дозволить подолати обмеження існуючих підходів та підвищити ефективність розподіленого зберігання даних.

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

Робота виконувалась відповідно до планів наукових досліджень кафедри інформаційних технологій в телекомунікаціях Навчально-наукового інституту телекомунікаційних систем, в рамках:

- держбюджетної теми: 2218п «Гетерогенна мережа збору, передачі та обробки інформації для системи розподіленої генерації MicroGrid» (номер державної реєстрації 0119U001184);
- держбюджетної теми: 2313п «Побудова інформаційно-аналітичної платформи для супроводження функціонування кіберфізичних систем» (номер державної реєстрації 0120U102298);

- міжнародного проекту “IDEA-East-Hub: International Innovation Hub for Data Science and renewable Energy”, DAAD Program - HAW.International Modul за співпрацею НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» та Анхальтським університетом прикладних наук Кьотен, Німеччина (номер договору 57603761).

3. Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у вирішенні важливого наукового завдання розробки підходу щодо розподіленого зберігання та доступу до даних з динамічно-змінюваними умовами зберігання у мультихмарному середовищі та реалізації практичних методів на його основі. Основні наукові результати, що визначають новизну роботи:

- 1) Запропоновано онтологічну модель розподілу і зберігання даних, що формалізує та систематизує складні взаємозв'язки між показниками ефективності та змінними факторами, які впливають на процес розподілу і зберігання даних в залежності від пріоритетів користувачів та статистичних показників ефективності надання послуг хмарними провайдерами, що дозволяє оптимізувати витрати та значно прискорити процес вибору хмарного провайдера завдяки чіткому розумінню причинно-наслідкових зв'язків між параметрами системи.
- 2) Удосконалено математичну модель системи з динамічно-змінюваними умовами зберігання даних в мультихмарних середовищах шляхом інтеграції статичних та динамічних критеріїв, яка надає можливість автоматизованого врахування змін параметрів середовища в режимі реального часу, що забезпечує більш ефективний процес збереження даних та доступу до них в мультихмарному середовищі.
- 3) Запропоновано метод інтеграції алгоритмів навчання з підкріплення та багатоцільових еволюційних алгоритмів для оптимізації процесу розподіленого зберігання даних, який на відміну від існуючих, автоматизує й оптимізує процес вибору провайдера та підвищує ефективність прийняття рішень у мультихмарному середовищі з динамічно-змінюваними умовами зберігання даних.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження

Теоретичне значення результатів

1. Аналіз специфікацій та рекомендацій Міжнародного союзу електрозв'язку (ITU), Європейського інституту телекомунікаційних стандартів (ETSI) та Національного інституту стандартів і технологій США (NIST) дозволив визначити основні вимоги до систем розподіленого зберігання даних у мультихмарному середовищі.

2. Аналіз стандартів ISO/IEC 27017, ISO/IEC 27018 та CSA STAR дозволив виділити ключові показники ефективності процесу зберігання даних: надійність зберігання, швидкість доступу, вартість зберігання, рівень безпеки та відповідність регуляторним вимогам.
3. На основі цих показників та літературного огляду сформульовано комплексний набір критеріїв зберігання даних у мультихмарному середовищі, який забезпечує більш об'єктивну оцінку систем зберігання даних хмарних провайдерів за рахунок розширення системи критеріїв та встановлення їх взаємозалежностей.
4. Набув подальшого розвитку підхід щодо формалізації процесу розподілу і зберігання даних шляхом побудови оригінальної онтологічної моделі процесу, яка формалізує та систематизує складні взаємозв'язки між показниками ефективності та змінними факторами, що впливають на процес розподілу і зберігання даних в залежності від пріоритетів користувачів та статистичних показників ефективності надання послуг хмарними провайдерами.
5. Удосконалено математичну модель системи зберігання даних в мультихмарних середовищах, яка відрізняється від відомих тим, що враховує динамічно-змінювані умови зберігання даних за рахунок інтеграції статичних та динамічних критеріїв, надає можливість автоматизованого врахування змін параметрів середовища в режимі реального часу.
6. Запропоновано підхід, який базується на удосконаленій математичній моделі, застосовує поєднання алгоритмів навчання з підкріпленням та багатоцільових еволюційних алгоритмів, що дозволяє ефективно знаходити Парето-оптимальні рішення та адаптуватися до змінних умов зберігання даних і водночас автоматизувати процес вибору провайдера, а також підвищувати ефективність прийняття рішень у мультихмарному середовищі з динамічно-змінюваними умовами зберігання даних.

Практичне значення результатів

1. Розроблено комплексний фреймворк Intelligent Cloud Data Orchestrator (ICDO), який реалізує теоретичні розробки дисертації та дозволяє підвищити ефективність зберігання та доступу до даних з динамічно-змінюваними умовами їх зберігання у мультихмарних середовищах. Фреймворк забезпечує автоматизоване управління даними з урахуванням змін у вимогах користувачів та параметрах хмарних провайдерів. Аналіз на рівні компонентів підтвердив, що хоча певні елементи ICDO мають більший вплив на загальну продуктивність, саме їх інтеграція забезпечує найкращі результати.
2. На основі розроблених онтологічної та математичної моделей створено програмне забезпечення для оптимізації розміщення та управління даними. Експериментальна оцінка підтвердила суттєві переваги запропонованого

підходу в термінах продуктивності, вартості, надійності, безпеки та адаптивності порівняно з існуючими рішеннями.

3. Виконано практичне впровадження розробленого програмного забезпечення для управління даними з динамічно-змінюваними умовами їх зберігання в мультимарних середовищах у компаніях, що спеціалізуються на обробці великих обсягів даних. Результати впровадження підтвердили ефективність запропонованих рішень та їх відповідність сучасним вимогам до систем зберігання даних. Підхід ICDO найбільш ефективний для малих та середніх мультимарних розгортань, тоді як для дуже малих розгортань або тих, що мають екстремальні обмеження, можуть бути доцільними альтернативні підходи.

5. Апробація результатів дисертації

Основні положення та результати дисертаційної роботи були представлені й одержали схвалення на:

Міжнародній науково-технічній конференції «Перспективи телекомунікацій» (Київ, Україна, 2023 р.).

Міжнародній конференції прикладних винаходів та інновацій в IT “ICAIT” (Кетен, Німеччина, 2024 р.);

Міжнародній науково-практичній конференції з програмування “14th International Scientific and Practical Programming Conference (UkrPROG 2024)” (Київ, Україна, 2024 р.);

За результатами досліджень опубліковано 4 наукових публікацій, у тому числі 2 статті у наукових фахових виданнях України за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка в кількості двох співавторів, 1 стаття у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базах Scopus; 1 теза доповіді на конференціях проіндексованих у базах даних Scopus.

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація *Карташова А.Д.* 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 4 наукові публікації, у тому числі:
- 2 статті у наукових фахових виданнях України за спеціальністю, 172 — Телекомунікації та радіотехніка (в т.ч. немає статей у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб);

- 1 стаття у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базах Scopus;
- 1 теза доповіді на конференціях проіндексованих у базах даних Scopus;

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Kartashov A., Globa L. Optimizing Distributed Data Storage In Multi-Cloud Environments: Algorithmic Approach. Information and Telecommunication Sciences, ISSN 2312-41216 . No. 2 (2024) ст. 4-12. DOI: <https://doi.org/10.20535/2411-2976.22024.4-12>.

Здобувачеві належить: опис методу інтеграції алгоритмів навчання з підкріпленням та багатоцільових еволюційних алгоритмів, що забезпечує надійний фреймворк для вирішення складності мультимарних середовищ, демонструючи переважну продуктивність порівняно з існуючими підходами та успішно балансує множинні цілі при адаптації до динамічних змін характеристик провайдерів.

2. Kartashov A., Globa L. Towards Seamless Multi-Cloud Integration: Strategic Approach. Системи управління, навігації та зв'язку. Том 4 № 78 (2024), ст. 79-84 DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2024.4.079> ISSN 2073-7394, 2024-11-28.

Здобувачеві належить: опис запропонованої онтологічної моделі, що успішно формалізує концепції, відносини та властивості в мультимарних середовищах, а також опис оптимізаційної функції, яка ефективно вибирає найкращого провайдера, покращуючи автоматизацію управління даними та процеси прийняття рішень.

Статті у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базі Scopus

3. Kartashov A., Globa L. Overview of the Approaches to Managing Distributed Storage and Access to Cloud Data. Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT IT. 2023. Volume 11, Issue 2, pp. 19-29 ISSN 2199-8876 DOI:10.25673/11299.

Здобувачеві належить: опис існуючих методів розподіленого зберігання даних у мультимарному середовищі та доступу до них, аналіз цих методів, їх переваг та недоліків, та опис комплексного набору критеріїв для оцінки розподіленого зберігання даних у мультимарних архітектурах на основі проведеного аналізу.

Матеріали конференцій та статті, що додатково відображають результати дисертації

4. А.Д. Карташов, Л.С. Глоба "Оптимізація у сфері зберігання даних в хмарних середовищах: пошук комплексного набору критеріїв", Зібрання тез до конференції "XVII Міжнародна науково-технічна конференція "Перспективи телекомунікацій 2024", 15-19 квітня, 2024. Київ. УДК 004.75. с. 196-198

Здобувачеві належить: опис пошуку комплексного набору критеріїв для оцінки розподіленого зберігання даних у мультимарних архітектурах.

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 Карташова А.Д. "Підхід щодо організації розподіленого зберігання та доступу до cloud даних", що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 – Телекомунікації та радіотехніка 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 КПП ім. Ігоря Сікорського Телекомунікації та радіотехніка зі спеціальності 172 – Телекомунікації та радіотехніка.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу "Підхід щодо організації розподіленого зберігання та доступу до cloud даних", подану Карташовим Антоном Дмитровичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

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

Голова:

- доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних систем та технологій, КПП ім. Ігоря Сікорського **Ролік Олександр Іванович**

Члени:

Рецензенти:

- доктор технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій в телекомунікаціях **ІН ІТС КПІ ім. Ігоря Сікорського Астраханцев Андрій Анатолійович**
- доктор технічних наук, професор, завідувач кафедрою інформаційних технологій в телекомунікаціях навчально-наукового інституту телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського **Скулиш Марія Анатоліївна;**

Офіційні опоненти:

- доктор технічних наук, професор, директор Інституту прикладних систем управління Національної академії наук України **Копійка Олег Валентинович;**
- доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" **Кучук Ніна Георгіївна.**

Головуючий на засіданні
доцент кафедри ІТТ, к.т.н. доц.



Анатолій ІЛЬНИЦЬКИЙ

Вчений секретар
кафедри ІТТ
к.т.н. доц.



Ріна НОВОГРУДСЬКА