

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001433

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 08-05-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Твердохліб Арсеній Олександрович

2. Arseniy Tverdokhlib

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6591-2866

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 123

Назва наукової спеціальності: Комп'ютерна інженерія

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Комп'ютерна інженерія

Дата захисту: 16-06-2026

Спеціальність за освітою: Системи штучного інтелекту

Місце роботи здобувача: Організація відсутня

Код за ЄДРПОУ: 00000000

Місцезнаходження: -----, Київ, 00000, Україна

Форма власності: Змішана

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 13373

Повне найменування юридичної особи: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Код за ЄДРПОУ: 38855349

Місцезнаходження: вул. Солом'янська, Київ, 03110, 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: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Код за ЄДРПОУ: 38855349

Місцезнаходження: вул. Солом'янська, Київ, 03110, 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, 20.54.02, 20.54.03, 20.54.04, 20.54.07

Тема дисертації:

1. Моделі та метод забезпечення масштабованості високонавантажених комп'ютерних систем із блокчейн
2. Models and methods for ensuring the scalability of high-load computer systems using blockchain

Реферат/анотація:

1. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології, спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія. – Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій. – Київ, 2026. Дисертаційна робота присвячена розв'язанню актуальної науково-практичної задачі розроблення методів і моделей забезпечення масштабованості, надійності та ефективності функціонування високонавантажених комп'ютерних систем шляхом інтеграції технології блокчейн і смарт-контрактів у їх архітектуру. Актуальність теми зумовлена зростанням вимог до продуктивності, прозорості та стійкості сучасних високонавантажених комп'ютерних систем, що обслуговують великі обсяги транзакцій і даних у сферах фінансів, хмарних сервісів, IoT та Big Data. Об'єкт дослідження – процеси функціонування високонавантажених комп'ютерних систем у розподіленому середовищі. Предмет дослідження – методи та моделі інтеграції блокчейн-технологій і смарт-контрактів для забезпечення масштабованості, надійності та

ефективності високонавантажених комп'ютерних систем. Мета роботи – підвищення ефективності функціонування високонавантажених комп'ютерних систем шляхом розроблення та впровадження методу і моделей інтеграції блокчейн і смарт-контрактів з урахуванням сучасних вимог до масштабованості, безпеки та прозорості. Вирішено наукові завдання: – проведено системний аналіз обмежень класичних архітектур високонавантажених систем; – розроблено моделі архітектурної інтеграції смарт-контрактів (on-chain/off-chain, oracle-based) у ВКС; – удосконалено методи децентралізованого управління ресурсами із застосуванням смарт-контрактів; – сформовано підходи до забезпечення масштабованості на основі sharding, Layer 2-рішень і децентралізованих сховищ; – розроблено алгоритми координації розподіленого зберігання та обробки даних із використанням блокчейн-механізмів; – виконано експериментальну перевірку ефективності запропонованих моделей і алгоритмів. Наукова новизна одержаних результатів: 1. Удосконалено агентно-орієнтований метод децентралізованого управління ресурсами високонавантажених комп'ютерних систем, який, на відміну від існуючих централізованих диспетчерів, за рахунок формалізації смарт-контрактів як автономних агентів прийняття рішень, використання механізмів консенсусного узгодження станів ресурсів у розподіленому середовищі та реалізації криптографічно захищеного журналу подій (immutable ledger) для фіксації всіх операцій, дозволило усунути єдину точку відмови, забезпечити прозоре та верифіковане управління ресурсами, підвищити відмовостійкість систем і забезпечити повну прозорість аудиту (100% фіксації подій у блокчейн-реєстрі). 2. Удосконалено модель архітектурної інтеграції смарт-контрактів у високонавантажених комп'ютерних системах, яка, на відміну від існуючих моделей, за рахунок застосування гібридної on-chain/off-chain архітектури з подієво-орієнтованою взаємодією через оракули, формалізації потоків транзакцій у вигляді стохастичної системи станів і переходів (апарат теорії масового обслуговування) та розділення обчислювальних і верифікаційних процесів між рівнями системи, дозволило забезпечити баланс між продуктивністю та довірою, узгоджене управління потоками транзакцій у розподіленому середовищі, зменшити час обробки запитів і підвищити пропускну здатність системи. 3. Вперше запропоновано модель координації розподіленого зберігання та обробки даних у високонавантажених комп'ютерних системах, яка, на відміну від існуючих підходів, за рахунок використання смарт-контрактів як центрального координуючого механізму, застосування апарату теорії графів для опису топології розподілених вузлів і потоків задач, реалізації механізмів автоматизованого делегування обчислювальних задач (Golem, iExec, Akash) та інтеграції децентралізованих сховищ (IPFS, Filecoin) із механізмами контролю доступу та SLA, дозволило забезпечити автоматизовану координацію обчислювальних і зберігаючих ресурсів у єдиному середовищі, масштабування інфраструктури та підвищення ефективності використання ресурсів.

2. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 12 – Information Technology, specialisation 123 – Computer Engineering. – State University of Information and Communication Technologies. – Kyiv, 2026. This thesis addresses the pressing scientific and practical challenge of developing methods and models to ensure the scalability, reliability and efficiency of high-load computer systems by integrating blockchain technology and smart contracts into their architecture. The relevance of the topic stems from the growing demands for performance, transparency and resilience of modern high-load computer systems that handle large volumes of transactions and data in the fields of finance, cloud services, IoT and Big Data. The object of the study is the operational processes of high-load computer systems in a distributed environment. The subject of the study is methods and models for integrating blockchain technologies and smart contracts to ensure the scalability, reliability and efficiency of high-load computer systems. The aim of the work is to improve the operational efficiency of high-load computer systems by developing and implementing methods and models for integrating blockchain and smart contracts, taking into account modern requirements for scalability, security and transparency. The following research objectives have been achieved: – a systematic analysis of the limitations of classical architectures for high-load systems has been conducted; – models for the architectural integration of smart contracts (on-chain/off-chain, oracle-based) into high-load systems have been developed; – methods for decentralised resource management using smart contracts have been improved; – approaches to ensuring scalability based on sharding, Layer 2 solutions and decentralised storage were formulated; – algorithms for

coordinating distributed data storage and processing using blockchain mechanisms were developed; – experimental verification of the effectiveness of the proposed models and algorithms was carried out. Scientific novelty of the results obtained: 1. An agent-oriented method for the decentralised management of resources in heavily loaded computer systems has been improved; unlike existing centralised dispatchers, by formalising smart contracts as autonomous decision-making agents, utilising mechanisms for consensus-based coordination of resource states in a distributed environment, and implementing a cryptographically secured event log (immutable ledger) to record all operations, has made it possible to eliminate a single point of failure, ensure transparent and verifiable resource management, increase system fault tolerance, and ensure full audit transparency (100% recording of events in the blockchain ledger). 2. The architectural integration model for smart contracts in high-load computer systems has been improved; unlike existing models, through the use of a hybrid on-chain/off-chain architecture with event-driven interaction via oracles, formalising transaction flows as a stochastic state and transition system (queueing theory) and separating computational and verification processes between system levels, has enabled a balance between performance and trust, coordinated management of transaction flows in a distributed environment, reduce query processing times and increase the system's throughput. 3. A model for coordinating distributed data storage and processing in high-load computer systems has been proposed for the first time; unlike existing approaches, by utilising smart contracts as a central coordinating mechanism, applying graph theory to describe the topology of distributed nodes and task flows, implementing mechanisms for the automated delegation of computational tasks (Golem, iExec, Akash) and the integration of decentralised storage systems (IPFS, Filecoin) with access control and SLA mechanisms, has enabled the automated coordination of computing and storage resources within a single environment, the scaling of infrastructure, and the improvement of resource utilisation efficiency.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0125U003178

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. Твердохліб А. О., Коротін Д. С., Антоненко А. В. Ефективність функціонування комп'ютерних систем при використанні технології блокчейн і баз даних // Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2022. № 6. С. 25–36. DOI: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.6.4>.
2. Твердохліб А. О., Антоненко А., Востріков С., Бурачинський А., Балвак А., Слободян О. Особливості автоматизованого тестування з використанням фреймворків // Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2024. № 4. С. 3–14. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.4.1>.
3. Твердохліб А. О., Антоненко А., Бурачинський А., Сольський Д., Мішкур Ю., Зіняр Д. Аспекти застосування нейронних мереж для криптографії // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2024. № 4. С. 394–400. DOI: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-80-47>.
4. Твердохліб А. О., Антоненко А. В., Востріков С. О., Бегліцов С. В., Гергель О. Г., Бобков Р. А. Оптимізація роботи бездротових мереж з використанням INET Framework // Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2024. № 5. С. 11–24. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.5.2>.
5. Твердохліб А. О., Антоненко А., Мішкур Ю., Востріков С., Балвак А. Нейромережі в мистецтві як інструмент графічного дизайну // Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. 2024. № 6(2). С. 95–101. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-345-6-14>.
6. Твердохліб А. О., Супрун О., Гриценко В. Інтеграція блокчейн-технологій в інтелектуальні системи прийняття рішень // Наука і техніка сьогодні. 2025. № 4 (45). С. 1616–1633. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-4\(45\)-1616-1633](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-4(45)-1616-1633).

- 7. Твердохліб А. О., Коротков С. С. Підвищення ефективності авторизації та автентифікації за допомогою технології блокчейн // Зв'язок. 2025. № 1. С. 74–82. DOI: <https://doi.org/10.31673/2412-9070.2025.019556>.
- 8. Твердохліб А. О., Лашевська Н. О. Моделі застосування блокчейн-технологій у високонавантажених комп'ютерних системах для розподіленого зберігання та обробки даних // Телекомунікаційні та інформаційні технології. 2025. № 2. DOI: <https://doi.org/10.31673/2412-4338.2025.025697>
- 9. Твердохліб А. О. Методи проектування ефективної архітектури високонавантажених комп'ютерних систем на основі блокчейн-рішень // Повітряна міць України. 2025. № 1(8). С. 105–110. DOI: <https://doi.org/10.33099/2786-7714-2025-1-8-105-110>.
- 10. Твердохліб А. О., Антоненко А. В. Особливості розподіленого брокеру Trinity на основі технології блокчейн // Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2024. № 6. С. 130–138. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.6.14>.
- 11. Твердохліб А. О., Антоненко А. В. Використання смарт-контрактів та технології блокчейн для підвищення ефективності розподілених брокерних систем в умовах високих навантажень // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2025. № 3. С. 467–473. DOI: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2025-83-58>.
- 12. Твердохліб А. О., Чижик В. М., Харченко М. В. Використання блокчейн-технологій для прозорості ланцюгів постачання в транспортній логістиці // Вісник Херсонського національного технічного університету. 2025. Т. 3, № 4(95).
- 13. Tverdokhlib A. A, Korotin D., Suprun O., Kravchenko K., Goryachev G. computer vision as a tool for automated quality control in smart manufacturing // Sustainable Engineering and Innovation. 2026. Vol. 8, No. 1. P. 13–26. DOI: 10.37868/sei.v8i1.id679.

Наукова (науково-технічна) продукція: програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: підвищення продуктивності праці; забезпечення промисловості чи населення новим видом інформаційно-комунікаційних послуг

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. Коротков Сергій Станіславович

2. Serhii S. Korotkov

Кваліфікація: д.філософ, 123

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4090-5934

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Код за ЄДРПОУ: 38855349

Місцезнаходження: вул. Солом'янська, Київ, 03110, 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. Довженко Надія Михайлівна

2. Nadiia M. Dovzhenko

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4164-0066

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський столичний університет імені Бориса Грінченка

Код за ЄДРПОУ: 45307965

Місцезнаходження: вул. Бульварно-Кудрявська, Київ, 04053, Україна

Форма власності: Комунальна

Сфера управління: Держадміністрація

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Федорова Наталія Володимирівна

2. Nataliia Fedorova

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4548-4198

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чичкарьов Євген Анатолійович

2. Yevhen A. Chychkarov

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.16.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4362-5129

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Код за ЄДРПОУ: 38855349

Місцезнаходження: вул. Солом'янська, Київ, 03110, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Нестеренко Катерина Сергіївна

2. Kateryna S. Nesterenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.22.13

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7672-7386

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Код за ЄДРПОУ: 38855349

Місцезнаходження: вул. Солом'янська, Київ, 03110, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Сторчак Каміла Павлівна

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

Сторчак Каміла Павлівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Лазоренко Л.М.

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна