Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U005278

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 19-09-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сінько Дмитро Павлович
2. Dmytro P. Sinko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0009-5240-3235

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: 23-09-2026

Спеціальність за освітою: Правознавство

Місце роботи здобувача: ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ ТОРГОВА КОМПАНІЯ «СРІБНИЙ ДОК»

Код за ЄДРПОУ: 22436637

Місцезнаходження: вул. Водопровідна, Миколаїв, Миколаївський р-н., 54020, Україна

Форма власності: Приватна/недержавна

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16889

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05516949

Місцезнаходження: вул. Генерала Наумова, Київ, 03164, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05516949

Місцезнаходження: вул. Генерала Наумова, Київ, 03164, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 20.53.15, 20.53.17

Тема дисертації:

1. Комп'ютерна модель прогнозування стану розщеплення кластеру розподіленої інформаційної системи з мікросервісною архітектурою

2. Computer model for predicting the split-brain state of a distributed information system cluster with microservice architecture

Реферат/анотація:

1. Об'єктом дослідження є процес виникнення та розвитку стану розщеплення кластера у розподілених інформаційних системах з мікросервісною архітектурою. Предметом дослідження є моделі, методи та програмні засоби прогнозування відстані до стану розщеплення кластера на графово-інваріантному представленні його стану. Метою дослідження є підвищення стійкості розподілених інформаційних систем мікросервісної архітектури до розщеплення кластера, що спричиняє ризики порушення консистентності даних у системах, які зберігають стан, за рахунок комп'ютерної моделі прогнозування відстані до розщеплення на основі регресійних моделей машинного навчання та графово-інваріантного представлення стану кластера. Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному: 1) Вперше формалізовано

відстань до розщеплення кластера як неперервну міру структурної крихкості та поставлено задачу її регресійного прогнозування, за якої, на відміну від бінарної класифікації факту розщеплення, що фіксує лише настання критичного стану, зберігається інформація про ступінь близькості кластера до цього стану та забезпечується впорядкування конфігурацій за рівнем ризику, що дозволяє перейти від реактивного виявлення вже наявного розщеплення до завчасного кількісного оцінювання ризику його настання. 2) Вперше запропоновано подвійно інваріантне представлення стану кластера фіксованої розмірності, яке, на відміну від наявних представлень, інваріантних щонайбільше до перестановки вузлів, є інваріантним водночас до перестановки вузлів та до перейменування типів через канонічне впорядкування вузлів на основі кольорового уточнення й канонічне маркування типів за структурним рангом, що відповідає справжній симетрії задачі та унеможливлює залежність прогнозу від порядку запису елементів системи, причому удосконалено спосіб представлення стану кластера завдяки поєднанню канонізованого матричного опису з набором графово-інваріантних структурних ознак, що, на відміну від сирого матричного представлення, підвищує рангову кореляцію прогнозу приблизно на 23% та коефіцієнт детермінації приблизно на 60%. 3) Вперше розроблено комп'ютерну модель прогнозування відстані до розщеплення кластера, яка, на відміну від наявних засобів моніторингу, що фіксують розщеплення постфактум, поєднує точний алгоритм обчислення цільової величини, конвеєр формування інваріантних ознак, регресійну модель на основі ансамблів дерев рішень та механізми калібрування, при цьому дістали подальшого розвитку методи калібрування та оцінювання невизначеності прогнозу, зокрема ізотонічне калібрування та конформні інтервали, які, на відміну від точкових оцінок без гарантій покриття, застосовано до задачі регресії структурної крихкості з усуненням систематичного зсуву та забезпеченням емпіричного покриття, близького до заданого рівня довіри. Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному: 1) Забезпечене завчасне кількісне оцінювання ризику розщеплення кластера з якістю, придатною для практичного застосування в задачах підтримки прийняття рішень, а саме із середньою абсолютною похибкою 0,396, ранговою кореляцією Спірмена 0,638 та часткою влучень у межах одиниці 0,926 для підсумкової моделі на доповненому представленні після калібрування. 2) Запропоновано способи інтеграції розробленого програмного комплексу в системи моніторингу розподілених інформаційних систем без суттєвих змін їх архітектури, яка може бути забезпечена через графічний користувацький інтерфейс та через прикладний програмний інтерфейс вебсервісу, що повертає неперервну оцінку ризику з інтервалом надійності й може використовуватися також поза сферою енергетики. 3) Сформовано практичні матеріали для інженерів з проєктування та експлуатації розподілених систем щодо переходу від реактивних до превентивних механізмів управління кластерними системами, зокрема щодо коригування політик реплікації, обмеження операцій запису та ініціації контрольованих процедур відновлення, при цьому реалізацію виконано з дотриманням вимог відтворюваності через фіксацію джерел випадковості, фіксацію версій бібліотек та підтримку коду у відкритому репозиторії системи контролю версій. Результати дослідження пройшли апробацію на науково-практичних й науково-технічних конференціях та отримали відображення у матеріалах, які підлягають впровадженню в сфері енергетики при забезпеченні резильєнтності індустріальних кіберфізичних систем у складі систем моніторингу розподілених інформаційних систем.

2. The object of the research is the process of emergence and development of the cluster split-brain state in distributed information systems with microservice architecture. The subject of the research is the models, methods, and software tools for predicting the distance to the cluster split-brain state on a graph-invariant representation of that state. The purpose of the research is to increase the resilience of distributed information systems of microservice architecture to cluster split-brain, which entails risks of data consistency violation in stateful systems, through a computer model for predicting the distance to split-brain based on regression machine learning models and a graph-invariant representation of the cluster state. The scientific novelty of the main research results is as follows: 1) For the first time, the distance to cluster split-brain is formalised as a continuous measure of structural fragility and the task of its regression prediction is posed, whereby, in contrast to the binary classification of the fact of a split-brain that records only the onset of the critical state, the information on the degree of proximity of the cluster to that state is retained and the ordering of configurations by risk level is

ensured, which allows a transition from the reactive detection of an already existing split-brain to the early quantitative estimation of the risk of its occurrence. 2) For the first time, a doubly invariant fixed-dimensional representation of the cluster state is proposed which, in contrast to the existing representations that are invariant at most to node permutation, is invariant simultaneously to node permutation and to type renaming by means of canonical node ordering based on colour refinement and canonical type labelling by structural rank, which corresponds to the true symmetry of the task and makes the prediction independent of the order in which the elements of the system are recorded, while the manner of representing the cluster state is further improved by combining the canonicalised matrix description with a set of graph-invariant structural features, which, in contrast to the raw matrix representation, increases the rank correlation of the prediction by approximately 23% and the coefficient of determination by approximately 60%. 3) For the first time, a computer model for predicting the distance to cluster split-brain is developed which, in contrast to the existing monitoring tools that record a split-brain after the fact, combines an exact algorithm for computing the target quantity, a pipeline for forming invariant features, a regression model based on decision-tree ensembles, and calibration mechanisms, while the methods of calibration and uncertainty estimation, in particular isotonic calibration and conformal intervals, are further developed and, in contrast to point estimates carrying no coverage guarantees, are applied to the regression of structural fragility with the systematic bias removed and the empirical coverage kept close to the specified confidence level. The practical significance of the main research results is as follows: 1) It is achieved an early quantitative estimation of the risk of cluster split-brain at a quality suitable for practical application in decision support tasks, namely with a mean absolute error of 0.396, a Spearman rank correlation of 0.638, and a fraction of hits within one unit of 0.926 for the final model on the augmented representation after calibration. 2) It is proposed means of integrating the software complex that is developed into monitoring systems for distributed information systems without substantial changes to their architecture, with such integration being allowed through GUI and through the API of a web service that returns a continuous risk estimate together with a reliability interval, which can also be used outside the energy sector. 3) There have been developed practice-based materials for engineers who design and operate distributed systems, covering the transition from reactive to preventive mechanisms of managing cluster systems, in particular the adjustment of replication policies, the restriction of write operations, and the initiation of controlled recovery procedures, while the implementation is carried out in compliance with reproducibility requirements through the fixation of sources of randomness, the fixation of library versions, and the maintenance of the code in an open version-control repository. The research results were validated at scientific-practical and scientific-technical conferences and are reflected in materials intended for implementation in the energy sector for ensuring the resilience of industrial cyber-physical systems within monitoring systems for distributed information systems.

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:

- Кравчук О. А., Тарановський А. О., Сінько Д. П., Кравцов Г. О., Самойлов В. Д. Оцінка ризиків ШІ-моделей геопросторового сприйняття для моніторингу об'єктів критичної енергетичної інфраструктури за допомогою роїв БпЛА. Ядерна та радіаційна безпека // А, Scopus Q3. 2026. № 2(110). URL: https://doi.org/10.32918/nrs.2026.2(110).07.
- Ярошинський М. С., Сіроткін О. В., Сінько Д. П., Гунько С. Б., Манолюк Д. О. Коректність пласкої класифікації. Електронне моделювання // Б. 2023. Т. 45, № 2.

- Примушко А. М., Пучко І. В., Ярошинський М. С., Сінько Д. П. Програмний дизайн розподіленої високонавантаженої системи електроенергетичної мережі на базі моделі акторів із застосуванням смарт-контрактів. Електронне моделювання // Б. 2024. Т. 46, № 3
- Сінько Д. П., Сінько К. Д. Методи машинного навчання в задачах прогнозу факторів, що вказують на потенційне партиціювання кластеру. Електронне моделювання // Б. 2025. Т. 47, № 1. С. 22–36. URL: https://doi.org/10.15407/emodel.47.01.022.
- Сінько Д. П., Сінько К. Д. Застосування методів машинного навчання в задачах прогнозу факторів, що вказують на потенційне партиціювання кластеру. Електронне моделювання // Б. 2025. Т. 47, № 6. С. 58–75. URL: https://doi.org/10.15407/emodel.47.06.058.
- Yaroshynskyi M. S., Prymushko A. M., Puchko I. V., Sirotkin O. V., Sinko D. P. AKKA as a Tool for Modeling and Managing a Smart-Grid System. Journal of Edge Computing // Scopus. 2024. Vol. 4, no. 1. P. 105–115. URL: https://doi.org/10.55056/jec.822.
- Prymushko A. M., Puchko I. V., Yaroshynskyi M. S., Sinko D. P., Kravtsov H. O., Artemchuk V. O. Efficient State Synchronization in Distributed Electrical Grid Systems Using Conflict-Free Replicated Data Types. IoT // Scopus. 2025. Vol. 6, no. 1. Art. 6. URL: https://doi.org/10.3390/iot6010006.
- Kravtsov H. O., Kravchuk O. A., Taranovskyi A. O., Sinko D. P., Samoilov V. D. Risks Assessment of Large Language Model Implementation in Power Sector of Ukraine. Artificial Intelligence and Applications // Scopus Q1. 2026. URL: https://doi.org/10.47852/bonviewAIA62027195.

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація; комп'ютерна модель прогнозування відстані до стану розщеплення кластера

Соціально-економічна спрямованість: забезпечення промисловості чи населення новим видом інформаційно-комунікаційних послуг

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0123U100913 0125U000237

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кравцов Григорій Олексійович
2. Hryhorii O. Kravtsov

Кваліфікація: к. т. н., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1915-4897

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05516949

Місцезнаходження: вул. Генерала Наумова, Київ, 03164, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Циганок Віталій Володимирович

2. Vitaliy Tsyganok

Кваліфікація: д. т. н., с.н.с., 01.05.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0821-4877

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем реєстрації інформації Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03771755

Місцезнаходження: вул. М. Шпака, Київ, 03113, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мусієнко Андрій Петрович

2. Andrii P. Musiienko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1849-6716

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. Гончар Сергій Феодосійович

2. Serhii Honchar

Кваліфікація: д. т. н., с.д., 05.13.21

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9978-8998

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05516949

Місцезнаходження: вул. Генерала Наумова, Київ, 03164, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Борукаєв Зелімхан Харитонович
2. Zelimkhan Borukaiev

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1290-6451

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05516949

Місцезнаходження: вул. Генерала Наумова, Київ, 03164, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Мохор Володимир Володимирович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Мохор Володимир Володимирович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Сінько Дмитро Павлович
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна