

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U003510

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 13-07-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Козловський Олександр Володимирович

2. Oleksandr Kozlovskyi

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0006-1864-1107

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:

Спеціальність за освітою: Комп'ютерні науки

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 16114

Повне найменування юридичної особи: Херсонський національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 05480298

Місцезнаходження: Бериславське шосе, Херсон, 73008, 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: Херсонський національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 05480298

Місцезнаходження: Бериславське шосе, Херсон, 73008, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 20.54.02

Тема дисертації:

1. Методи та алгоритми раннього попередження порушень функціонування кіберфізичних систем на основі графових моделей цифрових двійників
2. Methods and Algorithms for Early Warning of Operational Disruptions in Cyber-Physical Systems Based on Graph Models of Digital Twins

Реферат/анотація:

1. Козловський О.В. Методи та алгоритми раннього попередження порушень функціонування кіберфізичних систем на основі графових моделей цифрових двійників. – На правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 “Комп’ютерні науки”. – Херсонський національний технічний університет МОН України, Українська академія друкарства МОН України, Хмельницький 2026. Тема дисертаційної роботи присвячена розробленню методів та алгоритмів раннього попередження порушень функціонування кіберфізичної системи на основі графових моделей цифрового двійника для аналізу стану системи, своєчасного виявлення ознак порушень і підтримки прийняття рішень щодо їх локалізації. У роботі цифровий двійник розглядається як формалізоване подання кіберфізичної системи, що поєднує дані про її компоненти, технологічні параметри, стани вузлів і взаємозв’язки між ними. Це дозволяє використовувати його як засіб моделювання та основу для інтерпретації результатів виявлення порушень,

пов'язаних зі зміною поведінки компонентів CPS. Унаслідок розвитку цифрових технологій кіберфізичні системи зазнали ускладнення структури, взаємозв'язків та режимів функціонування, що потребує нових підходів до їх моделювання й аналізу. У промислових CPS порушення роботи окремого сенсора, контролера, виконавчого механізму або мережевого вузла може впливати на інформаційну безпеку й перебіг фізичного процесу. Тому важливим є не лише факт виявлення аномального або атакованого стану, а й пояснення його місця у структурі системи та визначення компонентів, найбільш пов'язаних із виявленим відхиленням. Виявлення порушень функціонування та взаємозв'язків між компонентами системи є основою для побудови графової моделі цифрового двійника і засобів раннього попередження. На відміну від підходів, що аналізують окремі ознаки ізольовано, графове подання враховує зв'язки між параметрами CPS, їх структурну значущість та можливий вплив відхилення одного вузла на суміжні компоненти. У межах такої моделі окреме відхилення розглядається як подія, пов'язана з певним вузлом, його станом і зв'язками з іншими елементами CPS. Для аналізу станів кіберфізичних систем використовуються методи графового моделювання, імітаційного моделювання, аналізу даних та ML. У межах дослідження ці методи поєднуються в цілісний підхід, у якому симуляційне середовище забезпечує дані, графова модель описує структуру CPS, а IDS/ML-модуль виконує класифікацію станів системи. Це створює основу для переходу від звичайної класифікації до пояснення результату через структуру цифрового двійника. У дослідженні дані технологічні вимірювання, сформовані в середовищі цифрового двійника, використовуються для формування графового подання стану системи, побудови матриці суміжності між параметрами та аналізу поточного стану CPS. Результати IDS/ML-класифікації застосовуються для локалізації потенційного джерела порушення у графовій моделі цифрового двійника. Для цього враховуються відхилення параметрів від нормального режиму, ваги уваги графової моделі та структурна значущість вузлів. У результаті система не обмежується міткою класу, а формує інформацію про можливе джерело або канал прояву порушення, що може бути використано для подальшого аналізу стану CPS. Метою дисертації є розроблення методів та алгоритмів раннього попередження порушень функціонування промислових кіберфізичних систем на основі графових моделей цифрових двійників, що забезпечують формалізоване подання топології, станів і взаємодій компонентів, графову IDS/ML-класифікацію нормальних та атакованих станів, визначення критичних вузлів і локалізацію порушень. Запропонований підхід підвищує інформативність результатів виявлення порушень, оскільки доповнює мітку класу стану поясненням через структуру цифрового двійника.

2. Kozlovskyi O.V. Methods and Algorithms for Early Warning of Operational Disruptions in Cyber-Physical Systems Based on Graph Models of Digital Twins. On the rights of the manuscript. Dissertation for the PhD degree in specialty 122 "Computer Science." Kherson National Technical University of the MES of Ukraine; Ukrainian Academy of Printing of the MES of Ukraine, Khmelnytskyi, 2026. The dissertation is devoted to the development of methods and algorithms for early warning of operational disruptions in cyber-physical systems based on graph models of digital twins for system state analysis, timely detection of disruption indicators, and decision support for their localization. In the dissertation, the digital twin is considered as a formalized representation of a cyber-physical system that combines data about its components, technological parameters, node states, and interconnections between them. This makes it possible to use it both as a modeling tool and as a basis for interpreting the results of disruption detection associated with changes in the behavior of CPS components. Due to the development of digital technologies, cyber-physical systems have become more complex in terms of structure, interconnections, and operating modes, which requires new approaches to their modeling and analysis. In industrial CPSs, a disruption in the operation of a sensor, controller, actuator, or network node may affect both information security and the physical process. Therefore, it is important not only to detect an abnormal or attacked state, but also to explain its location in the system structure and identify the components most closely related to the detected deviation. Detection of operational disruptions and interconnections between system components is the basis for building a graph model of a digital twin and early warning tools. Unlike approaches that analyze individual features in isolation, graph representation takes into account the relationships between CPS parameters, their structural significance, and the possible influence of a deviation in one node on adjacent components. Within such a model, a separate deviation is considered as an event associated with a specific node,

its state, and its connections with other CPS elements. Methods of graph modeling, simulation modeling, data analysis, and ML are used to analyze the states of cyber-physical systems. Within the dissertation, these methods are combined into an integrated approach in which the simulation environment provides data, the graph model describes the CPS structure, and the IDS/ML module classifies system states. This creates a basis for moving from conventional classification to explaining the result through the structure of the digital twin. In the dissertation, digital twin data and CPS technological measurements are used to form a graph representation of the system state, build an adjacency matrix between parameters, and analyze the current CPS state. The results of IDS/ML classification are used to localize a potential source of disruption in the graph model of the digital twin. For this purpose, deviations of parameters from the normal operating mode, attention weights of the graph model, and structural significance of nodes are taken into account. As a result, the system is not limited to a class label, but forms information about a possible source or manifestation channel of the disruption, which can be used for further CPS state analysis. The aim of the dissertation is to develop methods and algorithms for early warning of operational disruptions in industrial cyber-physical systems based on graph models of digital twins, which provide a formalized representation of topology, states, and interactions of components, graph-based IDS/ML classification of normal and attacked states, identification of critical nodes, and localization of disruptions. The proposed approach increases the informativeness of disruption detection results, since it supplements the state class label with an explanation through the structure of the digital twin.

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:

- Козловський О.В., Жарікова М.В. Моделювання та розробка концепції багаторівневого фреймворку для системи кібербезпеки. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. 2024. Том 337 № 3(2). С. 144- 151. URL: <https://heraldts.khmnua.edu.ua/index.php/heraldts/article/view/276>. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-337-3-20>.
- Козловський О.В., Жарікова М.В. Розробка концепції фреймворку цифрового двійника для кіберфізичної системи. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. 2024. Том 345 № 6(2). С. 34-41. URL: <https://heraldts.khmnua.edu.ua/index.php/heraldts/article/view/974>. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-345-6-4>.
- Козловський О.В., Жарікова М.В. Розробка моделі безпеки для багатоагентної мережі в кіберфізичній системі. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2025. Том 2 № 1(92). URL: https://journals.kntu.kherson.ua/index.php/visnyk_kntu/article/view/856. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.1.2.11>.
- Козловський О.В., Жарікова М.В. Аналіз концепції енергоорієнтованого цифрового двійника: перспективи та виклики. VII Всеукраїнська науковопрактична інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Сучасні інформаційні системи та технології». С. 224-227. URL: <https://kntu.net.ua/ukr/Nauka/Konferenciya-ta-naukovo-tehnichni-zahodi/Zviti-proprovedennya-konferencij/VII-Vseukrayins-ka-naukovo-praktichna-internetkonferenciya-studentiv-aspirantiv-ta-molodih-vchenih-Suchasni-informacijni-sistemit-tehnologiyi>.
- Козловський О.В., Жарікова М.В. Аналіз системи автоматизації та оркестрації безпеки в інформаційних мережах. VI Всеукраїнська науковопрактична конференція молодих вчених та здобувачів вищої освіти «Сучасна молодь в світі інформаційних технологій». С. 43-45. URL: <https://ksau.kherson.ua/konferenc/12745-conf-20250516-1.html>.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Жарікова Марина Віталіївна

2. Maryna Zharikova

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6144-480X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Херсонський національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 05480298

Місцезнаходження: Бериславське шосе, Херсон, 73008, 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. Шарко Олександр Володимирович

2. Oleksandr Sharko

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.02.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9025-7990

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Херсонська державна морська академія

Код за ЄДРПОУ: 35219930

Місцезнаходження: проспект Ушакова, Херсон, 73000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Гнатушенко Вікторія Володимирівна
2. Viktoriia Hnatushenko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5304-4144

Додаткова інформація:

<http://www.scopus.com/inward/authorDetails.url?authorID=56996068300&partnerID=MN8TOARS>

Повне найменування юридичної особи: Український державний університет науки і технологій

Код за ЄДРПОУ: 44165850

Місцезнаходження: вул. Лазаряна, Дніпро, Дніпровський р-н., 49010, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Доровська Ірина Олександрівна
2. Iryna Dorovska

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5990-0992

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Херсонський національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 05480298

Місцезнаходження: Бериславське шосе, Херсон, 73008, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Козел Віктор Миколайович
2. Viktor Kozel

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2627-2499

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Херсонський національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 05480298

Місцезнаходження: Бериславське шосе, Херсон, 73008, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Шерстюк Володимир Григорович

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

Шерстюк Володимир Григорович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Куліш Ірина Миколаївна

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна