

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U000201

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 30-01-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ №55-ас від 15,04.2026 року



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лисий Андрій Миколайович

2. Andrii M. Lysyi

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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: 27-03-2026

Спеціальність за освітою: Комп'ютерна інженерія

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 11824

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, 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: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 44.37, 20.55, 20.55.02, 20.56

Тема дисертації:

1. Кіберфізичні системи моніторингу дефектів фотоелектричних модулів сонячних електростанцій.
2. Cyber-physical systems for monitoring defects in photovoltaic modules of solar power plants.

Реферат:

1. Підвищення пожежної безпеки експлуатування об'єктів сонячної енергетики є важливою науковою задачею в галузі інформаційних технологій, орієнтованих на формування кіберфізичних систем (КФС) моніторингу дефектів фотоелектричних модулів сонячних електростанцій (ФЕМСЕ). В роботі розроблено архітектуру і методи функціонування КФС моніторингу дефектів фотоелектричних модулів сонячних електростанцій. Об'єктом дослідження є процес моніторингу дефектів ФЕМСЕ з використанням програмно-апаратних засобів. Предметом дослідження є методи й засоби КФС моніторингу дефектів з використанням програмно-апаратних засобів з розподіленою обробкою даних. Метою дисертаційного дослідження є забезпечення оперативного розрізнення режимів роботи фотоелектричних модулів як пожежа, пожежна небезпека, спрацювання захисту на основі застосування архітектури КФС з розподіленою обробкою даних моніторингу дефектів ФЕМСЕ. Наукова новизна одержаних результатів: 1) уперше розроблено архітектуру КФС моніторингу дефектів ФЕМСЕ на основі концепції периферійно-хмарного розподілу обробки даних. Новизною архітектури є формування її на принципах розподілу обчислень між бортовою і наземною

системами управління безпілотним літальним апаратом (БПЛА), системою диспетчерського управління і хмарним сервісом. 2) удосконалено метод обробки даних програмно-апаратними засобами бортової системи управління БПЛА при моніторингу дефектів фотоелектричних модулів, що відрізняється уведенням моделі визначення оптимального напрямку візування камер, застосуванням ансамблювання різнопалітрових термограм та RGB зображень, перетворенням піксельних координат виявлених дефектів у географічні координати. 3) удосконалено метод ансамблювання різнопалітрових термограм та RGB зображень для виявлення дефектів фотоелектричних модулів, який відрізняється розробкою математичної моделі класифікації дефектів за їх відносною площею щодо площі одного фотоелемента, уведенням постобробки для створення композиційного термо-RGB зображення. 4) уперше розроблено метод функціонування КФС моніторингу дефектів ФЕМСЕ. Новизна методу полягає у реалізації концепції периферійно-хмарної обробки даних. На основі застосування розроблених методів підвищено значення показника середньої точності детекції дефектів ФЕМСЕ на 2-3 %, отримано значення інтегрального показника точності та повноти виявлення дефектів за метрикою F1-score більше 90 %. Розроблено алгоритм застосування КФС моніторингу ФЕМСЕ. Теоретичні та практичні результати дослідження впроваджені при розробці систем безпеки в ряді організацій та в освітньому процесі вузу. У вступі представлено обґрунтування актуальності наукового завдання щодо розробки методів і засобів моніторингу дефектів ФЕМСЕ та відображено основні наукові результати роботи і її практичне значення. У першому розділі зроблено аналіз сучасного стану моніторингу дефектів ФЕМСЕ, основних їх видів, а також проведено аналіз методів моніторингу дефектів ФЕМСЕ. У другому розділі представлено розробку архітектури КФС моніторингу дефектів ФЕМСЕ на основі концепції периферійно-хмарної обробки даних. Обґрунтовано програмно-апаратні засоби архітектури на основі згорткової нейронної мережі на борту БПЛА. У третьому розділі представлено удосконалений метод обробки даних програмно-апаратними засобами бортової системи управління БПЛА при моніторингу дефектів фотоелектричних модулів, удосконалений метод ансамблювання різнопалітрових термограм та RGB зображень для виявлення дефектів фотоелектричних модулів з використанням моделі згорткової нейронної мережі YOLOv12m-seg, розроблений метод функціонування КФС моніторингу дефектів ФЕМСЕ. У четвертому розділі представлено результати експериментальних досліджень виявлення дефектів ФЕМСЕ. У висновках представлено отримані наукові та практичні результати дослідження. У додатках представлено акти впровадження результатів роботи.

2. Enhancing the fire safety of solar energy facility operation is an important scientific task in the field of information technologies focused on the development of cyber-physical systems (CPS) for monitoring defects of photovoltaic modules of solar power plants (PVMSPP). The dissertation analyzes the current state, methods, and tools for monitoring defects of PVMSPP. The work develops an architecture and methods of functioning of cyber-physical systems for monitoring defects of photovoltaic modules of solar power plants. The object of the research is the process of monitoring defects of PVMSPP using software and hardware tools. The subject of the research is the methods and tools of CPS for defect monitoring using software and hardware tools with distributed data processing. The purpose of the dissertation research is to ensure prompt differentiation of photovoltaic module operating modes such as fire, fire hazard, and protection activation based on the application of a CPS architecture with distributed data processing for monitoring defects of PVMSPP. Scientific novelty of the obtained results: For the first time, an architecture of CPS for monitoring defects of PVMSPP has been developed based on the concept of edge-cloud data processing distribution. The novelty of the architecture lies in its formation on the principles of distributing computations between the onboard and ground control systems of an unmanned aerial vehicle (UAV), the dispatch control system, and a cloud service. The method of data processing by software and hardware tools of the UAV onboard control system during monitoring of photovoltaic module defects has been improved. The method is distinguished by the introduction of a model for determining the optimal camera viewing direction, the application of ensembling of multi-palette thermograms and RGB images, and the transformation of pixel coordinates of detected defects into geographic coordinates. The method of ensembling multi-palette thermograms and RGB images for detecting defects of photovoltaic modules has been improved. The method differs by the development of a mathematical model for classifying defects according to their relative area with

respect to the area of a single photovoltaic cell and by the introduction of post-processing to create a composite thermo-*RGB* image. For the first time, a method for functioning of CPS for monitoring defects of PVMSPP has been developed. The novelty of the method lies in the implementation of the edge-cloud data processing concept. Based on the application of the developed methods, the average precision indicator of defect detection of PVMSPP has been increased by 2–3%, and the value of the integral indicator of accuracy and completeness of defect detection according to the F1-score metric exceeds 90%. An algorithm for using the CPS for monitoring the PMSC has been developed. The theoretical and practical results of the research have been implemented in the development of safety systems in several organizations and in the educational process of the university. The introduction substantiates the relevance of the scientific task related to the development of methods and tools for monitoring defects of PVMSPP and presents the main scientific results and practical significance of the work. The first chapter analyzes the current state of monitoring defects of PVMSPP, their main types, and the existing methods for defect monitoring. The second chapter presents the development of the CPS architecture for monitoring defects of PVMSPP based on the edge-cloud data processing concept. The software and hardware tools of the architecture based on a convolutional neural network onboard the UAV are substantiated. The third chapter presents the improved method of data processing by software and hardware tools of the UAV onboard control system during monitoring of photovoltaic module defects, the improved method of ensembling multi-palette thermograms and *RGB* images for defect detection using the YOLOv12m-seg convolutional neural network model, and the developed method of CPS functioning for monitoring defects of PVMSPP. The fourth chapter presents the results of experimental studies on detecting defects of PVMSPP. The conclusions summarize the obtained scientific and practical results of the research. The appendices present implementation certificates of the research results.

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:

- Lysyi A. Enhanced fire hazard detection in solar power plants: an integrated UAV, AI, and SCADA-based approach / A. Lysyi et al. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2025. No. 2(114). P. 99–117.
- Lysyi A. Method of UAV inspection of photovoltaic modules using thermal and *RGB* data fusion / A. Lysyi et al. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2025. No. 4 (114). P. 99–117.
- Lysyi A. Thermal and *RGB* images work better together in wind turbine damage detection / A. Lysyi et al. *International Journal of Computing*. 2025. Vol. 23, no. 4 P. 526–535.
- Лисий А. Дослідження технології використання термографії для виявлення несправностей сонячних панелей / А. Лисий, В. Кіретов. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2024. № 4. С. 377–385.
- Лисий А. Метод виявлення пожежонебезпечного режиму роботи фотоелектричних модулів сонячних електростанцій / А. Лисий, Б. Савенко. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2025. №пЗ. С.п153–164.
- Лисий А. Удосконалення методу функціонування кіберфізичної системи моніторингу дефектів фотоелектричних модулів сонячної електростанції / М. Лисий, С. Партика, І. Кушнер, А. Лисий. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2025. № 2. С. 257–262.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0124U004798

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Савенко Богдан Олегович

2. Bogdan O. Savenko

Кваліфікація: д.філософ, 123

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, 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. Пітух Ігор Романович

2. Ihor R. Pitukh

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Західноукраїнський національний університет

Код за ЄДРПОУ: 33680120

Місцезнаходження: вул. Львівська, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46009, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Рак Тарас Євгенович

2. Taras Y. Rak

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

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кисіль Тетяна Миколаївна

2. Tetiana M. Kysil

Кваліфікація: к. ф.-м. н., доц., 01.01.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Павлова Ольга Олександрівна

2. Olha O. Pavlova

Кваліфікація: д. філософ, доц., 122

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7019-0354

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Говорущенко Тетяна Олександрівна

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

Говорущенко Тетяна Олександрівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Синюк Олег Миколайович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна