

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001831

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-05-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Свистун Сергій Олегович

2. Serhii O. Svystun

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'ютерні науки та інформаційні технології

Дата захисту: 03-07-2025

Спеціальність за освітою: Інформаційні технології проектування

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 9267

**Повне найменування юридичної особи:** Хмельницький національний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02071234

**Місцезнаходження:** вул. Інститутська, буд. 11, 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, буд. 11, 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:** 44.39, 20.55

**Тема дисертації:**

1. Методи та засоби динамічного збору візуальних даних про дефекти об'єктів вітроенергетики.
2. Methods and Means of Dynamic Visual Data Collection for Defect Detection in Wind Energy Objects.

**Реферат:**

1. Свистун Сергій Олегович. Методи та засоби динамічного збору візуальних даних про дефекти об'єктів вітроенергетики. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія. - Хмельницький національний університет, Хмельницький. 2025. Актуальною задачею є підвищення надійності та економічної ефективності вітроенергетики завдяки автоматизації огляду турбін за допомогою БПЛА. Дисертація присвячена розробці методів і засобів, що забезпечують цикл «зліт - збір зображень - аналіз - рекомендації», зменшуючи ручні операції та підвищуючи точність виявлення дефектів. У вступі обґрунтовано, що ручний огляд турбіни триває понад чотири години, не охоплює всіх критичних зон та небезпечний для персоналу. Аналіз публікацій показав відсутність єдиного рішення, що інтегрує планування польоту, мультиспектральний збір даних і кількісну оцінку ризиків. Проведено огляд методів моніторингу вітрових установок: порівняно понад тридцять платформ щодо швидкодії, енергоспоживання та точності. Виявлено, що найкращі комплекси скорочують огляд лише до сорока хвилин і обмежено працюють із

тепловими знімками. Сформульовано вимоги до системи: автономність, інтеграція спектральних діапазонів, адаптивність до аеродинамічних умов, математична пріоритизація дефектів. Об'єкт дослідження - процеси збору, розпізнавання й обробки зображень з БПЛА для виявлення дефектів об'єктів вітрової енергетики. Предмет дослідження - методи та засоби для збору, розпізнавання й обробки зображень із БПЛА. Мета - покращення ефективності збору, точності розпізнавання й оброблення зображень для виявлення дефектів об'єктів вітрової енергетики. Для досягнення мети сформульовано сім завдань, що охоплюють аналіз літератури, архітектуру, розробку спеціальних методів та їхню інтеграцію у єдину систему. Наукова новизна результатів: 1. розроблено нову архітектуру кіберфізичної системи, яка поєднує адаптивне планування польоту БПЛА, мультиспектральний збір даних, хмарно-периферійне оброблення ансамблем нейромереж та нечітке оцінювання ризиків дефектів, що забезпечує автономність циклу огляду; 2. розроблено метод моніторингу, що враховує тривимірну геометрію лопатей та вітрові навантаження, адаптує траєкторії, зменшує енерговитрати польоту та ризик пропуску дефектів; 3. розроблено метод композиції мультиспектральних зображень з урахуванням вагових коефіцієнтів та просторових викривлень, підвищуючи контрастність, деталізацію дефектів та знижуючи кількість хибних спрацьовувань; 4. уперше створено метод оцінювання критичності дефектів на основі нечітких множин, що враховує експертні знання й фізичні параметри ВЕУ та пріоритизує ремонтні роботи, покращуючи безпеку та економічну ефективність. Наукова новизна дисертації полягає в створенні цілісної методології, що вперше поєднала адаптивний маршрут обльоту, мультиспектральну інтеграцію знімків та кількісну оцінку ризику в одному автоматизованому циклі. Запропоновано новий принцип злиття теплових і видимих зображень, а також новий спосіб ранжування дефектів за ступенем небезпеки, підтверджений експертними оцінками та польовими експериментами. Практичне значення одержаних результатів підтверджено лабораторними випробуваннями. Система забезпечила десятикратне скорочення часу огляду та підвищила технічну готовність вітропарку на 4,3%. Розроблену кіберфізичну систему впроваджено на українському підприємстві та інтегровано в навчальний процес Хмельницького національного університету, де він використовується для підготовки фахівців з експлуатації дронів та аналізу даних. Структура роботи складається з анотації, переліку скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків, загальним обсягом 224 сторінок друкованого тексту, що містять 37 рисунків та 38 таблиць. Основні результати опубліковано у восьми наукових працях, поміж яких дві статті у виданнях, що індексуються міжнародними наукометричними базами Scopus/Web of Science, та одне свідоцтво про реєстрацію комп'ютерної програми.

2. Serhii Olehovych Svystun. Methods and tools for dynamic visual data collection on defects of wind energy objects. - Qualification scientific work in manuscript form. Dissertation for obtaining the Doctor of Philosophy degree in the field of knowledge 12 Information Technologies, specialty 123 Computer Engineering. - Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, 2025. An urgent scientific and practical task is improving reliability and economic efficiency in wind energy by automating turbine inspections using UAVs. This dissertation focuses on developing methods and tools that ensure the complete autonomous cycle "takeoff - image collection - analysis - recommendations," reducing manual operations and enhancing defect detection accuracy. The introduction substantiates that manual turbine inspection takes over four hours, does not cover all critical zones, and is hazardous for personnel. Literature analysis revealed the absence of an integrated solution combining flight planning, multispectral data collection, and quantitative risk assessment. A review of wind turbine monitoring methods compared over thirty platforms in terms of performance, energy consumption, and accuracy. The analysis identified that the best available UAV complexes reduce inspection time to forty minutes but are limited in thermal imaging capabilities. System requirements were formulated: autonomy, integration of spectral ranges, adaptability to aerodynamic conditions, and mathematical prioritization of defects. The object of the research is the processes of image collection, recognition, and processing from UAVs for defect detection in wind energy objects. The subject of the research is methods and tools for collecting, recognizing, and processing UAV-obtained images. The aim is to improve the efficiency of collection, accuracy of recognition, and processing of images for detecting defects in wind energy objects. To achieve this aim, seven interconnected tasks were formulated, covering literature analysis, architecture design, development of specialized methods, and integration into a

unified system. Scientific novelty of results: 1. A new cyber-physical system architecture was developed, integrating adaptive UAV flight planning, multispectral data collection, cloud-edge data processing with neural network ensembles, and fuzzy defect risk assessment, ensuring autonomous inspection cycles. 2. A monitoring method was developed, considering the three-dimensional blade geometry and wind loads, adapting flight trajectories, reducing flight energy consumption, and the risk of missing defects. 3. A multispectral image fusion method was developed, accounting for weighting coefficients and spatial distortions, improving defect contrast and detail, and reducing false positives. 4. For the first time, a method for evaluating defect criticality based on fuzzy sets was created, incorporating expert knowledge and physical parameters of wind turbines, prioritizing repairs, and enhancing safety and economic efficiency. The scientific novelty of the dissertation lies in developing an integrated methodology that, for the first time, combines adaptive flight routing, multispectral image fusion, and quantitative risk assessment into a single automated cycle. A new principle for merging thermal and visible images and a novel method for ranking defects by hazard level were proposed, validated by expert assessments and field experiments. The practical significance of the results is confirmed by laboratory tests. The system provided a tenfold reduction in inspection time and increased wind farm operational readiness by 4.3%. The developed cyber-physical system was implemented at a Ukrainian enterprise and integrated into the educational process at Khmelnytskyi National University, where it is used to train specialists in drone operations and data analysis. The structure of the dissertation includes an abstract, a list of abbreviations, an introduction, four chapters, conclusions, references, and appendices, totaling 224 pages containing 37 figures and 38 tables. The main results have been published in eight scientific papers, including two articles in journals indexed by Scopus/Web of Science and one computer program registration certificate.

**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:**

- Svystun S., Melnychenko O., Radiuk P., Savenko O., Sachenko A., Lysyi A. Thermal and RGB images work better together in wind turbine damage detection. *International Journal of Computing*. 2024. Vol. 23, no. 4. P. 526–535
- Svystun S., Scislo L., Pawlik M., Melnychenko O., Radiuk P., Savenko O., Sachenko A. DyTAM: Accelerating wind turbine inspections with dynamic UAV trajectory adaptation. *Energies*. 2025. Vol. 18, no. 7. P. 1823.
- Свистун С. О. Методи визначення траєкторій обльоту БПЛА та оцінки критичності дефектів, виявлених за зображеннями компонентів вітрових енергетичних установок. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2025. № 1. С. 343–347.
- Свистун С. О. Розподілена архітектура системи управління та навігації БПЛА. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки»*. 2024. Т. 345, № 6(2). С. 120–124.

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0124U004665

## VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Савенко Олег Станіславович
2. Oleg S. Savenko

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

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

### Додаткова інформація:

**Повне найменування юридичної особи:** Хмельницький національний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02071234

**Місцезнаходження:** вул. Інститутська, буд. 11, 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. Баловсяк Сергій Васильович
2. Sergiy V. Balovsyak

**Кваліфікація:** д. т. н., доц., 05.13.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

### Додаткова інформація:

**Повне найменування юридичної особи:** Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

**Код за ЄДРПОУ:** 02071240

**Місцезнаходження:** вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дубчак Леся Орестівна
2. Lesia O. Dubchak

**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, буд. 11, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46009, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Павлова Ольга Олександрівна

2. Olha 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, буд. 11, 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. Манзюк Едуард Андрійович

2. Manziuk Eduard A.

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

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Хмельницький національний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 02071234

**Місцезнаходження:** вул. Інститутська, буд. 11, 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**

Бармак Олександр Володимирович

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

Бармак Олександр Володимирович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Синюк Олег Миколайович

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна