

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001985

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 27-05-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № HCBC/58/26 від 28.07.2026



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кардашов Олександр Вадимович

2. Oleksandr V. Kardashov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1767-7846

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: 07-07-2026

Спеціальність за освітою: Комп'ютерні науки

Місце роботи здобувача: 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

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 14042

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

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

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

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 20.53.19, 36.33.85, 44.09, 20.54.06

Тема дисертації:

1. Методи обробки геопросторових даних для визначення технічного потенціалу відновлюваних джерел енергії

2. Methods of Processing Geospatial Data to Determine the Technical Potential of Renewable Energy Sources

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 208 сторінок, включно з 38 рисунками, 12 таблицями та 2 додатками. Обсяг основного тексту становить 158 сторінок. Список використаних джерел містить 138 найменувань, з них 22 українською мовою, 115 англійською мовою, 1 французькою мовою. Ключові слова: моделювання, інтерполяція та прогнозування геоданих на каркасі точок, кригінг, нейронні мережі, машинне навчання, класифікація зображень, корекція даних реаналізу, просторове прогнозування на каркасі точок, дискретизована регулярна сітка, геопросторовий аналіз, геоінформаційне моделювання, відновлювана енергетика, відновлювані джерела енергії, оцінювання технічного потенціалу ВДЕ. Об'єктом дослідження є процеси обробки, аналізу та моделювання геопросторових даних для застосування в галузі

відновлювальної енергетики. Метою дисертаційної роботи є створення методів прогнозування проміжних значень каркасу точок на основі регресійних та геостатистичних методів інтерполяції для удосконалення методів визначення потенціалу генерації відновлювальної енергетики. Методи дослідження. Для розв'язання поставлених завдань використовувалися методи геометричного моделювання, методи математичної статистики, методи обробки геопросторових даних, методи машинного навчання, геостатистики та інтелектуального аналізу даних для прогнозування на основі вибірки предикторів та задачі просторової інтерполяції, методи валідації та оцінювання якості моделей на основі статистичного аналізу похибок та точності прогнозування, методи об'єктно-орієнтованого програмування та процедурного програмування для реалізації програмних модулів дослідження. Використовувалося програмне забезпечення ArcGIS Pro, бібліотека scikit-learn. Вперше запропоновано метод просторового моделювання на неупорядкованому каркасі точок з урахуванням характеристик поверхні та середовища, визначення проміжних значень якого відбувається на основі прогнозування методом Random Forest, що підвищує точність інтерполяції відносно геостатистичних методів; Вперше запропоновано формалізацію геоданих для просторового моделювання на неупорядкованому каркасі, яка дозволяє виконувати прогнозування значень характеристик в точках, які не належать вхідному каркасу, що базується, на відміну від існуючих, з комбінації методів геостатистики та машинного навчання; Удосконалено модель оцінювання технічного потенціалу генерації електроенергії за рахунок інтеграції комбінації геостатистичних методів інтерполяції та методів прогнозування на основі машинного навчання в етап просторового розподілу відновлювального ресурсу. Модель передбачає адаптивний підхід до методу просторового розподілу даних в залежності від параметрів рельєфу та клімату, на основі наборів вхідних даних різних форматів. Удосконалено методику формування вхідного набору даних для просторового розподілу характеристики неупорядкованого каркаса точок шляхом виконання задачі регресії з узгодження недостовірної вибірки даних з достовірною за вузловими значеннями із забезпеченням підвищення точності недостовірної вибірки даних. Реалізовано адаптивну модель оцінювання технічного потенціалу ВДЕ із варіативними сценаріями просторового моделювання ресурсу, що забезпечує вибір методу формування шару ресурсу залежно від складу та якості вхідних даних і типу території із різнорідними морфометричними та кліматичними умовами. Розроблено програмно-алгоритмічну схему обробки даних для етапу визначення кількості доступного відновлювального ресурсу, який включає фіксований набір програмних модулів: корекцію даних реаналізу за опорними спостереженнями метеостанцій та прогнозування проміжних значень за каркасом точок. Застосування морфометричних і кліматичних предикторів у складі вхідних ознак забезпечує формування неперервного поля ресурсу у форматі, придатному для подальшого формування карти придатності. Виконано апробацію моделі для вітрової енергетики на території України із сценарним аналізом за пороговими значеннями КВНП, що дозволило отримати відтворювані інтегральні оцінки максимальної встановленої потужності та потенціалу виробітку для порівняння варіантів відбору придатних зон. За результатами розрахунків встановлено, що при $\text{КВНП} \geq 0.2$ технічний потенціал ВЕС становить 726365 МВт та 1 594749 млн кВт•год/рік, а при $\text{КВНП} \geq 0.25$ - 406721 МВт та 1040634 млн кВт•год/рік. Виконано апробацію моделі для сонячної енергетики із обчисленням максимальної встановленої потужності та річної генерації, що забезпечує можливість сценарного порівняння результатів за різними системами просторових обмежень і припущеннями щодо технологічних параметрів. За підсумком агрегації по території України отримано сумарну доступну площу для СЕС від 1 МВт 101945.8746 км², що відповідає площі встановлених ФЕМ 40311.5 км², 8062300 МВт максимальної встановленої потужності та 10030497.41 млн кВт•год/рік теоретично досяжної річної генерації.

2. The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusions, references, and appendices. Its total length is 208 pages, including 38 figures, 12 tables, and 2 appendices; the main text comprises 158 pages. The reference list contains 138 sources: 22 in Ukrainian, 115 in English, and 1 in French. Keywords: modelling, geodata interpolation and prediction on a point framework, kriging, neural networks, machine learning, image classification, reanalysis data correction, spatial prediction, discretized regular grid, geospatial analysis, geoinformation modelling, renewable energy, renewable energy sources, assessment of the technical potential of RES. The object of the research is the processing, analysis, and modelling of geospatial data for renewable energy

applications. The aim of the dissertation is to develop methods for predicting intermediate values within a point framework using regression and geostatistical interpolation approaches in order to improve the assessment of renewable energy generation potential. The research employs methods of geometric modelling, mathematical statistics, geospatial data processing, machine learning, geostatistics, and data mining for predictor-based forecasting and spatial interpolation. Model validation and quality assessment are based on statistical analysis of errors and prediction accuracy. Object-oriented and procedural programming methods are used to implement the research software modules. The study uses ArcGIS Pro and the scikit-learn library. The scientific novelty of the dissertation is as follows. For the first time, a method of spatial modelling on an irregular point framework has been proposed. It accounts for surface and environmental characteristics and determines intermediate values using the Random Forest algorithm, thereby improving interpolation accuracy compared with geostatistical methods. A formalization of geodata for spatial modelling on an irregular framework has also been proposed. It enables prediction at points outside the input framework through a combination of geostatistical and machine learning methods. The model for assessing the technical potential of electricity generation has been improved by integrating geostatistical interpolation and machine-learning-based prediction into the stage of spatial distribution of the renewable resource. It applies an adaptive approach to selecting the spatial distribution method depending on terrain and climate parameters and on the format of input datasets. The methodology for forming an input dataset for spatial distribution on an irregular point framework has been improved by solving a regression task that aligns unreliable data samples with reliable nodal values and increases their accuracy. An adaptive model for assessing the technical potential of RES has been implemented, with variable scenarios for spatial resource modelling. It selects the method for forming the resource layer according to the composition and quality of input data and the type of territory with heterogeneous morphometric and climatic conditions. A software-algorithmic data processing scheme has been developed for determining the amount of available renewable resource. It includes reanalysis data correction using reference observations from meteorological stations and prediction of intermediate values on a point framework. The use of morphometric and climatic predictors enables the formation of a continuous resource field suitable for subsequent suitability mapping. The model was tested for wind energy in Ukraine using scenario analysis based on capacity factor thresholds. This enabled reproducible integral estimates of maximum installed capacity and generation potential for comparing suitable-zone selection scenarios. The results show that at $CF \geq 0.2$ the technical potential of wind power plants is 726,365 MW and 1,594,749 million kWh/year, while at $CF \geq 0.25$ it is 406,721 MW and 1,040,634 million kWh/year. The model was also tested for solar energy by calculating maximum installed capacity and annual generation, enabling scenario comparison under different spatial constraints and technological assumptions. For Ukraine, the total available area for solar power plants of at least 1 MW is estimated at 101,945.8746 km². This corresponds to 40,311.5 km² of installed PV modules, 8,062,300 MW of maximum installed capacity, and 10,030,497.41 million kWh/year of theoretically achievable annual generation.

Державний реєстраційний номер ДіР: д/р 0121U110721, д/р 0226U000915, д/р 0123U100808

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. Matiakh S., Ausheva N., Kardashov O., Bondarenko D. Determination of the photovoltaic potential of territorial communities of Ukraine using geoinformation systems. *Vidnovliuvana enerhetyka*. 2025. № 4(83). P. 165–188. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2025.4\(83\).165-188](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2025.4(83).165-188)
- 2. Аушева Н.М., Кардашов О.В. Визначення просторового розподілу швидкості вітру на основі детермінованих та геостатистичних методів. *Зв'язок*. 2025. № 4, С.76–84, <https://doi.org/10.31673/2412->

- 3. Ausheva N. M., Sydorenko I. V., Kaleniuk O. S., Kardashov O. V., Horodetskyi M. V. Implicit curves and surfaces modeling with pseudogaussian interpolation. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2025. № 1. P. 30–37. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2025-1-3>
- 4. Ausheva N., Shapovalova S., Petrenko K., Kardashov O., Sofienko A. Construction of a spatial distribution model of wind energy characteristics. Advanced Information Systems. 2024. Vol. 8, no. 4. P. 13–19. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.4.02>
- 5. Петренко К.В., Аушева Н.М., Кардашов О.В. Методика оцінки вітроенергетичного потенціалу території України з використанням геоінформаційних систем. Відроджувана енергетика. 2024. # 4(79), С.68–81. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2024.4\(79\).68-81](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2024.4(79).68-81)
- 6. Аушева Н.М., Чорний В.О., Кардашов О.В., Онисько А.І., Тарнавський Ю.А. Процедурна генерація воксельних ландшафтів на основі ізоповерхонь із застосуванням багатопотоковості. Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць. Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2023. (25), С.11–21. <https://doi.org/10.33842/2313-125X-2023-25-11-21>
- Аушева Н.М., Кардашов О.В., Застосування полігонів Тіссена для визначення вітрового режиму на основі просторового розподілу швидкості вітру, Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики: матеріали XXII міжн. наук.-практ. конф., 22–25 квітня 2025. Київ. 2025. Т.2. С.229–231.
- Аушева Н.М., Кардашов О.В., Визначення площ, придатних для встановлення вітрових електричних установок, Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики: матеріали XXI міжн. наук.-практ. конф., 25–28 квітня 2024. Київ. 2024. Т.2. С.245–247
- Аушева Н.М., Чорний В.О., Кардашов О.В., Онисько А.І., Тарнавський Ю.А. Процедурна генерація воксельних ландшафтів. Сучасні проблеми геометричного моделювання: тези 25 міжн. наук.-практ. конф., 6–9 червня 2023. Мелітополь. 2023. – С.4
- Аушева Н.М., Кардашов О.В. Моделювання фізично коректного розсіювання світла при множинному відбитті променів. Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики: матеріали XX міжн. наук.-практ. конф., 25–28 квітня 2023. Київ. 2023. Т.2. С.168–169
- Аушева Н.М., Кардашов О.В., Владіміров В.М. Генерація карт тіней за допомогою лінійної і сферичної інтерполяції. Сучасні проблеми моделювання: тези 24 міжн. наук.-практ. конф., 8–9 вересня 2022. – Запоріжжя. 2022. – С.3
- Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України: Видання третє, оновлене/за заг. ред. С.О. Кудрі (Кардашов О.В. Розділ 2). – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2024. – 56 с. ISBN 978-966-999-034-2

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація; аналітичні матеріали

Соціально-економічна спрямованість: спрощення розвитку відновлюваної енергетики в Україні

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: д/р 0121U110721, д/р 0226U000915, д/р 0123U100808

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Аушева Наталія Миколаївна

2. Nataliia M. Ausheva

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.01.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0816-2971

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

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ботвіновська Світлана Іванівна

2. Svitlana I. Botvinovska

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.01.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1832-1342

Додаткова інформація: ;<https://orcid.org/0000-0002-1832-1342>;<https://scholar.google.com.ua/citations?user=8at6Y9EAAAAJ&hl=uk>;https://www.researchgate.net/profile/Svitlana_Botvinovska

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет будівництва і архітектури

Код за ЄДРПОУ: 02070909

Місцезнаходження: проспект Повітряних сил, Київ, 03037, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дашкевич Андрій Олександрович

2. Andrii O. Dashkevych

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.01.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9963-0998

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Веремійчук Юрій Андрійович

2. Yurii A. Veremiichuk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.14.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0258-0478

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

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шушура Олексій Миколайович

2. Oleksii M. Shushura

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3200-720X

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

VIII. Заключні відомості

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

Мухін Вадим Євгенійович

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

Мухін Вадим Євгенійович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Кардашов Олександр Вадимович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна