

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U005292

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 22-09-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шунін Олександр Юрійович

2. Oleksandr Shunin

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0002-3001-8255

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: Інформаційні технології

Дата захисту: 18-09-2026

Спеціальність за освітою: Радіотехніка

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 16892

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, Одеса, 65044, 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: Національний університет "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, Одеса, 65044, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 28.23.29, 28.23.37, 20.54.06

Тема дисертації:

1. Нейромережеві методи виявлення аномалій у полях фізичних величин.
2. Neural Network Methods for Anomaly Detection in Fields of Physical Quantities.

Реферат/анотація:

1. Дисертацію присвячено розробленню нейромережевих методів виявлення, класифікації та локалізації аномалій у полях фізичних величин на основі узгодженого просторово-часового подання різномірних сенсорних даних БПЛА-платформи. Науковий зміст роботи полягає у створенні нейромережевого підходу, за якого різномірні вимірювальні потоки перетворюються на структуровані вхідні дані нейронних мереж, придатні для достовірного виявлення, класифікації та просторової локалізації аномалій. Актуальність зумовлена недостатньою розробленістю нейромережевих методів виявлення аномалій за різномірними сенсорними даними: аномалія часто проявляється через слабко виражені, нелінійні та зашумлені відхилення розподілу фізичного поля від фонового стану. Ефективність нейромережевого пошуку залежить не лише від архітектури мережі, а й від якості вхідних даних, оскільки сенсорні потоки формуються з різними частотами дискретизації, у різних форматах і системах координат. У першому розділі проаналізовано фізичні принципи роботи імпульсних металошукачів, TMR-магнітометрів, мультиспектральних камер і георадарів. Встановлено, що окремі сенсорні канали мають різну інформативність, а головним стримувальним

чинником є відсутність узгодженого подання різнорідних вимірювань. У другому розділі розв'язано задачу підготовки різнорідних сенсорних даних. Удосконалено метод часового узгодження потоків на основі апаратної прив'язки каналів до спільного опорного сигналу (похибка 2–4 см). Вперше розроблено чотиривимірну модель поля аномалій $S(c,X,Y,t)$. Удосконалено метод просторової прив'язки вимірювань, який поєднує автономну кінематику реального часу з обґрунтуванням точності геоприв'язки (похибка 1–8 см). Сформовано 14-канальне тензорне подання $T(x,y,k)$ шляхом інтерполяції потоків на сітку 10×10 см. У третьому розділі розроблено нейромережевий метод виявлення та класифікації аномалій за тензорним поданням $T(x,y,k)$ як входом для ансамблю 1D-згорткових нейронних мереж і стекінгового метакласифікатора. Отримано $Pd = 0,965$, $F1 = 0,952$ за часу обробки менш ніж 4 мс/вектор. Набув подальшого розвитку підхід до побудови фізично-інформованих нейронних мереж через регуляризаційні складові функції втрат, задані дипольною моделлю аномалії та моделлю затухання вихрових струмів. У четвертому розділі розглянуто формування навчальних вибірок і планування місій. Запропоновано стратегію поєднання лабораторного навчання та польового донавчання й аугментацію із цифровим двійником: частка синтетичних даних ~25% дає приріст $F1$ на 0,020. Дворівнева схема планування місії скорочує площу детального обстеження на 56,3% без втрати інформативності. У п'ятому розділі описано програмну реалізацію та експериментальну перевірку методів. Показано, що інтеграція каналів у єдиному нейромережевому конвеєрі підвищує достовірність виявлення аномалій. Польові випробування підтвердили локалізацію аномалій із сантиметровою точністю. Відкритий набір даних опубліковано в репозиторії github.com/op-uav-lab/soil-monitor-mlp. Наукова новизна полягає в отриманні таких результатів: - удосконалено нейромережевий метод виявлення і класифікації аномалій за мультисенсорними даними БПЛА-платформи з використанням тензорного подання $T(x,y,k)$ як спільного входу для ансамблю 1D-згорткових нейронних мереж і стекінгового метакласифікатора; - вперше розроблено чотиривимірну модель поля аномалій $S(c,X,Y,t)$ для даних імпульсної індукції; - удосконалено метод часового узгодження різнорідних вимірювальних потоків на основі апаратної прив'язки каналів (похибка синхронізації 2–4 см); - удосконалено метод просторової прив'язки вимірювань з обґрунтуванням точності геоприв'язки (похибка 1–8 см); - набув розвитку підхід до побудови фізично-інформованих нейронних мереж через регуляризаційні складові функції втрат. Практичне значення полягає у можливості застосування розроблених методів у задачах гуманітарного розмінування, дистанційного моніторингу ґрунтів, геофізичного обстеження та екологічного контролю територій. Результати використано у проєктах НФДУ № 2023.04/0161, СШ/5-2024 та НДР 723-43. Опубліковано десять наукових праць: колективна монографія, стаття у виданні Scopus, стаття у виданні іншої держави, дві статті у фахових виданнях категорії «Б» та матеріали конференцій

2. The thesis is devoted to the development of neural network methods for the detection, classification, and localization of anomalies in fields of physical quantities based on an aligned spatio-temporal representation of heterogeneous sensor data from a UAV platform. The scientific contribution lies in a neural network approach in which heterogeneous measurement streams are transformed into structured input data suitable for reliable anomaly detection, classification, and spatial localization. The relevance stems from insufficient development of neural network methods for anomaly detection using heterogeneous sensor data: an anomaly often manifests through weak, nonlinear, and noisy deviations of a physical field from its background state. Effectiveness depends not only on architecture but on input data quality, since sensor streams of different physical nature have different sampling rates, formats, and coordinate systems. The first chapter analyses pulse induction metal detectors, TMR magnetometers, multispectral cameras, and ground-penetrating radar. Individual channels have complementary sensitivities but different informativeness; the key limiting factor is the absence of an aligned representation of heterogeneous measurements. The second chapter addresses preparation of heterogeneous sensor data. A method for temporal alignment based on hardware synchronization to a common reference signal has been improved (synchronization error 2–4 cm). For the first time, a four-dimensional anomaly field model $S(c,X,Y,t)$ for pulse induction data has been developed. A method for spatial georeferencing combining autonomous real-time kinematics with accuracy justification has been improved (spatial error 1–8 cm). A 14-channel tensor representation $T(x,y,k)$ was formed by interpolating streams onto a 10×10 cm grid. The third chapter develops a

neural network method for anomaly detection and classification using $T(x,y,k)$ as input for a 1D-CNN ensemble and stacking meta-classifier. Test samples showed $Pd = 0.965$, $F1 = 0.952$ at under 4 ms per data vector. The PINN approach has been further developed by introducing loss-function regularization terms based on the dipole magnetic anomaly model and multi-exponential eddy-current decay. The fourth chapter considers training dataset formation and mission planning. A laboratory-plus-field fine-tuning strategy and physically correct augmentation using a digital twin are proposed: a synthetic-data share of ~25% provides an F1 increase of 0.020. A two-level mission planning scheme reduces the detailed survey area by 56.3% without losing target informativeness. The fifth chapter describes software implementation and experimental verification. Integration of PI, magnetometric, and GPR channels within a unified neural network pipeline increases detection reliability. Field tests confirmed anomaly localization with centimetre-level accuracy. An open dataset was published in the repository github.com/op-uav-lab/soil-monitor-mlp. The scientific novelty includes the following results: – the neural network method for anomaly detection and classification using multisensor UAV data has been improved, using the aligned tensor $T(x,y,k)$ as a common input for a 1D-CNN ensemble and stacking meta-classifier; – for the first time, a four-dimensional anomaly field model $S(c,X,Y,t)$ has been developed; – the method for temporal alignment of heterogeneous streams has been improved, providing a synchronization error of 2–4 cm; – the method for spatial georeferencing has been improved, achieving a spatial error of 1–8 cm; – the PINN approach has been further developed through loss-function regularization terms reflecting the dipole magnetic anomaly model and eddy-current decay. The practical significance lies in applying the developed methods to humanitarian demining, remote soil monitoring, geophysical survey, and environmental control of affected territories. The results were used in NRFU project No. 2023.04/0161, SS/5-2024, and R&D project 723-43. Ten scientific works were published: a collective monograph, one article in a Scopus-indexed journal, one article in a foreign periodical, two articles in Ukrainian category "B" journals, and conference proceedings.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0124U003664

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Технологічне оновлення та розвиток агропромислового комплексу

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Інформаційне забезпечення дистанційного моніторингу забруднення ґрунтів повоєнних територій : монографія / Антошук С. Г., Дрозд М. О., Маслов О. В., Галчонков О. М., Кондратьєв С. Б., Шунін О. Ю., Баранов О. М., Щербакова Г. Ю., Кошутіна Д. В., Баськов І. М., Костенко В. Л. ; за ред. С. Г. Антошук. Одеса, 2026. ISBN 978-617-8814-10-6. DOI: 10.5281/zenodo.20355627. Колективна монографія. <https://zenodo.org/records/20355627>
- Shunin O. Y., Maslov O. V. Information model of remote sensing of soil. Herald of Advanced Information Technology. 2025. Vol. 8, No. 3. P. 352–365. DOI: 10.15276/hait.08.2025.23. Видання індексується наукометричною базою Scopus; включено до переліку наукових фахових видань України. <https://doi.org/10.15276/hait.08.2025.23>
- Дрозд М. О., Дрозд Ю. В., Шунін О. Ю. Ефективність навчання нейронної мережі на формованих наборах зображень з заданим рівнем різноманіття. Наука і техніка сьогодні. 2025. № 9(50). С. 1104–1123. DOI: 10.52058/2786-6025-2025-9(50)-1104-1123. Видання включено до переліку наукових фахових видань України, категорія «Б». [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-9\(50\)-1104-1123](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-9(50)-1104-1123)

- Шунін О. Ю., Маслов О. В. Алгоритми та методи злиття мультисенсорних даних при виявленні аномалій з використанням БПЛА. Наука і техніка сьогодні. 2026. № 4(58). С. 4832–4854. DOI: 10.52058/2786-6025-2026-4(58)-4832-4854. Видання включено до переліку наукових фахових видань України, категорія «Б». [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2026-4\(58\)-4832-4854](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2026-4(58)-4832-4854)
- Shunin O., Maslov O., Galchonkov O. Building a basic drone equipment set for conducting research to detect anomalies in soil. International Science Journal of Engineering & Agriculture. 2025. Vol. 4, No. 5. P. 13–26. DOI: 10.46299/j.isjea.20250405.02. Наукове періодичне видання іншої держави. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20250405.02>
- Galchonkov O., Baranov O., Antoshchuk S., Maslov O., Babilunga O., Shunin O. Using stacked ensemble classifiers to speed up object recognition in images for mine detection drones. 2024 IEEE 7th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development (APUAVD). Київ, 2024. P. 262–265. DOI: 10.1109/APUAVD64488.2024.10765855. Матеріали конференції індексуються наукометричною базою Scopus. <https://doi.org/10.1109/APUAVD64488.2024.10765855>
- Antoshchuk S. G., Drozd M. O., Maslov O. V., Shunin O. Y. Multi-sensor UAV mission planning framework for environmental monitoring and humanitarian demining. Proceedings of the Artificial Intelligence Technologies and Aerospace Issues III International Scientific-Practical Conference. Baku, Azerbaijan, July 8–9, 2025. Proceedings of an international scientific conference.
- Drozd M., Drozd Y., Shunin O. Formation of synthetic image datasets for training neural network. Problems of modern education and old technologies : abstracts of II International scientific and practical conference. Сарагоса, Іспанія, 8–10 вересня 2025 р. P. 63–69. Матеріали міжнародної наукової конференції.
- Maslov O., Antoshchuk S., Galchonkov O., Mokritskiy V., Shunin O. A digital twin of a landmine detector drone based on the prompt gamma neutron activation analysis method. Матеріали XXVII Міжнародної конференції «Автоматика 2024», 20–22 листопада 2024 р. Дніпро (Україна). С. 42. Матеріали міжнародної наукової конференції
- Маслов О. В., Шунін О. Ю. Використання дронів для забезпечення безпеки сільськогосподарських земель. Всеукраїнський науково-практичний форум «Штучний інтелект у тваринництві: майбутнє сьогодні», 9 травня 2025 р. Київ. Матеріали Всеукраїнського науково-практичного форуму.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології; програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища; підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0124U003664

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Маслов Олег Вікторович

2. Oleh V. Maslov

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.14.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0288-0289

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, Одеса, 65044, 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. Березький Олег Миколайович

2. Oleh M. Berezsky

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.23

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9931-4154

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. Романюк Олександр Никифорович

2. Oleksandr Romanyuk

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2245-3364

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57105210600>

<https://publons.com/researcher/1935170/olexander-n-romanyuk/publications/>

https://scholar.google.com.ua/citations?user=Q9X_9U4AAAAJ&hl=ua <https://dblp.uni-trier.de/pid/284/3423.html>

Повне найменування юридичної особи: Вінницький національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 02070693

Місцезнаходження: вул. Хмельницьке шосе, Вінниця, Вінницький р-н., 21021, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ніколенко Анатолій Олександрович

2. Anatolii O. Nikolenko

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9849-1797

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, Одеса, 65044, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Фомін Олександр Олексійович

2. Oleksandr O. Fomin

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8816-065

Додаткова інформація: ;<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57103429400>

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, Одеса, 65044, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Арсирій Олена Олександрівна

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Арсирій Олена Олександрівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Реєстратор

Шунін Олександр Юрійович

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна