

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001772

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 18-05-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шихмат Антон Олександрович

2. Anton O. Shykhmat

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: 123 Комп'ютерна інженерія

Дата захисту: 09-07-2026

Спеціальність за освітою: 123 – “Комп'ютерна інженерія”

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 13535

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:

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

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:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 20.55

Тема дисертації:

1. Методи та засоби діагностики несправностей сільськогосподарської техніки
2. Methods and tools for diagnosing faults in agricultural machinery

Реферат/анотація:

1. Шихмат А.О. Методи та засоби діагностики несправностей сільськогосподарської техніки. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 “Комп’ютерна інженерія”. – Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, 2026. У дисертаційній роботі розв’язано актуальне науково завдання підвищення точності оцінювання технічного стану та раннього виявлення несправностей сільськогосподарської техніки шляхом розроблення та удосконалення методів прогнозування залишкового ресурсу її компонентів на основі інтеграції телеметричних, експлуатаційних і геопросторових даних, а також створення інтелектуальної інформаційної системи діагностики. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. У першому розділі проведено аналіз типових несправностей сільськогосподарської техніки та чинників, що впливають на їх виникнення. Встановлено, що найбільш поширеними є несправності електричної системи та двигуна, а ключовими причинами – умови експлуатації, обслуговування та якість ресурсів. Проведено аналіз сучасних методів діагностики несправностей, який

показав, що більшість з них не є адаптивними, не враховують природних умов в яких працює техніка, не ідентифікують джерело несправності, не дозволяють виявляти нові типи несправностей та не описують архітектурні рішення, що ускладнює повторне використання підходів. Обґрунтовано необхідність інтеграції різнорідних даних і застосування методів машинного навчання, сформульовано мету та задачі дослідження. У другому розділі обґрунтовано підходи до побудови масштабованої інформаційної системи діагностики на основі мікросервісної архітектури та хмарних обчислень. Запропоновано використання протоколу MQTT у середовищі AWS IoT Core для передачі телеметричних даних, Apache Spark – для їх потокової обробки та Accumulo – для збереження. Розроблено та удосконалено методи прогнозування залишкового ресурсу компонентів техніки на основі декомпозиції на підсистеми, інтеграції телеметричних, експлуатаційних і геопросторових даних, а також формування ознак із застосуванням дискретного вейвлет-перетворення. Показано, що запропоновані підходи забезпечують підвищення точності прогнозування, що підтверджено експериментально (зменшення MAE, MAPE, RMSE та зростання R^2). Встановлено доцільність використання LSTM-моделей для аналізу часових залежностей. У третьому розділі розроблено архітектурно-інформаційну модель інтелектуальної системи діагностики технічного стану сільськогосподарської техніки.

Запропоновано структуру системи на основі мікросервісної архітектури з використанням хмарного середовища AWS, визначено функціональні компоненти та їх взаємодію. Обґрунтовано підхід до інтеграції моделей машинного навчання, організацію обробки даних і механізми безпечної автентифікації користувачів на основі OAuth 2.0. Розроблена модель забезпечує інтеграцію телеметричних, експлуатаційних і геопросторових даних та їх використання у задачах прогнозування. У четвертому розділі реалізовано інформаційну систему діагностики несправностей сільськогосподарської техніки відповідно до запропонованої архітектури. Забезпечено інтеграцію IoT-пристроїв, потокову обробку даних, збереження, прогнозування та надсилання сповіщень у режимі реального часу. Проведено експериментальне дослідження продуктивності, масштабованості та точності системи. Встановлено, що система ефективно обробляє великі обсяги даних із низькими затримками, а моделі прогнозування забезпечують високу точність. Підтверджено доцільність використання декомпозиції техніки на підсистеми та інтеграції різних типів даних для підвищення точності прогнозування. Отримані результати мають практичну цінність, оскільки розроблені методи, моделі та програмні засоби можуть бути використані для створення інтелектуальних систем моніторингу та прогновної діагностики несправностей техніки в аграрному секторі. Запропоновані рішення забезпечують підвищення точності оцінювання технічного стану, зменшення витрат на обслуговування та підвищення надійності експлуатації техніки. Практичну придатність підтверджено експериментальними дослідженнями та впровадженням результатів у прикладних проектах. Ключові слова: сільськогосподарська техніка; геопросторові дані; Інтернет речей; архітектура IoT; обробка даних; аналіз даних; цифрова діагностика; прогнозування; прогнозне обслуговування; залишковий ресурс експлуатації; аналіз часових рядів; моніторинг; сенсори; інтелектуальні системи; інформаційні системи; машинне навчання; глибинне навчання; рекурентна нейронна мережа; об'єктно орієнтоване програмування; дискретне вейвлет перетворення; несправності; важливість ознак; інженерія ознак; протоколи передачі даних; ансамблева модель; хмарні обчислення; хмарні технології; хмарні платформи.

2. Shykhmat A.O. Methods and tools for diagnosing faults in agricultural machinery. on the rights of a manuscript. The thesis for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in specialty 123 "Computer Engineering" . – Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, 2026. The thesis addresses the actual scientific and technical problem of improving the accuracy of technical condition assessment and early fault detection in agricultural machinery by developing and enhancing methods for predicting the remaining useful life of its components based on the integration of telemetry, operational, and geospatial data, as well as by creating an intelligent diagnostic information system. The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of references, and appendices. The first chapter analyzes typical failures of agricultural machinery and the factors influencing their occurrence. It is established that the most common failures are related to the electrical system and engine, while the key causes include operating conditions, maintenance quality, and resource quality. An analysis of existing fault diagnosis methods is carried out, showing that most of them lack adaptability, do not consider

environmental operating conditions, fail to identify the source of faults, are unable to detect new types of failures, and do not provide architectural solutions, which complicates their reuse. The necessity of integrating heterogeneous data and applying machine learning methods is substantiated, and the research goal and objectives are formulated. The second chapter substantiates approaches to building a scalable diagnostic information system based on microservices architecture and cloud computing. The use of the MQTT protocol within AWS IoT Core for telemetry data transmission, Apache Spark for stream processing, and Accumulo for data storage is proposed. Methods for predicting the remaining useful life of machinery components are developed and improved based on system decomposition into subsystems, integration of telemetry, operational, and geospatial data, and feature extraction using discrete wavelet transform. It is shown that the proposed approaches improve prediction accuracy, which is confirmed experimentally (reduction of MAE, MAPE, RMSE, and increase in R^2). The feasibility of using LSTM models for analyzing temporal dependencies is demonstrated. The third chapter presents a component-oriented architectural and informational model of an intelligent system for diagnosing the technical condition of agricultural machinery. The system structure based on microservices architecture deployed in the AWS cloud environment is proposed, and its functional components and their interactions are defined. The approach to integrating machine learning models, organizing data processing, and implementing secure user authentication using OAuth 2.0 is substantiated. The developed model ensures effective integration of telemetry, operational, and geospatial data and their use in prediction tasks. The fourth chapter describes the implementation of a software system for diagnosing faults in agricultural machinery based on the proposed architecture. Integration of IoT devices, real-time data processing, storage, prediction, and notification mechanisms is ensured. Experimental evaluation of system performance, scalability, and prediction accuracy is conducted. The system is shown to efficiently process large volumes of data with low latency, while prediction models demonstrate high accuracy. The effectiveness of subsystem decomposition and integration of heterogeneous data sources for improving prediction accuracy is confirmed. The obtained results have practical significance, as the developed methods, models, and software tools can be used to create intelligent systems for monitoring and predictive diagnostics of machinery in the agricultural sector. The proposed solutions improve the accuracy of technical condition assessment, reduce maintenance costs, and increase operational reliability. The practical applicability is confirmed by experimental studies and implementation in real-world projects. Keywords: Agricultural machinery; geospatial data; Internet of Things; IoT architecture; data processing; data analysis; digital diagnostics; forecasting; predictive maintenance; remaining useful life; time series analysis; monitoring; sensors; intelligent systems; information systems; machine learning; deep learning; recurrent neural network; object-oriented programming; discrete wavelet transform; faults; feature importance; feature engineering; data transmission protocols; ensemble model; cloud computing; cloud technologies; cloud platforms.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

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

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Shykhmat A., Veres Z. Protocols comparison for real-time data streaming from iot devices to a cloud-based solution // Вимірювальна техніка та метрологія : міжвідомчий науково-технічний збірник. 2023. Vol. 84, № 4. С. 44–51.
- Шихмат А. О., Верес З. Є. Вибір протоколів для передачі даних з пристроїв інтернету речей до постачальників хмарних послуг // Комп'ютерні системи та мережі. 2023. Вип. 5, № 1. С. 149–160.
- Shykhmat A., Veres Z. Selection of databases to store geospatial-temporal data // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2023. № 4. С. 7–12

- Shykhmat A., Veres Z. Agriculture vehicles predictive maintenance with telemetry, maintenance history and geospatial data // Досягнення у кіберфізичних системах. 2024. Vol. 9, № 2. С. 134–139
- Shykhmat A., Solskyi V. Geospatial and wavelet-based feature fusion for RUL forecasting in agriculture machinery // Досягнення у кіберфізичних системах. 2025. Vol. 10, № 2. С. 184–190
- Shykhmat A., Veres Z. Improving Agricultural Vehicle RUL Prediction The Effectiveness of GIS Data in LSTM, RNN, and FCNN Models. The 13th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, 4–6 вересня 2025 р., Глівіце

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

Соціально-економічна спрямованість: економія енергоресурсів; економія матеріалів; підвищення автоматизації виробничих процесів

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. Верес Зеновій Євгенович

2. Zenoviy Y. Veres

Кваліфікація: к. т. н., 05.13.23

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2312-2575

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:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шувар Роман Ярославович

2. Roman Y. Shuvar

Кваліфікація: к. ф.-м. н., доц., 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6768-4695

Додаткова інформація: Web of Science Researcher ID: F-6915-2019; Scopus Author ID: 8521299500;
scholar.google.com/citations?user=ZpUf108AAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, Львів, 79000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тригуба Анатолій Миколайович

2. Anatolii M. Tryhuba

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.22

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8014-5661

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205225539>;

<https://www.webofscience.com/wos/author/record/ABD-6623-2021>;

<https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=i1rMXiMAAAAJ>

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького

Код за ЄДРПОУ: 00492990

Місцезнаходження: вул. Пекарська, Львів, 79010, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дзелендзяк Уляна Юріївна

2. Ulyana Y. Dzelendzyak

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0529-8582

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:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кочан Орест Володимирович

2. Orest V. Kochan

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.11.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3164-3821

Додаткова інформація: Web of Science Researcher ID: I-9885-2018; Scopus Author ID: 24477221900;
<https://scholar.google.com/citations?hl=uk&user=Yo4p5owAAAAJ>

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:

VIII. Заключні відомості

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

Ізонін Іван Вікторович

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

Ізонін Іван Вікторович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Клиско Юрій Володимирович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна