

## **ВИСНОВОК**

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

**Шевченка Дмитра Олександровича**

**«Інформаційна технологія технічного діагностування елементів динамічних систем на основі даних моніторингу»,**

яка подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

### **1. Оцінка роботи здобувача у процесі підготовки дисертації і виконання індивідуального плану навчальної та наукової роботи**

Здобувач Шевченко Дмитро Олександрович виконав у повному обсязі Індивідуальний план виконання освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії. Освітня програма в обсязі 60 кредитів ECTS виконана у повному об'ємі. Здобувач успішно склав заліки та іспити з наступних дисциплін: Філософські засади та методологія наукових досліджень; Іноземна мова для аспірантів; Основи інноваційного менеджменту; Теорія обчислень і програмування; Сучасний числовий аналіз; Концептуальні моделі, архітектури та технології проектування проблемно-орієнтованих інформаційних систем; Методи та технології обробки інформації в нейронних мережах великого розміру; Сучасні методи та засоби моделювання складних комп'ютеризованих систем; Експертні системи на нечіткій логіці для аналізу даних.

У процесі навчання здобувач набув усіх компетентностей, теоретичних знань, вмінь і навичок, визначених Стандартом вищої освіти третього науково-освітнього рівня за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Усі заплановані види робіт були виконані своєчасно. Здобувач плідно співпрацював з науковим керівником протягом усього терміну навчання в аспірантурі.

### **2. Обґрунтування вибору теми дослідження**

Динамічні технічні системи, такі як турбовентиляторні двигуни, промислові підшипники, редуктори, вітрові турбіни та гідравлічні системи, є критичними компонентами сучасної промислової інфраструктури. Непередбачувані відмови таких систем призводять до значних економічних втрат, простоїв виробництва та потенційних ризиків для безпеки. У зв'язку з цим технічне діагностування стану та прогнозування залишкового ресурсу динамічних систем набуває особливого значення для забезпечення надійності, безпеки та економічної ефективності промислових процесів.

Традиційні підходи до технічного обслуговування базувалися на фізичних

моделях деградації або планових графіках, що потребували глибокого розуміння механізмів руйнування, точного визначення параметрів моделей та не враховували реальний стан обладнання. Такі методи є трудомісткими та характеризуються суб'єктивністю оцінок та низькою налаштованістю до нових типів дефектів і змінних операційних режимів.

Розвиток технологій Індустрії 4.0, Інтернету речей (IoT) та систем диспетчерського контролю і збору даних (SCADA) суттєво розширив можливості збору великих обсягів даних моніторингу технічних систем у реальному часі. Це створило передумови для переходу до методів технічного діагностування на основі даних моніторингу, що використовують математичні моделі і методи машинного навчання та глибокого навчання для аналізу багатовимірних часових рядів, виявлення аномалій, класифікації станів систем та прогнозування залишкового ресурсу.

Проте аналіз сучасного стану досліджень у галузі технічного діагностування виявляє низку невирішених проблем. По-перше, переважна більшість розроблених методів є фрагментарними та направленими на вирішення однієї задачі, що призводить до неповноти діагностичного висновку. По-друге, відсутні уніфіковані підходи до попередньої обробки даних та формування часових представлень для різнорідних компонентів технологій діагностування. По-третє, існуючі багаторівневі та ансамблеві підходи характеризуються гомогенністю та відсутністю механізмів систематичного підбору конфігурації для конкретного типу об'єктів діагностування. По-четверте, спостерігається недостатня спеціалізація компонентів у багаторівневих технологіях, де одні компоненти використовуються для різних підзадач з конфліктними вимогами.

Тому, з'являється потреба у розробці багаторівневої інформаційної технології, що інтегрує комплементарні підходи машинного навчання з ансамблюванням діагностичних рішень, що визначає актуальність роботи.

### **3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Тематика дисертаційної роботи пов'язана з науково-дослідною роботою «Моделювання інформаційних процесів у складних і розподілених системах» (ДР № 0121U109183, 2021 – 2023 рр.), у якій здобувач приймав участь у якості виконавця.

### **4. Особистий внесок дисертанта в отриманні наукових результатів**

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні конкретного науково-прикладного завдання — розробки багаторівневої інформаційної технології технічного діагностування динамічних систем та їх елементів, яка базується на інтеграції комплементарних підходів машинного навчання з ансамблюванням діагностичних рішень, для підвищення точності, забезпечення стійкості діагностування та повноти діагностичного висновку в умовах складності операційних режимів.

Новизна наукових результатів конкретизується в таких положеннях:

*вперше:*

— запропоновано багаторівневу інформаційну технологію технічного діагностування динамічних систем та їх елементів, яка поєднує комплементарні підходи машинного навчання з ансамблюванням діагностичних рішень, що підвищує точність і забезпечує стійкість діагностування;

*удосконалено:*

— метод попередньої обробки та підготовки даних шляхом комплексної обробки даних та розробки підходу до формування диференційованих часових представлень, що забезпечує узгоджену обробку даних для різномірних компонентів технології діагностування;

— метод класифікації стану об'єктів на основі ансамблювання контрольованих та неконтрольованих методів класичного машинного навчання, що дозволяє поєднати переваги контрольованого навчання з можливостями неконтрольованих методів щодо виявлення нових типів аномалій.

*дістав подальшого розвитку:*

— метод нечіткої кластеризації стану об'єктів на основі агентно-орієнтованого підходу шляхом розробки та застосування декількох режимів функціонування.

## **5. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються**

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечуються коректним застосуванням загальноновизнаного математичного апарату, що включає методи машинного навчання та теорію штучних нейронних мереж, теорію нечітких множин, методи математичної статистики, аналізу часових рядів та математичної оптимізації, а також несуперечливістю з фундаментальними положеннями системного аналізу та теорії прийняття рішень.

Достовірність результатів підтверджується систематичним експериментальним дослідженням на еталонних наборах даних NASA C-MAPSS та порівняльним аналізом з існуючими підходами. Основні результати опубліковані в індексованих наукових фахових виданнях та доповідалися на міжнародних науково-технічних конференціях. У цілому наукові результати, отримані в дисертації, є достовірними, науково обґрунтованими та доказовими.

## **6. Практичне значення одержаних результатів**

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає в доведенні низки теоретичних положень і висновків до конкретних рекомендацій, спрямованих на створення систем технічного діагностування та прогностичного обслуговування для турбовентиляторних двигунів, промислових турбін, підшипників, редукторів та іншого критичного обладнання в авіаційній,

енергетичній та обробній промисловості. Розроблені методи, математичні моделі та багаторівнева інформаційна технологія забезпечують повноту діагностичного висновку через одночасне вирішення задач класифікації стану та прогнозування залишкового ресурсу, що надає операторам комплексну інформацію для прийняття рішень щодо технічного обслуговування обладнання. Це, в свою чергу, дозволяє знизити кількість незапланованих простоїв та оптимізувати витрати на технічне обслуговування. Результати дисертаційного дослідження можуть бути впроваджені у промислові системи прогнозованого технічного обслуговування (PdM/PHM) для автоматизації моніторингу стану обладнання та раннього виявлення деградації. Модульна організація та автоматизований підбір конфігурації дозволяють адаптувати технологію до різних типів динамічних систем та операційних умов.

#### **7. Повнота викладення матеріалів дисертації в роботах, опублікованих автором**

Основні положення дисертаційного дослідження висвітлено у 12 наукових працях, з яких 2 у наукових фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз та 5 у наукових фахових виданнях України та 5 тез наукових доповідей.

*Статті у наукових фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз:*

[1] V. V. Donets, V. Y. Strilets, M. L. Ugryumov, D. O. Shevchenko, S. V. Prokopovych, and L. O. Chagovets, "METHODOLOGY OF THE COUNTRIES' ECONOMIC DEVELOPMENT DATA ANALYSIS," System Research and Information Technologies, no. 4, pp. 21–36, 2023, doi: 10.20535/SRIT.2308-8893.2023.4.02.

[2] V. Donets, D. Shevchenko, M. Holikov, V. Strilets, and S. Shmatkov, "Application of a data stratification approach in computer medical monitoring systems," Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, vol. 2, no. 9 (128), pp. 6–16, Apr. 2024, doi: 10.15587/1729-4061.2024.298805.

*Статті у наукових фахових виданнях України:*

[3] О. Лихач, М. Угрюмов, Д. Шевченко, і С. Шматков, «Методи виявлення викидів в пробних вибірках при управлінні процесами в системах за станом», Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління», вип. 53, С. 21—40, квіт. 2022, doi: 10.26565/2304-6201-2022-53-03.

[4] В. Донець, В. Стрілець, Д. Шевченко, і С. Шматков, «Агентно-орієнтований метод кластеризації даних оптового дистриб'ютора», Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління», вип. 55, С. 6—18, жовт. 2022, doi: 10.26565/2304-6201-2022-55-01.

[5] D. Shevchenko, M. Ugryumov, and S. Artiukh, "Monitoring data

aggregation of dynamic systems using information technologies,” Innovative technologies and scientific solutions for industries, no. 1 (23), pp. 123–131, 2023, doi: 10.30837/ITSSI.2023.23.123.

[6] К. Бондаренко, В. Стрілець, і Д. Шевченко, «Прогнозування економічних показників за допомогою моделі LSTM», Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління», вип. 64, С. 13—24, листоп. 2024, doi: 10.26565/2304-6201-2024-64-02.

[7] Д. О. Шевченко і В. Є. Стрілець, «Багаторівнева інформаційна технологія діагностування технічних систем на основі даних моніторингу», Вісник НТУ «ХП». Серія: Інформатика та моделювання, вип. 1 (15), С. 134—154, 2026, doi: 10.20998/2411-0558.2026.01.09.

*Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:*

[8] Н. С. Бакуменко, В. В. Донець, Д. О. Шевченко, О. О. Одинець, і М. Л. Угрюмов, «Методи кластеризації даних на основі інформаційних критеріїв», представлений у Збірнику наукових праць міжнародної науково-технічної конференції «Комп'ютерне моделювання в наукоємних технологіях (КМНТ-2021)», Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, квіт. 2021, С. 20—23.

[9] Д. О. Шевченко, О. Ю. Лихач, і М. Л. Угрюмов, «Методи виявлення викидів в системах автоматизованого збору даних», представлений у Збірнику наукових праць міжнародної науково-технічної конференції «Комп'ютерне моделювання в наукоємних технологіях (КМНТ-2022)», Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, листоп. 2022.

[10] D. O. Shevchenko, M. L. Ugryumov, and I. S. Kholmohortseva, “Anomaly detection methods in data processing using computational intelligence methods,” presented at the Academic and Scientific Challenges in the 21st Century: CLIL in Action, Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2023, p. 342.

[11] Д. О. Шевченко і В. Є. Стрілець, «Зменшення розмірності даних моніторингу в динамічних системах», представлений у Збірнику наукових праць міжнародної науково-технічної конференції «Комп'ютерне моделювання в наукоємних технологіях (КМНТ-2023)», Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2023

[12] D. Shevchenko, V. Strilets, and V. Dobriak, “Recurrent Neural Networks for Multivariate Time Series Prediction in Technical Diagnostics Tasks,” presented at the IEEE 15th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies, DESSERT'2025, Athens, Greece, Dec. 2025

## **8. Апробація матеріалів дисертації**

Основні теоретичні положення, висновки і пропозиції, які містяться в дисертації, обговорювалися та були схвалені на засіданнях кафедри комп'ютерних систем та робототехніки Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Ключові положення дослідження оприлюднені у доповідях на науково-

технічних конференціях всеукраїнського та міжнародного рівнів (2021–2025 роки), зокрема на:

– Міжнародній науково-технічній конференції «Комп'ютерне моделювання в наукоємних технологіях» КМНТ-2021 (Україна, м. Харків, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, 2021);

– Міжнародній науково-технічній конференції «Комп'ютерне моделювання в наукоємних технологіях» КМНТ-2022 (Україна, м. Харків, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, 2022);

– XII Всеукраїнській науковій конференції з міжнародною участю «Academic and Scientific Challenges in the 21st Century: CLIL in Action» (Україна, м. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2023);

– Міжнародній науково-технічній конференції «Комп'ютерне моделювання в наукоємних технологіях» КМНТ-2023 (Україна, м. Харків, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, 2023);

– IEEE 15th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies, DESSERT'2025 (Athens, Greece, Dec. 2025)

## **9. Оцінка структури, мови та стилю дисертації**

Матеріал дисертації викладено в логічній послідовності та доступно для сприйняття. Дисертація написана науковим стилем мовлення, структура дисертації відповідає алгоритму здійсненого автором дослідження. Зміст, структура, оформлення дисертації та кількість публікацій відповідають вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (постанова Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44), наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

## **10. Відповідність змісту дисертації спеціальності, за якою вона подається до захисту**

За своїм фаховим спрямуванням, науковою новизною і практичною значимістю дисертаційна робота Шевченка Дмитра Олександровича «Інформаційна технологія технічного діагностування елементів динамічних систем на основі даних моніторингу» повністю відповідає галузі знань 12 – «Інформаційні технології» та відповідає паспорту спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки». Здобувачем повністю виконано освітню та наукову складову третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

## **11. Дотримання академічної доброчесності**

На підставі вивчення тексту дисертації здобувача, наукових праць здобувача та Протоколу контролю оригінальності (перевірку наявності текстових запозичень

виконано в антиплагіатній інтернет-системі Strikeplagiarism.com) встановлено, що дисертаційна робота виконана самостійно, текст дисертації не містить плагіату, а дисертація відповідає вимогам академічної доброчесності.

## **12. Результати обговорення та проведення презентації. Рекомендація дисертації до захисту**

Здобувач представив основні результати своєї дисертаційної роботи на розширеному засіданні кафедри комп'ютерних систем та робототехніки Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та штучного інтелекту Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна щодо попередньої експертизи дисертації (Витяг з протоколу № 13 розширеного засідання кафедри комп'ютерних систем та робототехніки від 02.04.2026 року) у формі презентації та наукової дискусії після її завершення.

У рамках цього розширеного засідання було ухвалено одноголосно рекомендувати роботу здобувача Шевченко Д.О. «Інформаційна технологія технічного діагностування елементів динамічних систем на основі даних моніторингу» до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Головуючий на розширеному засіданні  
кафедри комп'ютерних систем та  
робототехніки,  
кандидат фізико-математичних наук,  
старший дослідник, доцент, завідувач кафедри  
комп'ютерних систем та робототехніки  
Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук  
та штучного інтелекту  
Харківського національного університету  
імені В.Н. Каразіна

Максим ХРУСЛОВ