

2. H. Menouar, I. Guvenc, K. Akkaya, "UAV-Enabled Intelligent Transportation Systems for the Smart City: Applications and Challenges", IEEE Communications Magazine, vol. 55, no. 3, pp. 22–28, 2017.
3. L. Ruan, J. Wang, W. Ren, "Distributed Control of Multi-Agent Systems: Theory and Applications", IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 15, no. 6, pp. 3180–3191, 2019.
4. S. Chung, A. Paranjape, P. Dames, S. Shen, V. Kumar, "A Survey on Aerial Swarm Robotics", IEEE Transactions on Robotics, vol. 34, no. 4, pp. 837–855, 2018.
5. F. Zhu, Z. Deng, J. Wang, X. Wu, H. Wang, "A Deep Reinforcement Learning Approach for UAV Path Planning in Complex Urban Environments", Sensors, vol. 20, no. 15, article 4195, 2020.

**УДК 004.89:681.518.5**

**В.В. Левицький, канд. техн. наук, доц.; А.М. Блавицький; Р.О. Ніколайчук**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

### **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ У КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІХ СИСТЕМАХ**

***Анотація.** В цій тезі досліджено сучасні інтелектуальні методи діагностики промислового обладнання, які використовуються в комп'ютерно-інтегрованих системах. Розглянуто методи штучного інтелекту, зокрема нейронні мережі, нечітку логіку та машинне навчання, що дозволяють ефективно виявляти та прогнозувати можливі відмови обладнання. Запропоновано структуру інтелектуальної діагностичної системи, що інтегрується в автоматизовані виробничі процеси. Визначено перспективи розвитку таких систем та окреслено подальші напрямки досліджень у цій сфері.*

***Ключові слова:** комп'ютерно-інтегровані системи, штучні нейронні мережі, прогнозування відмов.*

**V. Levytskyi, Ph.D.; A. Blavitskyi; R. Nikolaichuk**  
Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

### **INTELLIGENT METHODS OF DIAGNOSTICS OF INDUSTRIAL EQUIPMENT IN COMPUTER-INTEGRATED SYSTEMS**

***Abstract.** This paper investigates modern intelligent methods of industrial equipment diagnostics used in computer-integrated systems. Artificial intelligence methods, such as neural networks, fuzzy logic and machine learning, are considered, which allow to effectively detect and predict possible equipment failures. The structure of an intelligent diagnostic system that integrates into automated production processes is proposed. Prospects for the development of such systems are identified and further research directions in this area are outlined.*

***Keywords:** computer-integrated systems, artificial neural networks, failure prediction.*

У сучасних умовах ефективність функціонування промислових підприємств значною мірою залежить від безперебійної роботи технологічного обладнання. Виникнення навіть незначних збоїв у роботі обладнання може призводити до суттєвих втрат і зниження конкурентоспроможності виробництва. Саме тому актуальними є завдання своєчасної діагностики та прогнозування технічного стану обладнання, що дозволяють запобігати аварійним ситуаціям та оптимізувати планові ремонтні заходи [1]. Впровадження комп'ютерно-інтегрованих систем відкриває нові можливості для діагностики обладнання з використанням інтелектуальних методів. Серед найбільш поширених методів інтелектуальної діагностики слід виділити штучні нейронні мережі, нечітку логіку та алгоритми машинного

навчання [2]. Використання нейронних мереж дозволяє аналізувати великі масиви даних про стан обладнання, швидко виявляючи відхилення від нормального режиму роботи та прогнозуючи потенційні відмови [3].

Використання нечіткої логіки в інтелектуальних діагностичних системах дозволяє враховувати неточність і неоднозначність інформації, що надходить від датчиків обладнання. Це особливо актуально для складних промислових процесів, де точно визначити критичні межі параметрів досить складно [4]. Машинне навчання надає можливість постійного удосконалення діагностичних моделей на основі накопичення досвіду експлуатації обладнання, що сприяє збільшенню точності діагностики з часом. Розробка інтелектуальних систем діагностики включає формування бази даних щодо станів обладнання, реалізацію алгоритмів інтелектуального аналізу та прогнозування, а також інтеграцію цієї системи з наявними автоматизованими керуючими системами підприємства. Запропонована структура такої системи передбачає використання декількох рівнів аналізу: первинної обробки сигналів від датчиків, виявлення аномалій та формування рекомендацій щодо превентивних заходів.

Таким чином, подальші дослідження доцільно спрямувати на удосконалення алгоритмів аналізу даних, підвищення точності прогнозування за рахунок інтеграції різних методів штучного інтелекту, а також розширення спектра діагностичних параметрів для більш глибокого аналізу стану обладнання.

#### Джерела та література

1. Khan, S., & Yairi, T. (2018). A review on the application of deep learning in system health management. *MSSP*, 107, 241–265.
2. Liu, Y., Li, Y., Wang, H., & Yan, W. (2020). An adaptive fuzzy inference system for fault detection and diagnosis in manufacturing systems. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 16(7), 4675–4684.
3. Zhao, R., Yan, R., Chen, Z., Mao, K., Wang, P., & Gao, R. X. (2019). Deep learning and its applications to machine health monitoring. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 115, 213–237.
4. Gopalakrishnan, P. K., & Venkatesh, K. (2021). Fuzzy logic-based fault diagnosis in industrial applications: a review. *JIM*, 32, 227–244.
5. Tsui, K. L., Chen, N. (2015). Prognostics and health management: A review on data-driven approaches. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015, 1–17.

**УДК 004.896:527**

**А.А. Станько, доктор філософії; О.С. Голотенко, к.т.н, доц.; С.З. Кульчицький**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

#### **СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ НАВІГАЦІЙНИХ ЗАДАЧ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ**

***Анотація.** В цій тезі розглянуто систему підтримки прийняття рішень для вирішення навігаційних завдань з використанням інтелектуальних агентів. Проаналізовано гібридний підхід на основі штучних нейронних мереж та алгоритмів машинного навчання. Представлено багаторівневі моделі агентної взаємодії, які дозволяють ефективно прогнозувати та оптимізувати маршрути. Практичні випробування підтвердили скорочення часу прибуття на 15-20%. Запропоновано перспективні напрями подальших досліджень.*

***Ключові слова:** інтелектуальні агенти, система підтримки прийняття рішень, навігація, машинне навчання, оптимізація маршрутів.*