

В. В. Мошаренков, Т. В. Мошаренкова, Є. О. Луб'яний, А. В. Заїченко

ПРОПОЗИЦІЇ РОЗРОБКИ МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ГІБРИДНИХ МЕТОДАХ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЩОДО СКЛАДНИХ СИСТЕМ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Анотація. *Актуальність роботи зумовлена необхідністю підвищення ефективності технічного обслуговування, оперативної готовності та надійності складних систем озброєння та військової техніки в умовах інтенсивної експлуатації, коли класичні методи моніторингу виявляються неефективними через високу динамічність, невизначеність середовища та нелінійність даних.*

Ключові слова: *гібридні методи, інформаційно-вимірювальних систем, моніторинг технічного стану, озброєння та військової техніки, штучний інтелект.*

Abstract. *The relevance of this work is driven by the need to increase the maintenance efficiency, operational readiness, and reliability of complex weapons and military equipment systems under intensive operational conditions, where classical monitoring methods prove ineffective due to high dynamics, environmental uncertainty, and non-linearity of data.*

Keywords: *hybrid methods, information and measuring systems, technical condition monitoring, weapons and military equipment, artificial intelligence.*

Ефективність технічного обслуговування, оперативна готовність та надійність складних систем озброєння та військової техніки (ОВТ) безпосередньо залежать від достовірності та своєчасності вимірювальної інформації [1-3]. В умовах інтенсивної експлуатації класичні методи моніторингу та дослідження операцій зіштовхуються з обмеженнями через високу динамічність функціонування, невизначеність середовища та нелінійні залежності у часових рядах даних. З огляду на це, нагальним завданням розвитку інформаційно-вимірювальних систем (ІВС) є перехід від контролю за фактом відмови до предиктивного моніторингу та оптимізації процесів обслуговування ОВТ на основі інтеграції гібридних методів штучного інтелекту (ШІ) [4]. У цьому контексті об'єктом дослідження виступають процеси оцінювання технічного стану та предиктивного обслуговування складних систем ОВТ у середовищі функціонування інтелектуалізованих ІВС, де застосування алгоритмів машинного й глибокого навчання [5] дає змогу здійснювати прогнозування стану критичних вузлів та оцінку їхнього залишкового ресурсу в режимі реального часу [6-9].

Мета дослідження є розробка моделі ІВС на основі гібридних методів ШІ для підвищення точності діагностування, оперативності контролю технічного стану та забезпечення прогностичного обслуговування складних систем ОВТ в умовах інтенсивного навантаження.

З метою практичного втілення зазначеного підходу запропоновано комплексне методологічне рішення щодо побудови ІВС, яке базується на ієрархічній архітектурі збору й аналізу даних. На первинному апаратному рівні функціонування системи забезпечується сенсорами та датчиками, які здійснюють безперервний контроль технологічних і експлуатаційних параметрів об'єкта. Отримані вимірювальні дані надходять до єдиного блоку моніторингу, відповідального за централізовану акумуляцію часових рядів вимірювальної інформації та оперативне порівняння поточних показників із гранично допустимими межами.

Водночас на верхньому рівні запропонованої архітектури основне аналітичне навантаження покладено на програмно-аналітичний комплекс, побудований на основі гібридизації методів ШІ, що поєднує інструментарій машинного навчання та обчислювального інтелекту. Його методологічною основою виступають гібридні нейромережеві моделі, зокрема каскадні та нейро-нечіткі системи (TSK, ANFIS, NEFClass), які забезпечують ефективну обробку складних нелінійних залежностей і стійкість функціонування в умовах нечіткої, неповної або зашумленої первинної інформації.

Поряд із цим, для автоматичного синтезу оптимальної структури моделей прогнозування без ризику їх перенавчання застосовано алгоритми індуктивного моделювання, зокрема класичний та нечіткий – метод групового урахування інтервалів. Аналіз часових динамічних процесів і виявлення прихованих тенденцій погіршення технічного стану вузлів та агрегатів у часі

здійснюється за допомогою методів аналізу часових рядів і рекурентних нейронних мереж архітектур RNN і LSTM. Комплексність аналітичного оброблення додатково підсилюється використанням гібридної аналітики, яка інтегрує класифікатори, алгоритми глибокого навчання й інструменти обробки природної мови, що дає змогу одночасно опрацьовувати як числові показники з телеметричних датчиків, так і текстову інформацію з карткових звітів про технічне обслуговування.

Авторами розроблено модель ІВС на основі гібридних методів ШІ, що забезпечує аналіз накопичених масивів статистичних даних для практичної реалізації концепції прогностичного обслуговування. Це дає змогу виявляти приховані закономірності зносу та формувати випереджувальні сигнали про потенційні відмови задовго до їх фактичного виникнення. Інтеграція гібридних моделей ШІ суттєво підвищила достовірність діагностування технічного стану складних систем ОБТ, забезпечивши зростання точності класифікації технічних станів порівняно з класичними пороговими методами. Крім того, централізована обробка телеметричної інформації в режимі реального часу гарантує високу оперативність контролю, що дозволяє істотно знизити ризики раптового виходу з ладу складних систем ОБТ в умовах інтенсивного навантаження.

Підсумовуючи, слід зазначити, що впровадження вдосконаленої моделі ІВС моніторингу технічного стану складних систем ОБТ на основі інтеграції первинних вимірювальних перетворювачів і гібридних методів ШІ забезпечує можливість завчасного прогнозування відмов. Запропонований підхід мінімізує вплив людського фактора, суттєво знижує ймовірність раптового виходу з ладу критичних вузлів та агрегатів які входять до складу системи в умовах інтенсивного навантаження, а також оптимізує загальні витрати на експлуатацію і ремонт.

Список використаних джерел:

1. Баранов Ю., Баранов А., Спільник В., & Данилов Д. (2020). Вплив процесів технічного обслуговування та відновлення на ефективність управління технічним станом військової техніки в провідних країнах світу та Збройних Сил України. Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: військові та технічні науки, 81(3), 302-315. DOI: 10.32453/3.v81i3.478 (дата звернення: 19.08.2026).
2. Гриб, Д., Демідов, Б., Кулагін, К., & Хмелевська, О. (2020). Проблемні аспекти науково-технічного супроводження процесу управління повним життєвим циклом складних зразків озброєння та військової техніки. Системи озброєння і військова техніка, (2(62)), 129–140. <https://doi.org/10.30748/soivt.2020.62.16> (дата звернення: 19.08.2026).
3. Толмачов, В. Ю. (2025). Методичний підхід щодо вибору методу синтезу інформаційної системи супроводження випробувань озброєння та військової техніки. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони, 53(2), 70–83. <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2025-53-2-70-83> (дата звернення: 19.08.2026).
4. Що таке штучний інтелект (AI) 2022: які типи AI? Bloggersideas. URL: <https://www.bloggersideas.com/uk/what-is-artificial-intelligence/> (дата звернення: 15.09.2026).
5. Ковальчук С.В., Петренко О.І. Інтеграція методів штучного інтелекту та дослідження операцій для оптимізації логістичних процесів. Системні дослідження та інформаційні технології. 2022. №3. С.54-67.
6. Bengio Y., Lodi A., Prouvost A. Machine learning for combinatorial optimization: a methodological tour d'horizon. European Journal of Operational Research. 2021. Volume 290, Issue 2. Pages 405-421. (дата звернення: 14.09.2026).
7. Khalil E., Dai H., Zhang Y., Dilkina B., Song, L. Learning combinatorial optimization algorithms over graphs. NIPS'17: Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems. 2017. Volume 30. Pages 6351-6361. (дата звернення: 10.09.2026).
8. Fischetti M., Jo J. Deep neural networks and mixed integer linear optimization. Constraints. 2018. Volume 23, Issue 3. Pages 296-309. (дата звернення: 26.08.2026).
9. Мельник О.П., Шевченко В.М. Застосування штучного інтелекту в задачах дослідження операцій для управління виробництвом. Збірник наукових праць «Інтелектуальні системи в управлінні», 2021. №5. С.124-136. (дата звернення: 11.09.2026).

Мошаренков Віктор Васильович – кандидат технічних наук доцент, доцент кафедри Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79, інд. 61023, e-mail: mosharenkov@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6968-0863>

Мошаренкова Тетяна Володимирівна – молодший науковий співробітник НЦ ПС Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79, інд. 61023, e-mail: tatvladsm@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0004-2829-8045>

Луб'яний Євген Олександрович – курсант Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79, інд. 61023, e-mail: lubyanoi07@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0002-5050-1690>

Заїченко Алла Володимирівна – слухач Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79, інд. 61023, e-mail: AllyskaKapusta@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0005-6053-2986>

Mosharenkov Viktor Vasylovych – Candidate of Technical Science, Associate Professor Senior Lecturer of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, 77/79 Sumska St., ind. 61023, e-mail: mosharenkov@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6968-0863>

Mosharenkova Tetiana Volodymyrivna – Junior Researcher at the Air Force Research Center of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, 77/79 Sumska St., ind. 61023, e-mail: tatvladsm@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0004-2829-8045>

Lubianyi Yevhen Oleksandrovych – Cadet of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, 77/79 Sumska St., ind. 61023, e-mail: lubyanoi07@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0002-5050-1690>

Zaichenko Alla Volodymyrivna – part-time student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, 77/79 Sumska St., ind. 61023, e-mail: AllyskaKapusta@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0005-6053-2986>