УДК 623.4:658.58

І. В. Віштак, С. С. Зозуля

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Анотація. *Розглянуто напрями автоматизації технічного обслуговування та ремонту військової техніки на основі оцінювання її фактичного технічного стану. Проаналізовано застосування вбудованих засобів діагностування, датчиків та інформаційних систем для моніторингу експлуатаційних параметрів, прогнозування відмов і планування ремонтів. Розглянуто можливості використання машинного навчання для оптимізації забезпечення запасними частинами та доповненої реальності для підтримки діагностичних і ремонтних робіт. Визначено основні технічні та організаційні передумови впровадження автоматизованих систем у процеси технічного забезпечення військ.*

Ключові слова: *військова техніка, обслуговування, ремонт, автоматизація.*

Abstract. *The paper examines approaches to automating the maintenance and repair of military equipment based on assessments of its actual technical condition. It analyzes the use of embedded diagnostic tools, sensors, and information systems for monitoring operational parameters, predicting failures, and scheduling repairs. The potential for utilizing machine learning to optimize spare parts supply and augmented reality to support diagnostic and repair operations is discussed. Key technical and organizational prerequisites for implementing automated systems within military technical support processes are identified.*

Keywords: *military equipment, maintenance, repair, automation.*

Підтримання військової техніки у справному та працездатному стані безпосередньо впливає на готовність підрозділів до виконання завдань. Для сучасних машин характерні складні силові установки, електронні системи керування та велика кількість взаємопов’язаних компонентів, тому своєчасне виявлення несправності стає не менш важливим, ніж саме виконання ремонту. Для воєнної автомобільної техніки проблема додатково пов’язана з необхідністю планування кількості постів, обсягів робіт та використання ремонтних засобів. Дослідження С. І. Васюхно показує, що автоматизований комплекс може накопичувати історію ремонтних робіт і використовувати її для прогнозування відмов техніки, агрегатів та деталей [1].

Сучасний підхід до автоматизації технічного обслуговування ґрунтується на використанні фактичних даних про стан обладнання. У документах Міністерства оборони США концепція Condition-Based Maintenance Plus (CBM+) визначена як проактивна стратегія життєвого циклу озброєння і військової техніки, яка має забезпечувати технічне обслуговування за потребою, зменшувати непланові роботи та підвищувати готовність техніки [2]. Отже, автоматизація повинна охоплювати не тільки діагностування, а й подальше прийняття рішень, планування ремонту та накопичення результатів виконаних робіт.

Раціональна автоматизована система технічного обслуговування і ремонту військової техніки може бути побудована як послідовний інформаційний цикл (рис. 1). Першим етапом є отримання даних від датчиків, бортових систем діагностики та засобів контролю. За підходом, описаним U.S. Army, у такому процесі можуть використовуватись дані про температуру двигуна, тиск оливи, витрату пального, а також результати перевірок, виконаних екіпажем або механіками [4].



Рисунок 1 – Узагальнена структура автоматизованої системи технічного обслуговування та ремонту.

Наступним етапом є передача та збереження інформації. Важливо, щоб система могла працювати не лише при постійному підключенні до мережі. DoDI 4151.22 передбачає для CBM+ можливість локального збирання, зберігання та використання даних про технічний стан за умов низької або відсутньої мережевої доступності [2]. Для військової техніки це має практичне значення, оскільки результати контролю повинні залишатися доступними безпосередньо на машині або у ремонтному підрозділі.

Після накопичення даних виконується їх аналіз. На цьому етапі можна використовувати статистичні методи, правила діагностування та алгоритми машинного навчання. Їх завдання полягає не в повній заміні механіка, а у виділенні відхилень від нормального стану, виявленні тенденцій погіршення та формуванні попередження про можливу несправність. Саме такий підхід описаний у матеріалах U.S. Army: дані з обладнання проходять етапи збору, передавання, зберігання, аналізу та візуалізації, після чого використовуються для планування технічного обслуговування [3].

Важливою перевагою автоматизації є можливість пов’язати прогноз технічного стану з організацією ремонту. Отримане попередження може бути використане для перевірки конкретного вузла, підготовки запасної частини, визначення необхідного обладнання та включення машини до плану робіт. У звіті GAO зазначено, що для ефективного впровадження прогнозного технічного обслуговування військовим відомствам необхідні узгоджені плани, визначені показники результативності та постійний контроль виконання [4]. Це свідчить, що автоматизація повинна розглядатися не як окремий програмний засіб, а як частина всієї системи технічного забезпечення.

Перспективним напрямом є використання доповненої реальності безпосередньо під час ремонту. У квітні 2026 року U.S. Army проводила демонстрацію засобів, які поєднують технічну документацію з цифровими накладеннями на реальне обладнання. Такі системи дозволяють механіку отримувати схеми, попередження, відео та покрокові підказки безпосередньо під час роботи з машиною [5]. Для ремонтних підрозділів це може скоротити час пошуку потрібної інформації та зменшити кількість помилок під час виконання послідовних операцій, особливо при роботі зі складними системами.

Результати сучасних досліджень показують, що описаний підхід уже переходить від окремих експериментів до практичного використання. Зокрема, у 2026 році опубліковано результати проєкту MANPREDIC, розгорнутого на 65 військових вантажівках п’яти сімейств у сухопутних військах Іспанії. Система забезпечувала збір телеметрії, прогнозування зміни параметрів, виявлення аномалій та передачу результатів до системи підтримки рішень [6]. Цей приклад підтверджує доцільність поєднання датчиків, аналізу даних і експертних правил в одному контурі технічного обслуговування.

Разом з тим, автоматизація не усуває необхідності участі фахівця з технічного обслуговування. Якість прогнозу залежить від повноти та достовірності даних, правильного

визначення контрольованих параметрів, справності датчиків і наявності накопиченої історії експлуатації. Систематичний огляд досліджень з прогнозного обслуговування у військовій сфері також вказує на різноманітність підходів і необхідність узгодження алгоритмів із конкретними умовами експлуатації військових платформ [5,6]. Тому доцільним є поетапне впровадження автоматизації: спочатку реєстрація та структуризація даних, далі автоматизована діагностика, а після перевірки точності прогнозів – застосування засобів прогнозного планування ремонту.

Автоматизація технічного обслуговування та ремонту військової техніки дає змогу перейти від накопичення окремих результатів оглядів до безперервного використання даних про фактичний стан машин. Найбільш доцільною є структура, у якій датчики та засоби діагностики формують інформацію про технічний стан, інформаційна система накопичує історію експлуатації, аналітичні засоби виявляють відхилення та прогнозують можливі відмови, а отримані результати використовуються для планування ТО і ремонту. Важливою умовою ефективності такої системи є можливість роботи в умовах обмеженого зв'язку, достовірність даних та участь кваліфікованого фахівця у прийнятті остаточних рішень. Таким чином, автоматизація повинна охоплювати весь цикл від контролю технічного стану до виконання ремонту та оцінювання його результату.

Список використаних джерел:

1. Васюхно С. І. Підходи до визначення раціональної послідовності автоматизації процесів управлінням технічним обслуговуванням та ремонтом воєнної автомобільної техніки. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України. 2020. № 3(70). С. 129–132. DOI: https://doi.org/10.33099/2304-2745/2020-3-70/129-132 .
2. Department of Defense. DoD Instruction 4151.22. Condition-Based Maintenance Plus for Materiel Maintenance. Washington, DC, 2020. 16 p. URL: https://www.esd.whs.mil/Portals/54/Documents/DD/issuances/dodi/415122p.PDF.
3. U.S. Government Accountability Office. Military Readiness: Actions Needed to Further Implement Predictive Maintenance on Weapon Systems. GAO-23-105556. Washington, DC, 2022. URL: https://www.gao.gov/products/gao-23-105556.
4. Moyer B. D. Predictive Logistics | Initiative Revolutionizes Equipment Management. Army Sustainment. 2023. May 2. URL: https://www.army.mil/article/265899/predictive_logistics_initiative_revolutionizes_equipment_managem ent.
5. Savage R. Augmented reality transforms Army maintenance and training. U.S. Army. 2026. April 30. URL: https://www.army.mil/article/292095/augmented_reality_transforms_army_maintenance_and_training.
6. Esteban A., Moyano J. M., Espejo Á., Luna J. M., Molina A., Ventura S. MANPREDIC: A successful case study in predictive maintenance for ground vehicles in the Spanish army. Alexandria Engineering Journal. 2026. Vol. 145. P. 182–206. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aej.2026.04.037 .

Віштак Інна Вікторівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: vishtakiv@vntu.edu.ua. https://orcid.org/0000-0001-5646-4996

Зозуля Сергій Сергійович – студент групи 1ПМ–24б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: zozyliaserhiy@gmail.com.

Vishtak Inna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Life Safety and Safety Pedagogy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vishtakiv@vntu.edu.ua . https://orcid.org/0000-0001-5646-4996

Zozulia Serhii – Student (Group 1PM–24b), Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: zozyliaserhiy@gmail.com