

Яценко К. Г., Луценко Е. О.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА «РОЗУМНИХ ОКУЛЯРІВ» ДЛЯ РЕМОНТУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ У БОЙОВИХ УМОВАХ

Анотація: у тезах розглядається перспектива застосування інноваційних технологій штучного інтелекту та доповненої реальності (наприклад, «розумних окулярів») для технічного обслуговування і ремонту автомобільної техніки Збройних Сил України у бойових умовах. Проаналізовано досвід провідних армій світу, зокрема США, щодо використання великих мовних моделей і носимих AR-пристроїв для підтримки фахівців ремонтних підрозділів. Аналіз бойового досвіду ЗСУ виявляє гостру потребу у швидких і точних сервісних рішеннях. У роботі виділено існуючі успішні рішення (AR-системи US Navy, проєкт Holochip H50 тощо) та запропоновано напрями адаптації цих технологій під українські реалії.

Ключові слова: штучний інтелект, доповнена реальність, розумні окуляри, обслуговування техніки, ремонт.

Abstract: the theses examine the prospects for applying innovative artificial intelligence and augmented reality technologies (such as “smart glasses”) to the technical maintenance and repair of automotive equipment of the Armed Forces of Ukraine under combat conditions. The experience of the world’s leading armies, particularly that of the United States, in using large language models and wearable AR devices to support repair unit specialists has been analyzed. The analysis of the AFU’s combat experience reveals an urgent need for rapid and precise service solutions. The paper highlights existing successful implementations (such as the US Navy AR systems, the Holochip H50 project, etc.) and proposes directions for adapting these technologies to Ukrainian operational realities..

Keywords: artificial intelligence, augmented reality, smart glasses, equipment maintenance, repair.

У сучасній війні ефективне технічне обслуговування (ТО) і ремонт автомобільної техніки є критично важливим для боєздатності підрозділів. Інтенсивне використання бронетехніки і автомобілів ускладнює логістику ремонту: як вказують експерти, за напружених бойових дій до третини танків одного підрозділу може одночасно перебувати на ремонт [1]. Це підкреслює необхідність впровадження нових рішень для зменшення часу простою. Одним із таких рішень є інтелектуальні системи підтримки ремонту на основі штучного інтелекту (ШІ) і доповненої реальності. Метою даної роботи є огляд світових досягнень в цій сфері, аналіз українського бойового досвіду обслуговування техніки та формування конкретних напрямів подальшого розвитку цих технологій з науково-практичним обґрунтуванням.

Видатним прикладом є ініціатива армії США щодо використання великих мовних моделей (LLM) у підтримці ремонту машин. За повідомленням Defense One, «Армія США завантажує сотні годин відеозаписів у велику мовну модель для покращення технічного обслуговування Infantry Squad Vehicle і сподівається, що з часом солдати використовуватимуть AI-окуляри для ремонту техніки» [2]. Головний технологічний директор армії Алекс Міллер повідомив про плани запускати LLM «на обличчях солдатів у вигляді окулярів або на їхніх телефонах» (Android Tactical Assault Kit), а також безпосередньо в машинах для ТО [2]. Для ремонту Infantry Squad Vehicle (посиленої версії пікапа Chevy Colorado) вже навчають ШІ на

«приблизно 1000 годин відеозаписів наших інженерів та ремонтників, які просто ремонтують машину». Метою цієї програми є створення візуальної LLM у поєднанні з AR-окулярами (наприклад, HoloLens), яка дозволить військовослужбовцю діагностувати несправність і виконувати покрокові процедури, необхідні для її усунення. [2]. Також США вивчає носимі AR-окуляри Meta Ray-Ban. Наприклад, Армія США проводить пілотний проєкт, де солдати у Ray-Ban AI-окулярах записують процес ремонту і використовують генеративні моделі, щоб

допомагати менш досвідченим механікам проходити техобслуговування Infantry Squad Vehicle [3].

Паралельно із проектами армії, інші відомства також експериментують з AR. Так, у Військово-морських силах США реалізовано систему ARMS (Augmented Reality Maintenance System). За даними Naval Sea Systems Command, система доповненої реальності застосовує технологію AR для накладання цифрової інформації – зокрема покрокових інструкцій, технічних схем і даних сенсорів – безпосередньо на поле зору техніка за допомогою гарнітури або мобільного пристрою. Ці системи підвищують ефективність, точність і безпеку обслуговування, забезпечуючи керівництво в реальному часі, віддалену допомогу експертів, полегшуючи навчання та оптимізуючи робочі процеси [4]. Командир NSWC Port Hueneme Т. Холмс зазначив, що «найбільший успіх – у тому, що проблему вирішив військовослужбовець, а не зовнішній експерт» [5]. Аналогічні технічні рішення будуть ефективними і під час ремонту автомобільної техніки, коли ми отримуємо швидку підтримку, не чекаючи прибуття відповідних спеціалістів-ремонтників, а якщо без них не обійтись, то вони прибудуть з потрібними інструментами і запасними частинами, тим самим заощаджуючи час на повернення машини в справний стан.

Також ведуться розробки спеціалізованих AR-окулярів, призначених для використання механіками під час технічного обслуговування та ремонту. Наприклад, компанія Holochip створює AR-гарнітуру H50: згідно з інформацією виробника, вона забезпечує hands-free доступ до цифрових інструкцій, 3D-схем та діагностики у реальному часі, що підвищує ефективність ремонту та знижує помилки [6]. Пристрій підтримує жестове керування, яке дає змогу користувачеві взаємодіяти з віртуальним інтерфейсом (зокрема «гортати» віртуальне керівництво перед собою), а також функцію see-what-I-see, що забезпечує віддаленим експертам можливість спостерігати за роботою з точки зору оператора [6]. Аналогічні дослідження з AR/VR в ремонтних цілях ведуться й у інших арміях: наприклад, армії Ізраїлю й США розробляють окуляри IVAS для навчання механіків бронемашин.

Бойовий досвід ремонту засвідчує нагальну потребу інтеграції цих технологій з українськими реаліями. Нині інфраструктура технічного обслуговування активно модернізується за рахунок впровадження цифрових технологій. Від початку повномасштабної війни частину ключової ремонтної документації було перенесено до хмарних сховищ (за підтримки компанії Microsoft), а стабільний канал зв'язку забезпечено через супутникову мережу Starlink [1]. Це формує базу для впровадження AI-сервісів: доступ до актуальних схем і інструкцій можна отримати онлайн прямо з місця ремонту. Наступні кроки мають включати створення українськомовної LLM-платформи для діагностики технічних несправностей, адаптацію AR-гарнітур під польові умови ЗСУ та інтерфейс українською, а також інтеграцію AR-додатків з існуючими електронними журналами ТО. Наприклад, для ремонтників на передовій достатньо мати AR-окуляри, планшет або мобільний телефон із встановленим додатком, щоб активувати покрокову інструкцію з ремонту конкретної машини. Аналіз досвіду США дає змогу розробити відповідні регламенти та програми підготовки особового складу щодо використання подібних технологій.

Важливим завданням є науково-практична розробка апаратних засобів та програмного забезпечення, стійких до впливу польових умов і підвищеної вологості, відповідно до чинних стандартів, установлених для військової техніки. Необхідно забезпечити високу автономність роботи та оптимізоване енергоживлення AR-окулярів, щоб запобігти їх перегріванню під час тривалої експлуатації в умовах підвищеної температури (як зазначає американський офіцер [2]). Крім того, слід передбачити захищений канал обміну даними з хмарними сервісами та віддаленими експертами.

Практичні пропозиції:

розробити вітчизняні або локально адаптовані імпорتنі гарнітури доповненої реальності (наприклад, на базі Microsoft HoloLens 2), які відповідатимуть вимогам захисту, ергономічності та масово-габаритних характеристик, придатних для експлуатації у польових умовах;

створити LLM-асистента, побудованого на основі української технічної термінології та бази знань, сформованої з бойового досвіду технічного обслуговування і ремонту, а також технічних документів, стандартів і експлуатаційних настанов;

інтегрувати AR-додаток із наявними інформаційними системами технічного обслуговування та ремонту, включно з електронними сервісними картами, цифровими базами діагностичних даних і системами електронного моніторингу технічного стану, зокрема телеметрією сучасних бойових машин;

забезпечити підготовку та підвищення кваліфікації фахівців з технічного обслуговування і ремонту автомобільної техніки, а також водіїв, щодо ефективного застосування сучасних AR/AI-технологій шляхом проведення практичних занять на основі досвіду збройних сил країн-партнерів і розроблення вітчизняних навчально-методичних програм з урахуванням бойового досвіду Збройних Сил України.

Отже, поєднання передового зарубіжного досвіду та українського бойового досвіду дозволить модернізувати систему технічного забезпечення Збройних Сил України. Використання III та AR-окулярів може значно скоротити час діагностики та ремонту, зменшити простої машин і підвищити оперативну готовність. З наукової точки зору, це відкриває можливості для подальших досліджень з моделювання AR-інтерфейсів та оптимізації алгоритмів діагностики на базі LLM. Практичне обґрунтування і апробація таких рішень на полігоні або у бойових умовах мають стати наступним кроком.

Список використаних джерел:

1. Алексич М., Цврк С., Божович Д. Analysis of Land Army Maintenance Techniques in the War in Ukraine // Military Review, May–June 2023.
2. Вільямс Л. С. The Army wants AI to aid in vehicle repairs // Defense One. 23 Aug. 2025.
3. Філліпс М. Army expands AI use with smart glasses for mechanics // Fox News. 20 Sept. 2025.
4. Over 20 Augmented Reality Maintenance Kits Delivered to Navy Fleet // Homeland Security Today, 11 Sept. 2025.
5. Варела Б. First Augmented Reality Maintenance Systems Operational on Five Ships // Naval Sea Systems Command (US Navy). 16 May 2025.
6. Парк Е. Navy Maintenance Made Easier with Augmented Reality // National Defense Magazine. 5 May 2025.

Яценко Костянтин Григорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри теорії та конструкції автомобільної та спеціальної техніки, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: mailkod2014@gmail.com.

Луценко Едуард Олександрович – старший викладач кафедри теорії та конструкції автомобільної та спеціальної техніки, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: luc_ed@ukr.net.

Yatsenko Kostiantyn Hryhorovych – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Theory and Design of Automotive and Special Equipment, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: mailkod2014@gmail.com.

Lutsenko Eduard Oleksandrovych – senior teacher of the Department of Theory and Design of Automotive and Special Equipment, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: luc_ed@ukr.net.