

DOI: <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2020.14.1.99-106>

УДК 623.1/7;358;681.5

М.В. Коломієць<https://orcid.org/0000-0003-4569-2023>**І.Г. Бондарєв**<https://orcid.org/0000-0002-7914-9048>*Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів, Україна*

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ПІД ЧАС ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ БРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ

Проведено аналіз можливостей існуючих технологій доповненої реальності комерційного спрямування, що використовуються в сфері виготовлення та обслуговування зразків техніки. Зроблені припущення щодо перспектив та доцільності використання існуючих технологій для ремонту та обслуговування зразків бронетанкового озброєння та техніки. Обумовлені основні фактори, які безпосередньо впливають на інтенсивність впровадження цієї технології.

Ключові слова: бронетанкова техніка, технічне обслуговування, ремонт бронетанкової техніки, доповнена реальність.

Постановка проблеми

Війна з Росією, яку наша країна веде вже шостий рік, дала поштовх для проведення глибокої модернізації існуючих зразків озброєння та військової техніки Збройних сил України та надходження у війська цілком нових, таких як БТР-4, ТБКМ «Дозор-Б», «Кугуар» та «Спартан» тощо. Ці зразки створювались з врахуванням сучасних вимог до базових шасі та з використанням сучасних технологій, акцент в яких зроблений на електроніку та автоматику, відповідно значно зросла складність їх обслуговування та ремонту. Це, в поєднанні з необхідністю проводити обслуговування та ремонт у відриві від пунктів постійної дислокації підрозділів в умовах максимально наближених до зони ведення бойових дій, де ресурси сильно обмежені, створює для технічного персоналу великі проблеми. Основне питання полягає в тому, як дати цим фахівцям компетенції для виконання основних завдань, необхідних для того, щоб повернути в стрій зразок БТОТ.

Досвід бойового застосування БТОТ в АТО свідчить про низький рівень професійної підготовки членів екіпажів бойових машин, який не відповідає сучасним вимогам і не забезпечує виконання покладених на підрозділи бойових завдань в повному обсязі [1]. А ускладнення конструкції зразків БТОТ та їх комп'ютеризація взагалі позбавляють командирів підрозділів та екіпажі їх бойових машин у відриві від пунктів постійної дислокації швидко та якісно виконувати ремонт та проводити обслуговування так як потребують наявності спеціального діагностичного обладнання та висококваліфікованих фахівців. Це підтверджується прикладами першого досвіду застосування бронетранспортерів БТР-4 в 2014 році підрозділами національної гвардії, яким доводилось залишати машини, що не могли з різних причин самостійно пересуватись знищуючи їх навіть не з'ясувавши причини несправності [3, 4]. Таким чином навіть один із зразків БТР-4 потрапив до рук російських найманців.

Метою статті є аналіз можливих шляхів застосування технології доповненої реальності (AR технології) для створення комплексу програмного та апаратного забезпечення, що дасть змогу командирам тактичної ланки та екіпажам бойових машин навіть без залучення спеціалістів, або з дистанційним залученням, визначати та усувати несправності в різних експлуатаційних умовах і з різним рівнем технічної підготовки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз сучасного досвіду застосування AR технології в різних сферах діяльності людини свідчить, що з моменту, коли в 1960-х роках з'явилися перші напрацювання, які були поєднані терміном «віртуальна реальність» та стали підґрунтям для створення доповненої реальності, і до теперішнього часу, за останні п'ять років досягнули значних результатів.

Для прикладу варто звернути увагу на прогнози фінансових аналітиків консалтингової фірми Digi-Capital (США) та компанії IDC (США) щодо капіталовкладень в розвиток AR-технологій. Так за їх

прогнозами, з 2017-го по 2022 роки світовий ринок технологій доповненої (AR) і віртуальної (VR) реальності буде зростати, в середньому, на 71,6% в рік. Разом – 106 млрд доларів. У 2022 році, та 215 млрд доларів у 2021, що свідчить про високу перспективність проектів зав'язаних на цю технологію [20].

Термін «доповнена реальність» вперше був введений у 1992 році Томасом Каделлом та Девідом Мізеллом, двома інженерами Boeing, які працювали над простою гарнітурою, яка допомагала інженерам літаків у складній схемі електропроводки. Згідно з їх документацією, метою доповненої реальності, яка зазвичай скорочується як AR, було забезпечити зниження витрат і підвищення ефективності багатьох операцій, пов'язаних з виробництвом літаків.

Насправді AR поділяє історію зі своїм технологічним родичем, віртуальною реальністю (VR). І віртуальна реальність (VR), доповнена реальність (AR) поділяють спільного предка – комп'ютерну програму «Дамокловий Меч», що був створений у 1968 році Іваном Сазерлендом [2]. Його метою було створити цифровий інтерфейс, здатний перетворювати фізичний світ. Прототип був настільки важкий, що його потрібно було підвісити до стелі механічною конструкцією. Для всього обладнання він міг відображати лише основні кімнати з каркасів, які були ледве досліджені. Але це був один із перших експериментів людства щодо заміни реального світу цифровою реальністю.

Виклад основного матеріалу дослідження

Сьогодні більшість людей вперше отримали доступ до AR із пристроєм, яким ми користуємося кожен день, нашим смартфоном. Високий попит на смартфони призвів до масового виробництва цих компонентів протягом останніх 10 років, що стало поштовхом до збільшення інновацій в конструкції смартфона та зниження витрат. У самому базовому сенсі AR створюється за допомогою передньої та задньої камер телефону. Завдяки чому екран може відображати цифрові об'єкти та інформацію, інтегровані в реальному світі. Насправді швидкий розвиток смартфонів фактично сприяв зростанню галузей VR та AR. Це тому, що ті самі компоненти, які змушують смартфони працювати; гіроскопи, акселерометри, мініатюрні дисплеї з високою роздільною здатністю також необхідні для гарнітур AR та VR. Це дозволяє використовувати телефон, як портал до нових світів, досвіду та інформації, а також може бути використаний як інструмент для пошуку та усунення проблем у різних сферах, а особливо в середовищі людина-машина.

Основною сферою, в якій доповнена реальність поєднана зі смартфоном вперше отримала масове поширення, звичайно залишаються комп'ютерні ігри. Так унікальним розважальним досвідом у 2016 році стала гра Pokemon Go. Це перша вірусна гра на AR платформі.

Сьогодні також спостерігається швидкий розвиток використання AR у жанрах починаючи від аркад до настільних ігор, а також деяких видів ігор яких раніше ніколи не було.

Наступною сферою де доповнена реальність може бути реалізована з високим коефіцієнтом корисної дії є освіта. І саме та її сторона де необхідно демонструвати складні предмети, конструкції, механізми тощо.

Демонстрація складних предметів – інша, одна з найбільших можливостей AR, що дозволяє учням взаємодіяти з просторовим вмістом, що візуалізується прямо перед ними.

Наприклад, студенти можуть досліджувати пасмо ДНК, оглянути статую Давида або навіть стати свідком інтенсивного урагану п'ятої категорії. AR в освіті дозволяє нам створити навчальне середовище, де ми можемо вимірювати та сприймати інформацію в режимі реального часу.

AR вже використовується в медицині, і просування її в цю галузь буде тільки зростати по мірі дозрівання технології. Медицина є одним з найбільш перспективних напрямків розвитку AR як сьогодні, так і завтра.

Ось тут якраз і варто зазначити важливість застосування досвіду використання доповненої реальності в медицині для діагностики та усунення несправностей в зразках техніки та озброєння, адже по аналогії з анатомією людини машина також має і «серце», і «легені» й інші «органи» від яких і залежить її стабільна робота.

Компанія Boeing протягом останніх 20 років шукала систему, здатну скоротити час на виробництво кабельних джгутів і усунення помилок при їх виготовленні. Бортові системи літаків містять багато компонентів, пов'язаних між собою дротами і кабелями. Їх загальна довжина у літаку Боїнг-747,

наприклад, складає 250 кілометрів [12]. Укладка і з'єднання дротів здійснюється за спеціальним шаблоном, після чого скріплюється у джугти, а на кінці кабелів встановлюють роз'єми. Така робота займає багато часу і загрожує помилками. На початку 2014 р. компанія впровадила рішення з доповненої реальності на платформі окулярів Google Glass. За рахунок впровадження технології AR вдалося скоротити час виробництва на 25% і знизити кількість помилок на 50% [13]. Компанія Lockheed Martin використовує технології доповненої реальності у процесі збірки літака F-35. За основну платформу використовуються AR-окуляри Epson Moverio BT-200, обладнані датчиками руху і глибини. Коли технік монтує на шасі деталь гальма, в окулярах він бачить усі дані про те, де і в якому порядку варто проводити збірку і під'єднувати кабелі. За даними компанії NGRAIN, впровадивши цю систему, програмне забезпечення дозволяє інженерам працювати швидше на 30% і з точністю до 96% [14]. (Варто підкреслити, що компанія Lockheed Martin з успіхом використовує також і технологію VR, детально про це йдеться у статті «Віртуальна реальність»).

Концерн Fiat Chrysler Automobiles (FCA) застосував у своїй роботі проєкційну AR-систему OPS Solutions. Тепер на кожному етапі процесу складання робочі отримують наочну інформацію про свій наступний крок.

Машинобудівне підприємство AGCO (США) в 2015 р. обладнало ділянки великими дисплеями, на які виводився тривимірний склад виробів і повний комплект документації, необхідний для швидкого і якісного складання виробів (тракторів та іншої сільськогосподарської техніки). У 2017 року підприємство перейшло на використання окулярів Google Glass, завдяки чому контроль якості прискорився на 20%.

Портативні віртуальні візуалізатори PVAITV і MibiPV, розроблені спеціально для інженерів та IT-фахівців, дозволяють сканувати обладнання і виявляти помилки/несправності, які необхідно усунути. Програма вказує, де знаходиться пошкоджений роз'єм або від'єднаний шнур [15].

Робочі General Electric при складанні вітряних турбін на заводі у Флориді зв'язуються з експертами через окуляри доповненої реальності, показують збиране обладнання в поле зору і отримують відповіді на питання від фахівців, конструювати турбіни, за допомогою тих же окулярів. Аналіз показує зростання продуктивності на 34% у порівнянні з використанням попередніх технологій складання обладнання [16].

Крім все більш активного застосування в промисловості доповнена реальність використовується у комп'ютерних іграх, маркетингу (зокрема, у вуличному маркетингу, коли великий екран з AR розташовується в людному місці), в моді, соціальних мережах, медицині та хірургії, туризмі, в пресі, музейній справі – список прикладів застосування AR постійно поповнюється [17]. На сьогодні такі технології вже використовують в арміях США та Німеччини. Навіть пішли вже далеко вперед. Зразки техніки та озброєння, що знаходяться на озброєнні країн НАТО вже давно мають вбудовані системи компютерної діагностики [24].

Поєднання вбудованої діагностики з програмним забезпеченням на платформі доповненої реальності дозволяє отримати універсальний інструмент, який називається інтегрованою системою моніторингу стану машини (ІСМС) (рис. 1).

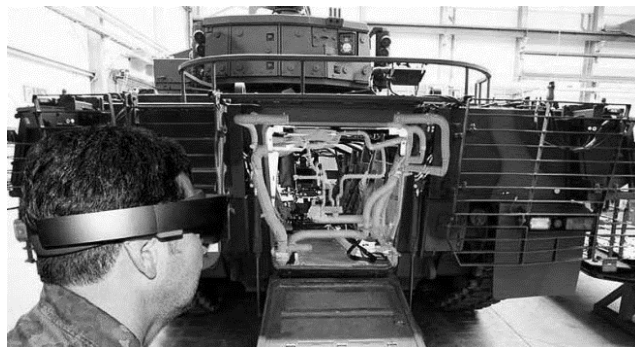


Рис. 1. Поєднання вбудованої діагностики з програмним забезпеченням на платформі доповненої реальності

Існуюча система технічного обслуговування та ремонту є планово-попереджувальною, вона поділена на певні періоди розбиті на часові показники, або на пробіг машини в тисячах кілометрів. Це планове обслуговування в більшості випадках не відображає реальну потребу в обслуговування та ремонті. З іншого боку, ремонт виконується тільки тоді, коли несправність сталась і щось вийшло з ладу. Але несправність може статись і під час ведення бойових дій, що позбавить командира бойової одиниці до моменту повного її відновлення. Інтегрована система моніторингу стану машини (ІСМС) дозволяє проводити прогнозоване обслуговування та ремонт за рахунок безперервного збору, зберігання та каталогування інформації про використання та стан різних компонентів машини.

Ця база даних в подальшому аналізується або бортовим комп'ютером машини, або завантажується технічним спеціалістам та порівнюється з більшою базою статистичних даних для визначення можливої причини виходу з ладу відповідного компонента.

Компанія North Atlantic Industries є розробником ІСМС. Ними було заявлено, що після визначення можливих збоїв та відмов в роботі системою можуть бути вжиті корегуючі дії. Рішення що пропонуються дозволяють фахівцям-ремонтникам краще прогнозувати можливі відмови на основі фактичних характеристик і стану самого компонента та його частин, а не чекати, коли компонент вийде з ладу. ІСМС може використовуватись на різних платформах, але найбільш привабливим її використання є в літаках та машинах.

Постійно зростаюча складність конструкції нових зразків озброєння та військової техніки ускладнює також їх обслуговування та ремонт. Це в поєднанні з необхідністю виконувати потрібні операції в умовах передових позицій, де ресурси сильно обмежені, створює для інженерно-технічного складу тактичної ланки значні проблеми. Головне питання полягає в тому, як дати цим спеціалістам основні компетенції, необхідні для того, щоб повернути до строю бойову машину, систему озброєння, тощо. Одним з вірогідних на сьогодні рішень є використання можливостей доповненої реальності. Одним із флагманів, що використовує віртуальне середовище для навчання є компанія Krauss-Maffei Wegmann. В своїх розробках вона розширила цю технологію до окремого технічного фахівця створивши подібність відеогри з елементами віртуальної реальності, в якій користувач шолому-дисплею бачить не тільки 3D-зображення машини (або системи), але й покроково проводиться через процес ремонту. Це може бути суто віртуальний стиль для процесу навчання або ознайомлення, або може бути накладеним на реальний зразок. В другому випадку ремонтник пройде кожен потрібний крок в процесі ремонту, або обслуговування.

Використання технології доповненої реальності дозволяє спеціалісту з більшою впевненістю взятись за любую кількість завдань, навіть якщо він ніколи не робив їх раніше. В цьому ї є її унікальність. Вона окремо гарантує правильність виконання процесу, що, як наслідок, виключає помилки, які могли б поставити його під загрозу. Це є набагато ефективнішим, ніж використання друкованих або відео керівництв, тому, що користувач фактично занурюється в цей процес. Система також дозволяє фахівцю більш високого рівня підготовки дистанційно спостерігати за діями оператора в реальному часі, вказувати на помилки та давати поради. Використання в навчанні технології доповненої реальності дозволяє особовому складу ремонтних підрозділів, що розташовані на передових позиціях, в районах виконання бойових завдань, виконувати більш широке коло завдань по обслуговуванню та ремонту без необхідності обов'язкової їх підготовки до цієї конкретної задачі. В результаті підвищується вірогідність виконання ремонту, в іншому випадку, при відсутності подібних технологій, він буде відкладений з причини відсутності досвіду екіпажів бойових машин. Все це, в поєднанні з використанням ІСМС, бортових діагностичних інструментів, дозволяє швидко повертати озброєння та техніку до експлуатації.

Висновки

Поява технології доповненої реальності має всі шанси революціонізувати процес проведення обслуговування і ремонту, а також експлуатації. Нові та унікальні додаткові можливості, які ці технології пропонують, кардинально вплинуть на те, як і на якому рівні проводяться ці дії. Задіяні в рамках інтегрованого процесу обслуговування, ремонту, експлуатації та постачання військово-технічного майна, ці технології підвищать незалежність і самодостатність передових сил, розгорнутих у відриві від стаціонарних

діагностичних та ремонтних засобів. Як результат, більш швидке проведення ремонтних робіт і відповідно більш швидке повернення техніки або озброєння до бойових порядків підрозділів. Крім того, це дозволить збільшити кількість сил і засобів, доступних для виконання оперативних завдань. Цей новий підхід до обслуговування і ремонту стає фактором підвищення бойових можливостей і бойової потужності, що може позитивно позначитися на співвідношенні перемог і поразок в сучасних військових конфліктах.

Список використаних джерел

1. М.М. Середенко, Р.В. Кузьменко, Р.В. Хорєв, Л.М. Кізло Аналіз форм і способів застосування сухопутних військ в сучасних умовах, які впливають на розвиток озброєння і військової техніки, засобів технічного забезпечення, підготовки технічних спеціалістів та визначення напрямів їх подальшого вирішення/ М.М. Середенко, Р.В. Кузьменко, Р.В. Хорєв, Л.М. Кізло // Військово-технічний збірник, – 2016. – № 4. – С. 67-69.
2. Роль Гарварда в історії віртуальної реальності: livejournal URL: <https://hswmba.livejournal.com/264654.html> (дата звернення 12.03.2020).
3. Відеорепортаж URL: <https://www.youtube.com/watch?v=eaShNXrHLrw> (дата звернення 12.03.2020).
4. Національний антикорупційний портал: Антикор URL: https://antikor.com.ua/articles/15795na_vooruhenii_u_boevikov_dnr_novejshij_ukrainskij_btr-4._kak_tak (дата звернення 12.03.2020).
5. Інтернет журнал: lenta.ru Наука і техніка URL: <https://lenta.ru/articles/2017/07/07/ar/> (дата звернення 17.03.2020).
6. Інформаційний портал: Harvard Business Reivew URL: <https://hbr-russia.ru/innovatsii/tehnologii/a24121> (дата звернення 17.03.2020).
7. Технічний блог: Новини ІТ технологій URL: <https://i-look.net/news/augmented-reality-browsers.html> (дата звернення 17.03.2020).
8. Сйт продажу комп'ютерної техніки: Опис окулярів доповненої реальності Google glass 3 URL: https://www.unipage.net/ru/p/google_glass_3 (дата звернення 21.03.2020)
9. Науково-технічний журнал Control Engineering: стаття «AR – технологія, що несе економічний ефект» URL: <http://controlengrussia.com/innovatsii/dopolnennaya-real-nost/ar/> (дата звернення 23.03.2020).
10. Солдатов С., Кузьміна Н. Інтерфес будущего - системы дополненной реальности. СТА.2016 №1. URL: <https://www.prosoft.ru/cms/f/466284.pdf> (дата звернення 24.03.2020)
11. Сайт компанії, що впроваджує доповнену реальність в роботу: стаття «Як працює AR» URL: <http://tofar.ru/kak-rabotaet-ar.php> (дата звернення 26.03.2020).
12. Авіаційний блог Красвоздух: стаття «Завод Боїнг в Сіетлі.» <http://krasvozduh.ru/zavod-boing/> (дата звернення 26.03.2020).
13. Сайт GIGAZIN: Boeing introduces a wearable device "Google Glass" to improve aircraft production efficiency and reduce mistakes. URL: https://gigazine.net/gsc_news/en/20160715-boeing-google-glass (дата звернення 26.03.2020).
14. Сайт Popular mechanics: стаття «Lockheed Is Using These Augmented Reality Glasses to Build Fighter Jets» URL: <https://www.popularmechanics.com/flight/a13967/lockheed-martin-augmented-reality-f-35/> (дата звернення 28.03.2020).
15. Сайт міжнародного форуму AR/VR/MR Conference Source по технологіям доповненої, віртуальної та змішаної реальності: стаття «Розвиток доповненої реальності в авіакосмічній галузі». URL: https://ar-conf.ru/ru/AR/VR/MR_Conference <https://ar-conf.ru/ru/news/razvitie-dopolnennoy-realnosti-v-aviakosmicheskoy-otrasli-34872>
16. Биленко П. Жизнь в форме J: риски и возможности ускорения диффузии технологий. Журнал Forbes. 2016. URL: <http://www.forbes.ru/tehnologii/344377-zhizn-v-forme-j-riski-i-vozmozhnosti-uskoreniya-diffuzii-tehnologii> (дата звернення 1.04.2020)

17. Сайт додатків, що використовують технологію доповненої реальності: URL: <https://augmentedreality.by/example/> (дата звернення 4.04.2020)
18. Сайт ADINDEX.RU: стаття «Как технологии виртуальной и дополненной реальности изменят индустрию развлечений» URL: <https://adindex.ru/publication/opinion/media/2018/07/9/172599.phtml> (дата звернення 4.04.2020).
19. Джек Уидмен. Как подготовить предприятия к приходу виртуальной, дополненной и смешанной реальности. Интернет-вісник цифрової трансформації. 2017 URL: <https://www.cio.ru/articles/050917-Как-podgotovit-predpriyatiya-k-prihodu-virtualnoy-dopolnennoy-i-smeshannoy-realnosti> (дата звернення 6.04.2020).
20. Портал новин ОСП: Доповнена реальність в освіті. URL: <https://www.osp.ru/news/2018/06/13034605/> (дата звернення 6.04.2020).
21. Портал новин RB.RU: Все, что нужно знать про VR/AR-технологии. URL: <https://rb.ru/story/vr-ar-2025/> (дата звернення 6.04.2020).
22. Портал новин LENTA.RU: Откуда не ждали. Apple готовит замену iPhone. URL: <https://lenta.ru/articles/2017/07/07/ar/> (дата звернення 6.04.2020).
23. Биленко П. Жизнь в форме J: риски и возможности ускорения диффузии технологий. Журнал Forbes. 2016. URL: <http://www.forbes.ru/tehnologii/344377-zhizn-v-forme-j-riski-i-vozmozhnosti-uskoreniya-diffuzii-tehnologiy> (дата звернення 1.04.2020)
24. Интернет-журнал Военное обозрение: Техническое обслуживание и ремонт в войсках с помощью AR. Дальние или ближние перспективы. URL: <https://topwar.ru/162115-dalnie-ili-vse-taki-blizhnie-perspektivy-tehnicheskogo-obsluzhivaniya-i-remonta-v-voyskah.html> (дата звенення 6.04.2020).

References

1. Seredenko, M.M., Kuzmenko, R.V., Khorev, R.V., & Kizlo, L.M. (2016). Analiz form i sposobiv zastosuvannya sukhoputnykh viys'k v suchasnykh umovakh, yaki vplyvayut' na rozvytok ozbroynyya i viys'kovoyi tekhniki, zasobiv tekhnichnoho zabezpechennya, pidhotovky tekhnichnykh spetsialistiv ta vyznachennya napryamiv yikh podal'shoho vyrishennya [Analysis of forms and methods of application of ground forces in modern conditions, which affect the development of armaments and military equipment, means of technical support, training of technical specialists and determination of directions for their further solution], *Vyiskovo-tekhnychnyi zbyrnyk*, 4, 67-69 [in Ukrainian].
2. Rol' Harvarda v istoriyi virtual'noyi real'nosti:[The role of Harvard in the history of virtual reality]. *hsw-mba.livejournal.com*. Retrieved from <https://hsw-mba.livejournal.com/264654.html> (Last accessed 12.03.2020) [in Ukrainian].
3. Video report. *www.youtube.com*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=eaShNXrHLrw> (Last accessed 12.03.2020) [in Ukrainian].
4. National anti-corruption portal: Anticor. *antikor.com.ua/articles* Retrieved from https://antikor.com.ua/articles/15795na_vooruhennii_u_boevikov_dnr_novejshij_ukrainskij_btr-4_kak_tak (Last accessed 12.03.2020) [in Ukrainian].
5. Online magazine: Nauka i tekhnika [Science and technology]. *lenta.ru* Retrieved from <https://lenta.ru/articles/2017/07/07/ar/> (Last accessed 17.03.2020) [in Russian].
6. Information portal: Harvard Business Reivew. *hbr-russia.ru* Retrieved from <https://hbr-russia.ru/innovatsii/tehnologii/a24121> (Last accessed 17.03.2020) [in English].
7. Technical blog: IT news. *i-look.net* Retrieved from <https://i-look.net/news/augmented-reality-browsers.html> (Last accessed 17.03.2020) [in Ukrainian].
8. Computer sales site: Description of augmented reality glasses Google glass 3. *www.unipage.net* Retrieved from https://www.unipage.net/ru/p/google_glass_3 (date of application 21.03.2020) [in Russian].
9. Scientific and technical journal Control Engineering: «AR – tekhnolohiya, shcho nese ekonomichnyy efekt» [AR is a technology that has an economic effect]. *controlengrussia.com* Retrieved from <http://controlengrussia.com/innovatsii/dopolnennaya-real-nost/ar/> (Last accessed 23.03.2020) [in English].

10. Soldatov, S., Kuz'mina, N. (2016). *Ínterfes budushchego - sistemy dopolnenoy real'nosti* [Interfes of the future - augmented reality systems]. *www.prosoft.ru* Retrieved from <https://www.prosoft.ru/cms/f/466284.pdf> (Last accessed 24.03.2020) [in Russian].
11. Sayt kompaniyi, shcho vprovadzhuye dopovnenu real'nist' v robotu: stat'ya «Yak pratsyuye AR» [«How AR works»]. *tofar.ru* Retrieved from <http://tofar.ru/kak-rabotaet-ar.php> (Last accessed 26.03.2020) [in Russian].
12. Aviatsiynnyy bloh Krasvozdukh: stat'ya Zavod Boinh v Sietli [Boeing Plant in Seattle.]. *krasvozduh.ru* Retrieved from <http://krasvozduh.ru/zavod-boing/> (Last accessed 26.03.2020) [in Russian].
13. Website GIGAZIN: Boeing introduces a wearable device «Google Glass» to improve aircraft production efficiency and reduce mistakes. *gigazine.net* Retrieved from https://gigazine.net/gsc_news/en/20160715-boeing-google-glass (Last accessed 26.03.2020) [in English].
14. Website Popular mechanics: stat'ya «Lockheed Is Using These Augmented Reality Glasses to Build Fighter Jets» <https://www.popularmechanics.com/flight/a13967/lockheed-martin-augmented-reality-f-35/> Retrieved from [www.popularmechanics.com](https://www.popularmechanics.com/flight/a13967/lockheed-martin-augmented-reality-f-35/) (Last accessed 28.03.2020) [in English].
15. Website of the international forum AR/VR/MR Conference Source po tekhnolohiyam dopovnenoyi, virtual'noyi ta zmishanoyi real'nosti: stat'ya «Rozvytok dopovnenoyi real'nosti v aviakosmichniy haluzi» [Development of augmented reality in the aerospace industry]. *ar-conf.ru* Retrieved from <https://ar-conf.ru/ru/AR/VR/MRConferencehttps://ar-conf.ru/ru/news/razvitie-dopolnennoy-realnosti-v-aviakosmicheskoy-otrasli-34872> (Last accessed 28.03.2020) [in Russian].
16. Bilenko, P. (2016). Zhizn' v forme J: riski i vozmozhnosti uskoreniya diffuzii tekhnologiy" [Risks and opportunities for accelerating technology diffusion]. *www.forbes.ru* Retrieved from <http://www.forbes.ru/tehnologii/344377-zhizn-v-forme-j-riski-i-vozmozhnosti-uskoreniya-diffuzii-tehnologiy> (Last accessed 1.04.2020) [in Russian].
17. Site of applications that use augmented reality technology. *augmentedreality.by* Retrieved from <https://augmentedreality.by/example/> (Last accessed 4.04.2020) [in Russian].
18. Website ADINDEX.RU: article «How virtual and augmented reality technologies will change the entertainment industry». *adindex.ru* Retrieved from <https://adindex.ru/publication/opinion/media/2018/07/9/172599.phtml> (Last accessed 4.04.2020) [in Russian].
19. Dzhek Uidmen (2017). Kak podgotovit' predpriyatiya k priходу virtual'noy, dopolnennoy i smeshannoy real'nosti [How to prepare businesses for the arrival of virtual, augmented and mixed reality]. Internet Bulletin of Digital Transformation. *www.cio.ru* Retrieved from <https://www.cio.ru/articles/050917-Kak-podgotovit-predpriyatiya-k-priходу-virtual'noy-dopolnennoy-i-smeshannoy-realnosti> (Last accessed 6.04.2020) [in Russian].
20. OSP News Portal: Augmented Reality in Education. *www.osp.ru* Retrieved from <https://www.osp.ru/news/2018/06/13034605/> (Last accessed 6.04.2020) [in Russian].
21. RB.RU news portal: Everything you need to know about VR / AR technologies. *rb.ru* Retrieved from <https://rb.ru/story/vr-ar-2025/> (Last accessed 6.04.2020) [in Russian].
22. New portal LENTA.RU: Where they did not expect. Apple is preparing a replacement iPhone. *lenta.ru* Retrieved from <https://lenta.ru/articles/2017/07/07/ar/> (Last accessed 6.04.2020) [in Russian].
23. Bilenko, P. (2016). Life in the J form: risks and opportunities for accelerating technology diffusion. *www.forbes.ru* Retrieved from <http://www.forbes.ru/tehnologii/344377-zhizn-v-forme-j-riski-i-vozmozhnosti-uskoreniya-diffuzii-tehnologiy> (Last accessed 1.04.2020) [in Russian].
24. Online magazine Military Review: Maintenance and repair in the army using AR. Far or near perspectives. *topwar.ru* Retrieved from <https://topwar.ru/162115-dalnie-ili-vse-taki-blizhnie-perspektivy-tehnicheskogo-obslyzhvaniya-i-remonta-v-voyskah.html> (Last accessed 6.04.2020) [in Russian].

Рецензент: Купріненко О.М., доктор технічних наук, старший науковий співробітник, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів, Україна

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ВО ВРЕМЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА БРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ

М. Коломиец, И. Бондарев

Появление технологий дополненной реальности имеет все шансы революционизировать процесс обслуживания и ремонта, а также эксплуатации. Новые и уникальные дополнительные возможности, предлагаемые этими технологиями, существенно повлияют на то, как и на каком уровне будут выполняться эти действия. Вовлеченные в интегрированный процесс обслуживания, ремонта, эксплуатации и поставки военной техники, эти технологии повысят независимость и автономность передовых сил, развернутых изолированно от стационарных средств диагностики и ремонта. Как результат - более быстрые ремонтные работы и, соответственно, более быстрый возврат техники или вооружения в боевые части. Кроме того, это увеличит количество сил и ресурсов, доступных для выполнения оперативных задач. Такой новый подход к обслуживанию и ремонту становится фактором повышения боеспособности и боевой мощи, что может положительно сказаться на соотношении побед и поражений в современных военных конфликтах.

В статье проведен анализ возможностей существующих технологий дополненной реальности коммерческого направления, используемых в сфере производства и обслуживания образцов техники. Сделанные предположения относительно перспектив и целесообразности использования существующих технологий для ремонта образцов бронетанкового вооружения и техники, обусловленные основные факторы, которые непосредственно влияют на интенсивность внедрения этой технологии.

Ключевые слова: бронетанковая техника, техническое обслуживание, ремонт бронетанковой техники, дополненная реальность.

POSSIBILITIES OF APPLICATION OF COMPLETED REALITY TECHNOLOGY DURING MAINTENANCE AND REPAIR OF ARMED TECHNOLOGY

M. Kolomiets, I. Bondarev

The war with Russia, which our country is waging for the sixth year in a row, gave impetus to the deep modernization of existing weapons and military equipment of the Armed Forces of Ukraine and the introduction of completely new troops, such as armored personnel carrier BTR-4; tactical combat wheeled vehicle «Dozor-B» and «Spartan», etc. These models were created taking into account the modern requirements for the base chassis and using modern technologies that focus on electronics and automation, respectively, significantly increased the complexity of their maintenance and repair. This, combined with the need to carry out maintenance and repairs in isolation from the permanent deployment of units in conditions as close as possible to the combat zone, where resources are severely limited, creates serious problems for technical personnel. The main question is how to give these specialists the competence to perform the basic tasks necessary to return the model of armored weapons and equipment back into operation.

The experience of combat use of armored weapons and equipment in the anti-terrorist operation indicates a low level of professional training of crew members of combat vehicles, which does not meet modern requirements and does not ensure the implementation of combat missions assigned to units in full. And the complexity of designing armored weapons and equipment and computerizing them usually deprives unit commanders and crews of their combat vehicles to quickly and efficiently perform repairs and maintenance in isolation from permanent locations, as they require special diagnostic equipment and highly qualified specialists. This is confirmed by the examples of the first experience of using armored personnel carriers BTR-4 in 2014 by units of the National Guard, which had to leave cars that for various reasons could not move on their own, destroying them without even finding out the cause of the malfunction. Thus, even one of the samples of the armored personnel carriers BTR-4 fell into the hands of Russian mercenaries.

An attempt has been made to analyze possible ways of using augmented reality technology (AR technology) to create a set of software and hardware that will allow tactical commanders and crews of combat vehicles, even without the participation of specialists, or remotely, to detect and troubleshoot in different operating conditions and with different levels of technical training.

The advent of augmented reality technology has every chance to revolutionize the process of maintenance and repair, as well as operation. The new and unique additional opportunities offered by these technologies will significantly affect how and at what level these actions are carried out. Involved in an integrated process of maintenance, repair, operation and supply of military equipment, these technologies will increase the independence and self-sufficiency of advanced forces deployed in isolation from stationary diagnostic and repair tools. As a result - faster repair work and, accordingly, faster return of equipment or weapons to combat units. In addition, it will increase the number of forces and resources available to perform operational tasks. This new approach to maintenance and repair is becoming a factor in increasing combat capability and combat power, which can positively affect the ratio of victories and defeats in modern military conflicts.

Keywords: armored vehicles, maintenance, repair of armored vehicles, augmented reality.