

Дмитро Анатолійович Чопа (кандидат технічних наук, с.н.с.)¹

Анатолій Йосипович Дерев'янчук (кандидат технічних наук, професор)²

Денис Русланович Москаленко³

Дмитро Степанович Максимчук³

¹Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

²Сумський державний університет, Суми, Україна

³Військова академія, Одеса, Україна

ВІДДАЛЕНІ ВІРТУАЛЬНІ РЕМОНТНІ ЛАБОРАТОРІЇ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ: ВИМОГИ СЬОГОДЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Сучасні умови застосування Збройних Сил України, що пов'язані з відсіччю збройної агресії російської федерації проти нашої держави, визначають нові вимоги до організації навчання та підготовки військових фахівців різних спеціальностей. Висока інтенсивність бойових дій обумовлює необхідність виконання значного обсягу ремонтно-відновлювальних робіт озброєння та військової техніки. Крім того, воєнно-технічна допомога від наших іноземних партнерів, зумовлює потребу опанування знаннями і навичками стосовно технічного обслуговування і ремонту озброєння та військової техніки іноземного виробництва в короткі строки. Тому заходи щодо прискореної та якісної підготовки спеціалістів для ремонтно-відновлювальних підрозділів, за умов відсутності традиційної навчально-матеріальної бази, потребують зміни поглядів та застосування інноваційних підходів у системі підготовки зазначених фахівців. Одним із таких, запропонованих у статті, інноваційних підходів є створення та використання віддалених віртуальних ремонтних лабораторій для підготовки відповідних фахівців із застосуванням технологій 3D моделювання. Авторами, на підставі практичного досвіду, розглянуто етапи створення та використання запропонованого програмного продукту.

Ключові слова: ремонтно-відновлювальні роботи; віддалені віртуальні ремонтні лабораторії; технології 3D моделювання.

Вступ

Нейтралізація загроз національним інтересам України в мирний час, успішне ведення бойових дій під час війни або воєнного конфлікту потребують цілого комплексу заходів із підвищення боєздатності Збройних Сил України (далі – ЗС України) і обороноздатності держави в цілому. Однією з важливих складових такого комплексу є система технічного обслуговування і ремонту, що забезпечує необхідний рівень технічної готовності озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) до їхнього застосування. Під час відступу російських військ на півночі нашої країни та, особливо, у ході наступальних дій ЗС України на Харківщині, де ворогом було залишено велику кількість ОВТ, особливо гострою стала потреба у підготовці висококваліфікованих фахівців. Частково, залишені зразки підлягали швидкому відновленню завдяки поточному ремонту, інші – виступали «донорами».

Крім того, в Україну надходить ОВТ, що постачають наші західні партнери. Слід зазначити, що таке ОВТ умовно можна поділити на дві групи, зокрема це системи (комплекси): розроблені ще за радянських часів у СРСР і країнах соцтабору; західного виробництва, серед яких є новітні або відносно нові зразки, і застарілі, що після тривалого

зберігання також підлягають ремонту. Тому, за умов сучасної війни стратегічним напрямом удосконалення знань і практичних навичок військових фахівців з ремонту ОВТ є застосування інформаційних технологій, що відкривають нові, ще недосліджені високотехнологічні варіанти відновлення озброєння, пов'язані з унікальними можливостями комп'ютеризації ремонтних процесів.

Постановка проблеми. Існуюча система ремонту ОВТ у мирний час, в цілому, задовольняла потреби військ у забезпеченні бойової готовності ОВТ. Однак, в ході бойових дій в Україні, виконання завдань щодо своєчасного та якісного ремонту ОВТ перетворились в одну з найважливіших проблем, яка, першочергово, пов'язана з підготовкою фахівців для ремонтно-відновлювальних підрозділів.

В умовах недостатньої кількості навченого та досвідченого особового складу, певних часових обмежень, недостатнього матеріально-технічного забезпечення питання своєчасного ремонту ОВТ, відправлення його у війська, а також забезпечення безпеки робіт є достатньо критичними.

Крім того, надходження зразків ОВТ від наших іноземних партнерів обумовлює необхідність опанування в найкоротші терміни знаннями та

навичками щодо технічного обслуговування і ремонту відповідного ОВТ. Тому часткове вирішення зазначених проблемних питань, враховуючи досвід проведення антитерористичної операції, а згодом – операції об'єднаних сил та вже набутого досвіду в процесі відбиття агресії російської федерації, можна забезпечити за допомогою сучасних інформаційних технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сьогодні, досвід відновлення ОВТ в ЗС України є досить вагомим. Однак, фахівці та науковці констатують недосконалість існуючих технічних підходів стосовно ремонту і відновлення ОВТ з урахуванням сучасних умов. Про актуальність даного питання свідчить значна кількість наукових публікацій, зокрема Державного науково-дослідного інституту випробовувань і сертифікації ОВТ і Національного університету Повітряних сил імені Івана Кожедуба. Враховуючи численні наявні дослідження, що присвячені застосуванню різних методів відновлення та ремонту ОВТ, жодна з них не розглядає застосування 3D технологій під час підготовки фахівців і в процесі організації ремонту ОВТ. Автори розглянутих публікацій концентрують свою увагу на різноманітних аспектах створення математичних моделей функціонування системи відновлення [1; 2] та методик оцінювання ефективності відновлення ОВТ [3; 4], удосконалюють вже існуючі методики [5; 6], оцінюють економічну ефективність ремонту зразків ОВТ [7], удосконалюють підходи стосовно прогнозування пошкоджень ОВТ [8; 9], доводять, що використання результатів зазначених досліджень здатні суттєво покращити стан ремонтної системи тощо [10; 11]. Разом із тим, проблема створення ефективної системи розроблення та впровадження технологій 3D моделювання для забезпечення прискореного та якісного ремонту ОВТ, залишається не вирішеною.

Мета статті. Здійснити науковий аналіз проблем, що пов'язані з підготовкою фахівців для ремонтно-відновлювальних підрозділів, і на його основі цього запропонувати підхід до створення віддалених віртуальних ремонтних лабораторій для підготовки зазначених фахівців із застосуванням 3D технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження

Сьогодні у ЗС України відбувається поступовий перехід на стандарти Організації Північноатлантичного договору (далі – НАТО). Варто констатувати, що запровадження таких стандартів під час проведення ремонту ОВТ наразі досить проблематичне через відсутність експлуатаційної документації і досвідчених фахівців. Зважаючи на той факт, що українських військових залучають до міжнародних навчань окремими структурними одиницями або у складі багатонаціональних сил, то наші підрозділи мають бути повністю сумісними з військовими формуваннями країн-членів НАТО, зокрема, й під

час проведення відновлювальних робіт на військовій техніці в польових умовах.

Наявні підходи, що застосовуються у процесі організації та проведенні ремонту ОВТ, не відповідають сучасним вимогам. Наразі застосовують орієнтовно таку методику відновлювального ремонту ОВТ, зокрема, іноземного виробництва: ремонтні підрозділи ремонтують ОВТ в безпосередній близькості від лінії бойового зіткнення або в так званій «сірій» зоні; іноземні фахівці допомагають у ремонті дистанційно по захищених каналах передачі інформації; частина озброєння ремонтується за кордоном. За таких обставин важко вести мову про якість та своєчасність ремонту. Це стосується і системи підготовки фахівців з ремонту ОВТ.

Як відомо, сучасний зразок ОВТ, наприклад, артилерійський комплекс (далі – АК) являє собою сукупність складних систем, для яких характерна велика кількість складових, що поєднані для вирішення певних завдань, у першу чергу, вогневих [12]. На рис. 1 наведена структурно-функціональна схема сучасного типового АК. Через надходження до ремонтних органів військових частин у великій кількості несправних пускових установок, самохідних і причіпних гармат, мінометів, розглянемо один з основних компонентів АК – засоби доставки боєприпасів до цілі.

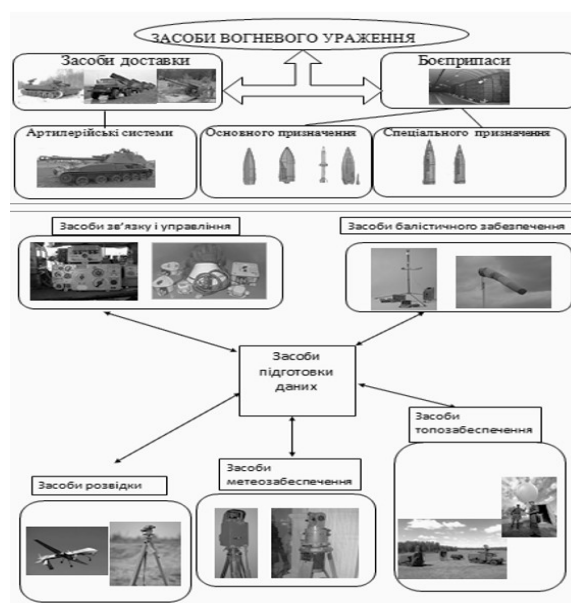


Рис. 1 Структурно-функціональна схема типового АК

Через надходження до ремонтних органів військових частин у великій кількості несправних пускових установок, самохідних і причіпних гармат, мінометів, розглянемо один з основних компонентів АК – засоби доставки боєприпасів до цілі.

Відомо, що під час бойових дій була знищена значна кількість конструкторської та експлуатаційної документації, наукові розробки, технічна література, навчально-матеріальна база, в тому числі й ремонтно-відновлювальних

підрозділів. Тому варіант інтенсивної підготовки фахівців ремонтних органів з використанням 3D моделей зразків артилерійського озброєння (далі – АО) необхідної деталізації, на наш погляд, є найбільш доцільним. Під час реалізації такого варіанту виникає питання: з одного боку – де взяти IT спеціалістів достатньої кваліфікації, з іншого – як швидко буде відпрацьований необхідний програмний продукт. Із наведеного вище виникає необхідність у підготовці відповідних фахівців для створення 3D моделей АО, розроблення спеціального контенту для навчання, алгоритмів і моделей, які б сприяли вирішенню проблеми. Водночас, така постановка завдання вимагає пошуку взаємозв'язку між створеним інтерактивним комплексом з ремонту ОВТ і

суб'єктом навчального процесу. Для реалізації цього пропонуються такі етапи:

1. Створення мультимедійного продукту окремих зразків ОВТ.

2. Створення інтерактивного комплексу з ремонту ОВТ.

3. Комплексне застосування вищеназваних програмних засобів.

Створення мультимедійного продукту окремих зразків ОВТ є найбільш складною й відповідальною операцією. Узагальнюючи досвід кафедри військової підготовки Сумського державного університету у сфері розроблення тривимірних моделей АО, пропонується загальна схема та етапи створення мультимедійних продуктів для підготовки фахівців ремонтних органів (рис. 2).

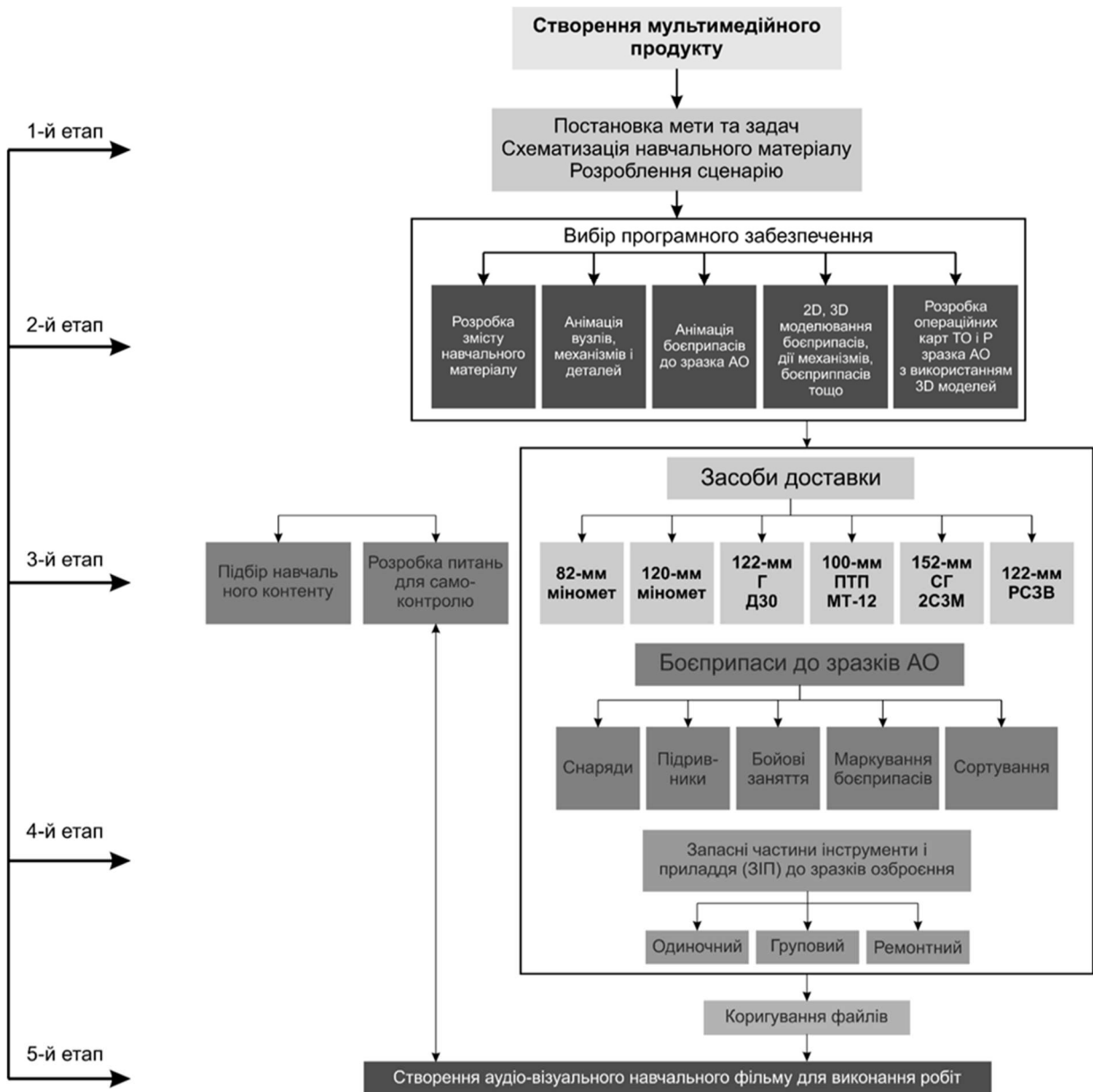


Рис. 2 Загальна схема та етапи створення мультимедійних продуктів для фахівців ремонтних органів

Під час розроблення мультимедійного продукту для його комплексного застосування необхідно враховувати те, що інтерфейс має бути

максимально наближеним до реального зразка ОВТ і 3D модель має враховувати основні реальні процеси взаємодії вузлів і механізмів зразка

озброєння, прицільних пристроїв, противідкотних пристроїв, підричників і бойових зарядів тощо. Для подальшого вирішення завдань стосовно створення мультимедійного продукту окремих зразків ОВТ, щонайперше, визначимо об'єкти, які становлять сутність системи навчання, тобто функціональний зв'язок між її складовими (блоками). До них віднесемо функціональні блоки, що надані на рис. 3.

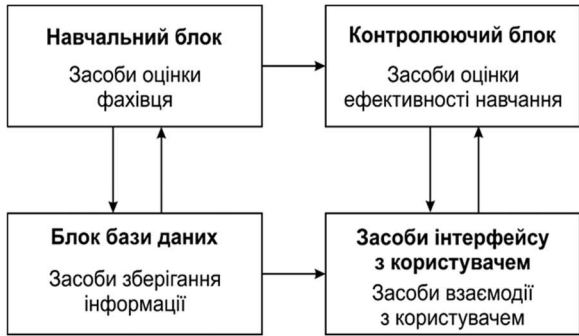


Рис. 3 Функціональний зв'язок між блоками системи навчання фахівців

Під час розроблення мультимедійного продукту для його комплексного застосування необхідно враховувати те, що інтерфейс має бути

максимально наближеним до реального зразка ОВТ і 3D модель має враховувати основні реальні процеси взаємодії вузлів і механізмів зразка озброєння, прицільних пристроїв, противідкотних пристроїв, підричників і бойових зарядів тощо. Для подальшого вирішення завдань стосовно створення мультимедійного продукту окремих зразків ОВТ, щонайперше, визначимо об'єкти, які становлять сутність системи навчання, тобто функціональний зв'язок між її складовими (блоками). До них віднесемо функціональні блоки, що надані на рис. 3.

Так, навчальний блок – реалізує засоби оцінки фахівця та зорієнтований на певну галузь знань (міномети, причіпна артилерія, самохідна артилерія тощо). Контролюючий блок – реалізує засоби оцінки ефективності навчання у вигляді тестів або іншого способу контролю. Блок бази даних – інформує користувача про місце зберігання інформації та можливий доступ до неї. Блок засобів інтерфейсу з користувачем (фахівцем) – реалізує засоби аудіо візуальної взаємодії з користувачем (фахівцем). Аналіз функції блоків, наведених вище, дає можливість виокремити об'єкти, що беруть участь у процесі навчання і створити об'єктну модель підготовки фахівця (рис.4).

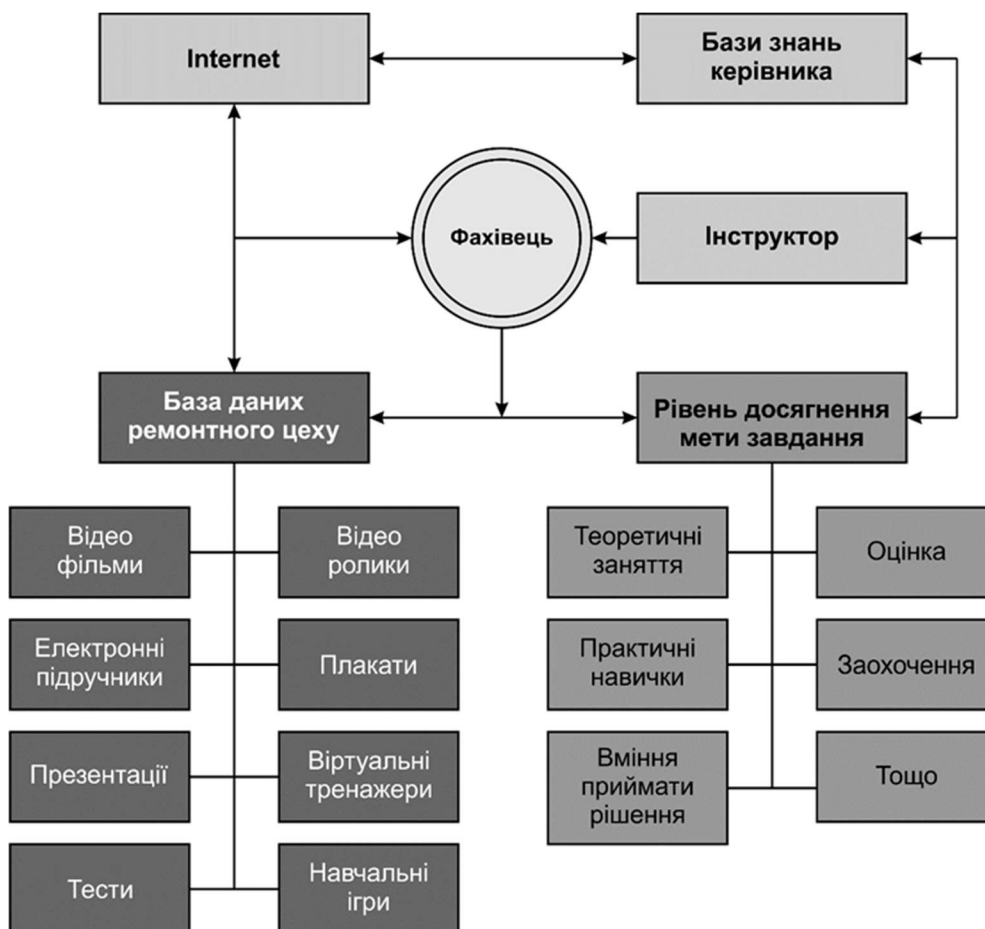


Рис. 4 Спрощена об'єктна модель підготовки фахівців ремонтних органів

Для зручного використання програмного продукту пропонується створити віртуальне меню у вигляді віртуального кубу, де грані кубу

вміщують назву контенту стосовно зразків ОВТ (рис. 5а), а внутрішні «кубики» містять необхідний контент стосовно конкретного зразка (рис. 5б).

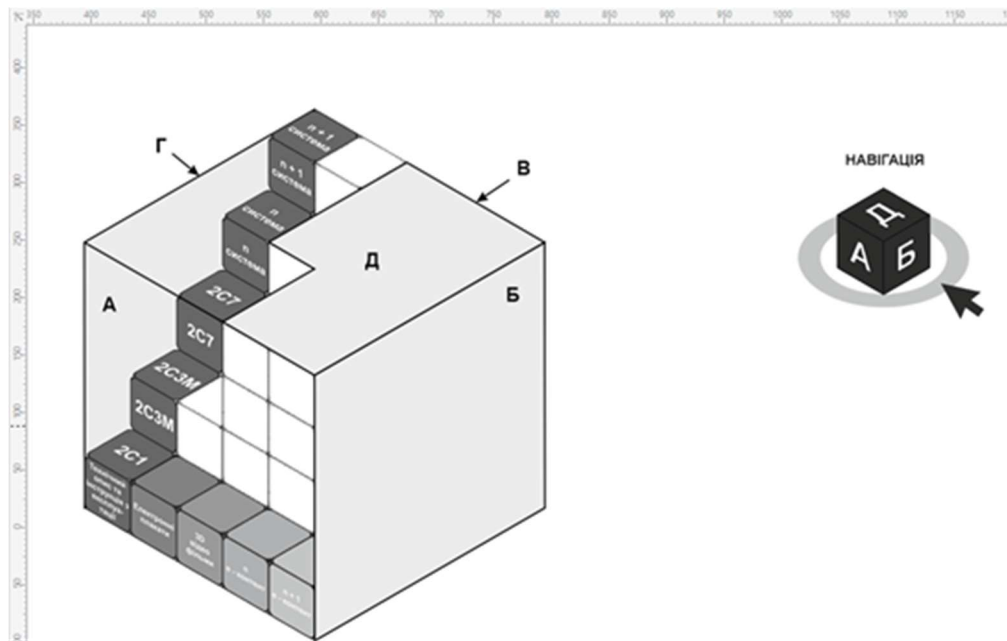


Рис. 5а. Віртуальний куб навчального контенту:
 А – самохідна артилерія; Б – причіпна артилерія; В – міномети; Г – реактивні системи залпового вогню; Д – протитанкові ракетні комплекси

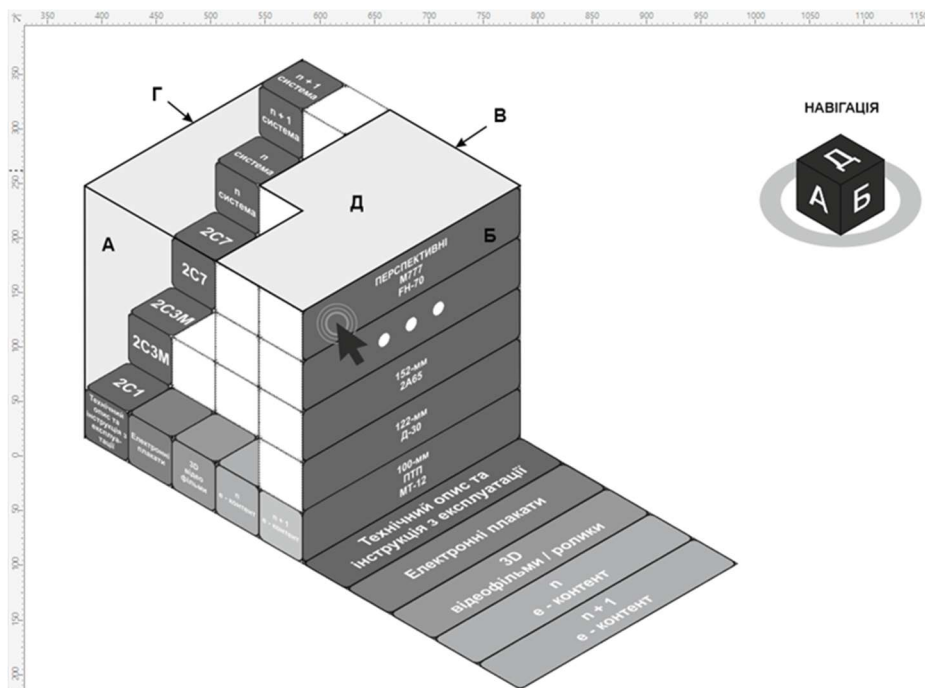


Рис. 5б. Віртуальний куб навчального контенту:
 А – самохідна артилерія; Б – причіпна артилерія; В – міномети; Г – реактивні системи залпового вогню; Д – протитанкові ракетні комплекси;

Віртуальний куб являє собою інтерфейс взаємодії з цифровим контентом для навчання спеціалістів ремонтних органів. Його форма – це візуальна модель сховища даних для зручності та легкості їх використання. Навігація у віртуальному кубі відбувається як за допомогою навігаційного куба у верхньому правому кутку екрану шляхом натискання на відповідну грань або обертання його навколо своєї осі круговою стрічкою, так і обертанням навколо своєї осі безпосередньо віртуального куба. Для його руху необхідно натиснути і тримати ліву кнопку миші та обертати

куб за існуючими ступенями свободи, щоб вибрати необхідну «грань з цифровим контентом». Зліва та вгорі знаходиться шкала у пікселях, що дозволяє орієнтуватися у масштабі екрану комп'ютерного пристрою користувача для роботи з віртуальним кубом. Під час наведення курсору на потрібну грань і натисканні лівої кнопки миші на потрібну грань, відкривається меню з необхідним контентом для користувача.

Для оптимального використання віртуального куба можна визначити такі можливі шляхи його наповнення відповідним контентом для

використання в освітньому процесі: забезпечення вільного доступу до Інтернету за допомогою бездротової мережі Wi-Fi; створення системи моніторингу функціонування інфраструктури виробничої діяльності; інтеграцію в суміжні вітчизняні та європейські телекомунікаційні мережі.

Використання сучасних інформаційних технологій, зокрема технологій 3D моделювання, у підготовці фахівців для ремонтних підрозділів створює реальні можливості зниження строків ремонтних робіт і підвищення їх якості шляхом поступової інформатизації системи підготовки фахівців.

Звідси випливає необхідність розглянути наповнення віртуального куба відповідним навчальним контентом. Досвід роботи ремонтних органів у мирний та воєнний часи свідчить, що, першочергово, куб повинен мати такий контент: технічні описи та інструкції з експлуатації зразків ОВТ; різноманітні пам'ятки; відеофільми та відеоролики з будови та експлуатації зразків ОВТ у

форматі 3D з необхідною деталізацією; електронні плакати та презентації; операційні карти виконання робіт; ящики із запасними частинами, інструментами та приладдям, їх вміст; набір інструментів для виконання конкретних робіт; перелік типових несправностей та способи їх усунення; шаблони документів; оптичні прилади, акумулятори тощо.

Оскільки ремонтні органи комплектуються, в тому числі особовим складом з недостатнім рівнем знань та умінь, то їх підготовка має здійснюватися за принципом – від простого до складного. Для цього розроблений спеціальний відеофільм у форматі 3D, що наводить найпростіші слюсарні інструменти, елементи різноманітних механізмів наведення гармат, їх взаємодію, порядок розбирання і збирання тощо. Як правило, показ відеофільму здійснюється кожного разу перед початком вивчення конкретної артилерійської системи. На рис. 6 надано деякі скріншоти з відеофільму «Конструктивні схеми механізмів наведення артилерійських систем».

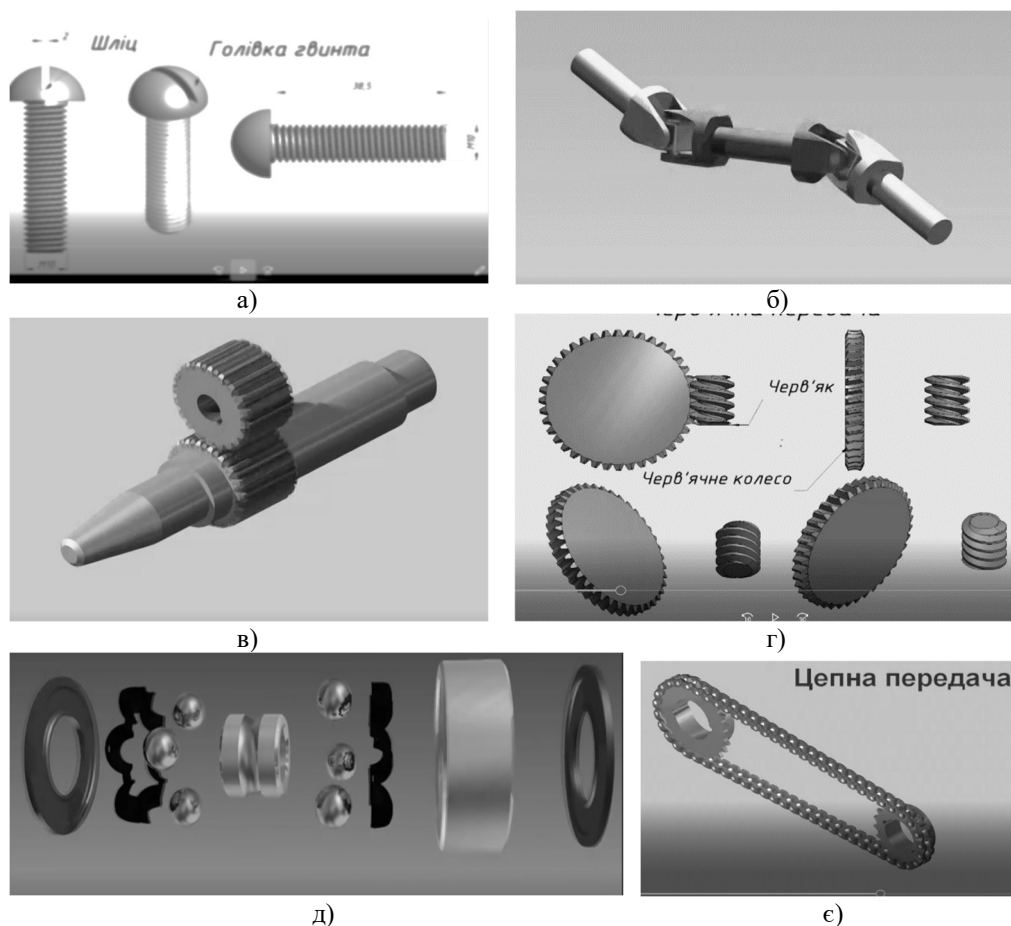


Рис. 6. Скріншоти механізмів наведення артилерійських гармат:

а – загальний вигляд елементів кріплення; б – карданна передача; в – циліндрична передача; г – черв'ячна передача; д – кульковий підшипник; е – ланцюгова передача

Таким чином, технології 3D передбачають розгортання і впровадження у ремонтному підрозділі інформаційних систем організації і керування процесом відновлення ОВТ і

наповнення цих систем електронним контентом (е-контент), що складається з електронних матеріалів різноманітного призначення (рис. 7).

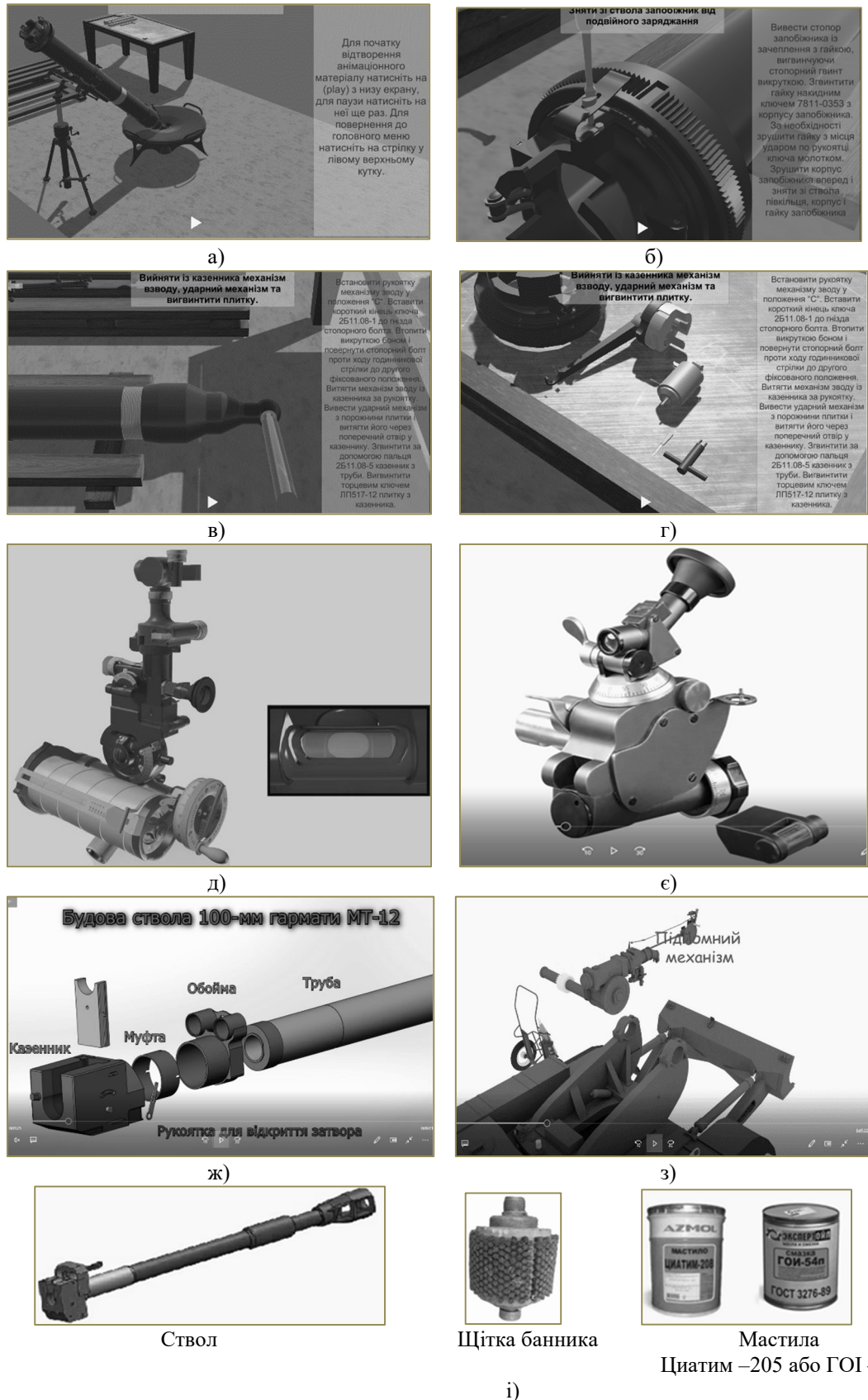


Рис. 7 Скріншоти окремих складових контенту віртуального кубу:
 а – загальний вигляд міномету 2Б11; б – порядок розбирання запобіжника від подвійного заряджання;
 в – згвинчування казенника; г – розбирання і огляд пристрою, що стріляє; д, е – заміна рівнів на прицілах С71-40 і МПМ-44М відповідно; ж – розбирання і огляд ствольної гармати МТ-12; з – встановлення підйомного механізму гармати С7; и – експлуатаційні матеріали для чищення ствольної гармати

Зауважимо, що більшість відео мають пояснення послідовності розбирання та збирання механізмів, методика їх огляду на придатність до роботи, перелік необхідних інструментів, їх місце розташування та зовнішній вигляд (рис. 7а, б, в, г).

Враховуючи вищезазначене, стає очевидною проблема підготовки науково-педагогічних працівників (інструкторів) під час війни, яка полягає в тому, що вони мають стати не лише користувачами вже готових програмних продуктів, але й вміти розробляти новітні технології навчання відповідно до програм своїх дисциплін, передавати власний досвід і знання усім категоріям фахівців, які потребують підвищення професійного рівня, зокрема й призваним на військову службу під час мобілізації.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Наприкінці здійсненого наукового аналізу проблем, що пов'язані з підготовкою фахівців для ремонтно-відновлювальних підрозділів, констатуємо, що розроблений і запропонований методичний підхід стосовно візуалізації процесів відновлювального ремонту озброєння та військової техніки має безсумнівні переваги порівняно з

традиційними методами, оскільки дозволяє візуально, з першого погляду, визначити й оцінити ймовірну несправність та спосіб її усунення. Крім того, акцентуємо увагу, що пріоритетними перевагами використання 3D технологій у відновлювальному ремонті озброєння стали:

мобільний доступ до довідкових матеріалів у будь-який час і незалежно від місця знаходження; налаштований зворотний зв'язок з інструкторами, зокрема з фахівцями за кордоном; можливість створення на основі 3D технологій моделей озброєння та військової техніки іноземного виробництва, що, своєю чергою, дасть можливість їхнього своєчасного і якісного обслуговування та ремонту.

Слід розуміти, що проблема подальшого удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту в бойових умовах стає досить значущою й актуальною та потребує комплексного підходу на основі сучасних методів досліджень і впровадження їх результатів у практику військ. Подальшими перспективними напрямками наукових досліджень можуть бути питання удосконалення застосування технологій 3D моделювання та створення тривимірних моделей зразків озброєння та військової техніки закордонного виробництва.

Література

1. Дачковський В. О., Стрельбицький М. А. Математична модель функціонування системи відновлення озброєння та військової техніки. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2020. № 2(38). С. 87–94.
2. Шишанов М. О., Гуляєв А. В., Шевцов М. М. Обґрунтування методу моделювання процесу функціонування відновлення озброєння та військової техніки угруповання військ. *Озброєння та військова техніка*. 2017. № 1(13). С. 75–77.
3. Дачковський В. О., Коцюрба В. І. Методика оцінювання ефективності функціонування системи відновлення озброєння та військової техніки. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2020. № 1(37). С. 5–14.
4. Старцев В. В., Гурін О. М., Просяник В. В., Коломійцев О. В. Методики оцінювання ефективності відновлення озброєння та військової техніки повітряних сил Збройних Сил України. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2022. № 2(12). С. 134–144.
5. Сампір О. Удосконалена методика визначення можливостей з технічної розвідки пошкоджених зразків озброєння та військової техніки в ході ведення бойових дій. *Journal of Scientific Papers – Social Development and Security*. 2021. № 11(2). Р. 141–151.
6. Сампір О. Удосконалена методика оцінювання системи відновлення озброєння та військової техніки окремої механізованої бригади. *Journal of Scientific Papers – Social Development and Security*. 2021. Vol. 11. № 5.
7. Dachkovskiy V., Sampir O., Horbachova Y. Methodical approach to evaluation of economic efficiency of repairing the weapons and military equipment. *VUZF review*, 2020. Vol. 5. № 1. Р. 22–30.
8. Запара Д. М., Бровко М. Б., Старцев В. В., Бортновський С. А. Удосконалення підходів щодо прогнозування пошкоджень озброєння та військової техніки зенітних ракетних військ від впливу ударної дії засобу ураження. *Системи озброєння і військова техніка*. 2018. № 1(53). С. 20–24.
9. Запара Д. М., Бровко М. Б., Старцев В. В., Кушпета Р. Ю., Дудко М. В. Впровадження процедури прогнозування пошкоджень ОВТ від впливу осколкової дії засобів ураження в перспективну АСУ матеріально-технічним забезпеченням. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2018. № 4(58). С. 50–56.
10. Залевський Г. С., Лекаш А. А., Гурін О. М., Старцев В. В., Калачова В. В. Показники та критерії комплексної методики оцінювання ефективності виконання завдань логістичного забезпечення військових частин Повітряних Сил Збройних Сил України у збройному конфлікті. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2019. № 3. С. 45–52.
11. Старцев В. В., Третяк В. Ф., Бровко М. Б., Джігірей В. О., Коломійцев О. В. Підходи щодо підтримки рішення на виконання заходів з відновлення озброєння та військової техніки в системі логістичного забезпечення Повітряних Сил Збройних Сил України. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2022. № 1(11). С. 116–126.
12. Чопа Д. А., Дерев'янчук А. Й., Дерев'янчук В. А. Інформаційні технології як засіб підвищення якості вивчення військово-технічних дисциплін. *Сучасні інформаційні технології в сфері безпеки та оборони*. 2022. № 1(43). С. 91–98.

REMOTE VIRTUAL REPAIR LABORATORIES OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT:
CURRENT REQUIREMENTS AND PERSPECTIVES

Dmytro Chopa (Candidate of technical sciences, Senior Research Fellow)¹

Anatolii Derevianchuk (Candidate of technical sciences, professor)²

Denys Moskalenko²

Dmytro Maksymchuk³

¹*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, Ukraine*

²*Sumy State University, Sumy, Ukraine*

³*Military academy, Odesa, Ukraine*

The current conditions of use of the Armed Forces of Ukraine, related to the repulsion of the armed aggression of the Russian Federation, determine new requirements for the organization of education and training of military specialists of various specialties. The high intensity of hostilities makes it necessary to carry out a large volume of repair and restoration works of the weapons and military equipment. In addition, the military-technical assistance from our foreign partners makes it necessary to master the knowledge and skills of maintenance and repair of weapons and equipment of foreign production in a short period of time. Therefore, measures for accelerated and high-quality training of specialists for repair and restoration units in the absence of a traditional educational and material base require a change in views and the application of innovative approaches in the system of training specified specialists. One of such innovative approaches proposed in the article is the creation and use of remote virtual repair laboratories for the training of relevant specialists using 3D modeling technologies. The authors, on the basis of practical experience, consider the stages of creation and use of the proposed software product.

Key words: *repair and restoration works, remote virtual repair laboratories, 3D modeling technologies.*

References

- Dachkovsky, V., Strelbytskyi, M.** (2020). Mathematical model of the functioning of the system of restoration of weapons and military equipment. *Suchasni informatsiini tekhnolohii u sferi bezpeky ta oborony*, 3(38).
- Shishanov, M., Gulyaev, A., Shevtsov, M.** (2017). Justification of the method of modeling the functioning of the process of restoring the armament and military equipment of a grouping of troops. *Ozbroiennia ta viiskova tekhnika*, 1(13).
- Dachkovsky, V., Kotsyruba, V.** (2021). Methodology for evaluating the effectiveness of the system of restoring weapons and military equipment. *Suchasni informatsiini tekhnolohii u sferi bezpeky ta oborony*, 1(37).
- Startsev, V., Gurin, O., Prosyanyk, V., Kolomyitsev, O. V.** (2022). Methods of evaluating the effectiveness of the renewal of armaments and military equipment of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnoho naukovo-doslidnoho instytutu vyprovuvan i sertyfikatsii ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky*, 2(12).
- Sampir, O.** (2021). An improved technique for determining the technical intelligence of damaged samples of weapons and military equipment in the course of combat operations. *Journal of Scientific Papers – Social Development and Security*, 11(2), 141–151.
- Sampir, O.** (2021). Improved the methodology for evaluating the system of fire control and military equipment of the mechanized brigade. *Journal of Scientific Papers – Social Development and Security*, 11, 5.
- Dachkovskyi, V., Sampir, O., Horbachova, Y.** (2020). Methodical approach to evaluation of economic efficiency of repairing the weapons and military equipment. *VUZF review*, 5, 1, 22–30.
- Zapara, D., Brovko, M., Startsev, V., Bortnovsky, S.** (2018). Improvement of the approach to predicting the future of the fire and military equipment of anti-aircraft missiles in the form of a shock wave for the defense of the enemy. *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika*, 1(53).
- Zapara, D., Brovko, M., Startsev, V., Kushpet, R., Dudko, M.** (2018). Implementation of the procedure for predicting the cost of weapons and military equipment in the form of fragmentation damage in the future automated control system for material and technical security. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho natsionalnoho universytetu Povitrianykh Syl*, 4(58).
- Zalevsky, G., Lekakh, A., Gurin, O., Startsev, V., Kalachova, V.** (2019). Indications and criteria of a complex methodology for evaluating the effectiveness of vikonannya logistical security of the military parts of the Defense Forces of the Armed Forces of Ukraine in an armed conflict. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho natsionalnoho universytetu Povitrianykh Syl*, 3.
- Startsev, V., Tretyak, V., Brovko, M., Dzhigirey, V., Kolomyitsev, O.** (2022). Appropriate approach to support the decision to enter the vikonannya for the renewal of military equipment in the system of logistics security of the Defense Forces of the Defense Forces of Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnoho naukovo-doslidnoho instytutu vyprovuvan i sertyfikatsii ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky*, 1(11).
- Chopa, D., Derevianchuk, A., Derevianchuk, V.** (2022). Information technologies as a means of increasing the quality of studying military technical disciplines. *Suchasni informatsiini tekhnolohii u sferi bezpeky ta oborony*, 1(43).