

ЛОГІСТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПІДТРИМКА ДІЙ ПОВІТРЯНОЇ КОМПОНЕНТИ

DOI 10.33099/2786-7714-2026-1-10-121-130

УДК 623.7:658.5

Ков'ях Іван Вікторович

<https://orcid.org/0009-0008-3541-5616>

Дранник Павло Анатолійович (кандидат військових наук, старший науковий співробітник)

<https://orcid.org/0000-0002-6073-2962>

Білявський Богдан Анатолійович (кандидат військових наук)

<https://orcid.org/0009-0006-9036-7229>

Національний університет оборони України, Київ, Україна

Рукопис надійшов до редакції: 19.02.2026; Рукопис прийнято до друку після рецензування: 22.03.2026; Дата публікації: 17.06.2026

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕМОНТУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ В ХОДІ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Ремонт озброєння та військової техніки сил і засобів протиповітряної оборони є однією з ключових складових забезпечення боєздатності угруповання в умовах ведення сучасних бойових дій. Інтенсивність застосування засобів повітряного нападу, постійна модернізація та ускладнення зразків озброєння, їх різноманітність, а також висока динаміка ведення бойових дій, вимагають прийняття своєчасного та обгрунтованого рішення щодо організації та проведення ремонтно-відновлювальних робіт на пошкоджених зразках озброєння та військової техніки зенітних ракетних військ. За таких умов наявність обгрунтованого науково-методичного апарату оцінювання ефективності ремонту озброєння та військової техніки набуває першочергового значення. Водночас аналіз існуючих методик оцінювання ефективності ремонту озброєння та військової техніки свідчить, що вони не в повній мірі враховують комплексний характер ремонту, реальні можливості ремонтно-відновлювальних органів, рівень підготовленості їх особового складу та специфіку умов ведення бойових дій.

Метою дослідження є удосконалення методики оцінювання ефективності ремонту озброєння та військової техніки протиповітряної оборони під час виконання завдань у ході ведення бойових дій. Запропонована методика, на відміну від існуючих, ґрунтується на комплексному врахуванні організаційних, технічних і кадрових чинників, зокрема рівні реальної навченості особового складу ремонтних органів, рівня їх технічно-логістичної готовності й забезпеченості необхідною технічною та експлуатаційною документацією, умов ведення бойових дій. Це надає можливість підвищити достовірність оцінювання ефективності ремонту та обгрунтувати управлінські рішення щодо вибору варіантів ремонту озброєння та військової техніки з урахуванням конкретних умов бойової обстановки. Отримані результати можуть бути використані відповідними органами управління під час планування застосування логістики в ході бойових дій військових частин (підрозділів) Повітряних Сил Збройних Сил України, а також під час подальших досліджень з питань організації ремонту озброєння та військової техніки.

Ключові слова: оцінювання ефективності, ремонт озброєння та військової техніки, протиповітряна оборона, середній час ремонту, ремонтно-відновлювальні органи.

Вступ

Досвід російсько-української війни та сучасних збройних конфліктів, переконливо свідчать про те, що одним із визначальних чинників збереження боєздатності озброєння та військової техніки (ОВТ) протиповітряної оборони (ППО) є ефективне здійснення такої функції логістичного забезпечення, як технічна експлуатація та ремонт (відновлення) ОВТ. В умовах масованого застосування противником авіаційних засобів ураження та різноманітного ракетного озброєння, вирішального значення набуває можливість виконання своєчасного ремонту озброєння і

військової техніки протиповітряної оборони України.

Зенітні ракетні війська (ЗРВ) Повітряних Сил Збройних Сил України є основою системи протиповітряної оборони держави та виконують завдання в умовах постійного вогневого впливу противника, маневрування вогневими підрозділами та обмеженості ремонтних ресурсів. Втрата працездатного стану, навіть окремих зразків зенітних ракетних комплексів зі складу угруповань зенітних ракетних військ або їх складових, призводить до зниження рівня бойового потенціалу угруповання ЗРВ в цілому, що безпосередньо

впливає на стійкість системи протиповітряної оборони та результати бойових дій.

Особливої складності набуває організація ремонту ОВТ в угрупованнях ЗРВ змішаного складу, де одночасно експлуатуються зразки озброєння різного типу, технічного стану та стандартів забезпечення. У цих умовах ефективність ремонту визначається не лише технічними характеристиками зразків ОВТ, а й реальними можливостями ремонтно-відновлювальних органів (РВО), рівнем підготовленості ремонтного персоналу, наявністю технічної документації, інструментів і матеріалів, а також часовими обмеженнями, які зумовлені інтенсивністю ведення бойових дій.

Питання оцінювання ефективності ремонту ОВТ у системі технічного забезпечення Збройних Сил України знайшли відображення у наукових працях та навчально-методичних виданнях НУОУ [1,2,3], дослідженнях з питань удосконалення методик оцінювання систем відновлення [4,5], роботах щодо розвитку системи технічного обслуговування і ремонту сучасних зенітних ракетних комплексів [6], а також у нормативно-доктринальних документах з логістичного та технічного забезпечення [7,8,9,10].

Теоретичною основою дослідження є положення щодо організації експлуатації та ремонту озброєння і військової техніки зенітних ракетних військ [11], де системно розкрита структура технічного забезпечення засобів ЗРВ, види та рівні ремонту ОВТ, порядок функціонування ремонтних органів та визначені показники оцінювання ефективності їх діяльності.

Загальні закономірності функціонування системи матеріально-технічного забезпечення військ (сил), принципи побудови логістичних підсистем, а також методологічні підходи до оцінювання їх ефективності базуються на положеннях, викладених у [12].

Сучасний стан, склад та особливості застосування засобів протиповітряної і протиракетної оборони Сил оборони України, що безпосередньо впливають на організацію технічного забезпечення та відновлення ОВТ, розглянуті у [13], що дозволяє врахувати специфіку новітніх зразків озброєння при формуванні підходів до оцінювання ефективності їх ремонту.

У [14-19] розглянуті питання організації експлуатації та ремонту ОВТ ЗРВ, формування вимог до зразків озброєння, побудови системи логістичного забезпечення, визначення показників функціонування систем матеріально-технічного забезпечення, а також узагальнений досвід застосування сил та засобів ППО у російсько-українській війні.

Водночас аналіз результатів проведених досліджень, які висвітлені у зазначених джерелах свідчить про те що більшість робіт зосереджена або на організаційно-структурних аспектах системи технічного забезпечення, або на окремих методиках оцінювання ефективності відновлення ОВТ, або на узагальненні бойового досвіду без

формалізованого поєднання його з кількісними показниками ефективності ремонту.

Таким чином, зберігається науково-практична невідповідність між комплексним оцінюванням ефективності ремонту ОВТ і реальними умовами сучасних бойових дій, яка обумовлює необхідність подальшого вдосконалення відповідного науково-методичного апарату.

Таким чином, актуальність даного дослідження зумовлена наявністю науково-практичного протиріччя між потребою у достовірному оцінюванні ефективності ремонту ОВТ ППО у бойових умовах і обмеженими можливостями існуючого науково-методичного апарату. Для вирішення цього протиріччя виникає необхідність удосконалення методики оцінювання ефективності ремонту ОВТ з урахуванням комплексу технічних, організаційних і кадрових чинників.

Метою дослідження є удосконалення методики оцінювання ефективності ремонту ОВТ ППО під час виконання завдань з протиповітряної оборони в ході ведення бойових дій.

Гіпотеза дослідження полягає в тому, що врахування умов ведення бойових дій, реальної підготовленості ремонтного персоналу, рівня готовності ремонтних органів і наявності відповідної документації при визначенні часу та результативності ремонтних робіт дозволить підвищити достовірність оцінювання ефективності ремонту ОВТ і, як наслідок, забезпечити рівень боєздатності ОВТ ППО, який вимагається.

Основними припущеннями дослідження є те що: ефективність ремонту ОВТ ППО у ході ведення бойових дій визначається не лише технічними характеристиками зразків ОВТ, а й сукупністю організаційних, кадрових та ресурсних чинників; час проведення ремонтних робіт є інтегральним показником, який більш повно відображає результативність функціонування РВО у бойових умовах; умови ведення бойових дій, рівень навченості ремонтного персоналу, забезпеченість технічною документацією та інструментами суттєво впливають на продуктивність РВО та тривалість ремонту; використання удосконаленої методики оцінювання ефективності ремонту з урахуванням зазначених чинників дозволяє обґрунтовано визначати виробничі спроможності РВО та приймати раціональні рішення щодо вибору варіантів ремонту з метою підтримання боєздатності сил і засобів ППО.

Матеріали та методи

У ході дослідження застосована сукупність загальнонаукових і спеціальних методів дослідження, які забезпечили досягнення поставленої мети та розв'язання визначених завдань.

Для дослідження процесу ремонту ОВТ ППО, як складової системи логістичного забезпечення, встановлення взаємозв'язків між технічними, організаційними та кадровими чинниками, які впливають на його ефективність, застосований метод системного аналізу.

Експертний метод застосований для визначення вагових коефіцієнтів показників ефективності ремонту та оцінювання значущості окремих факторів у забезпеченні боєздатності угруповання [20].

Графоаналітичний метод застосований для візуалізації результатів дослідження та аналізу залежностей між основними параметрами, які характеризують ефективність ремонту, з метою обґрунтування практичних рекомендацій щодо її підвищення.

Результати

Для досягнення мети дослідження, на основі результату аналізу факторів, які впливають на ефективність ремонту ОВТ угруповання ЗРВ змішаного складу під час виконання завдань з ППО в ході ведення бойових дій, потребують вирішення наступні завдання:

проведення аналізу існуючого науково-методичного апарату дослідження ефективності ремонту ОВТ ЗРВ;

удосконалення методики оцінювання ефективності ремонту ОВТ ЗРВ;

обґрунтування рекомендацій щодо підвищення ефективності ремонту ОВТ угруповання ЗРВ змішаного складу під час виконання завдань з протиповітряної оборони в ході ведення бойових дій.

Аналіз існуючих методик оцінювання ефективності ремонту ОВТ ЗРВ дозволяє зробити висновок, що існуючий науково-методичний апарат потребує доопрацювання для забезпечення можливості оцінювання ефективності ремонту ОВТ з урахуванням реальної навченості ремонтного персоналу, готовності до проведення робіт, наявності технічної документації в умовах ведення бойових дій. Такий підхід до визначення часу проведення відновлювального ремонту характеризується більш високою достовірністю розрахунків та вибором оптимального, в конкретних умовах обстановки, варіанту здійснення ремонту пошкоджених зразків ОВТ для забезпечення боєздатності угруповання.

Таблиця 1

Таблиця відповідності ступеня бойових пошкоджень ОВТ складу сил та засобів, необхідних для ремонту та очікуваний час ремонту

Пошкодження ОВТ	Стан бойової готовності ОВТ	Склад сил і засобів, необхідних для ремонту	Очікуваний час ремонту
Слабкі	Часткова втрата бойової готовності	Бойові розрахунки підрозділів з використанням одиночного і групового комплексу ЗПП	До 3 діб
Середні	Втрата бойової готовності	Військові ремонтні органи (майстерні частин, з'єднань, ремонтно-відновні бригади частин, з'єднань, виїзні ремонтні бригади ремонтних підприємств (підприємств – виробників) із використанням ремонтного і групового комплектів ЗПП	10 – 20 діб
Сильні		Стаціонарні ремонтні бази та підприємства, підприємства промисловості із використанням ремонтного відновлювального комплексу ЗПП	40 – 60 діб
Повне руйнування	Ремонт економічно недоцільний		

Кількісним показником оцінювання рівня пошкоджень зразка ОВТ угруповання ЗРВ змішаного складу є середні очікувані трудовитрати H на відновлення (ремонт) зразка ОВТ ЗРВ, які розраховуються за формулою:

$$H_{ij} = \sum_i \sum_j \sum_{ij} \quad (1)$$

де H_{ij} – середні очікувані трудовитрати (у людино-годинах) на відновлення (ремонт) i -го структурного елемента засобу ЗРК від впливу засобів ураження j -го типу.

Розрахована величина H_{ij} порівнюється з граничними значеннями трудовитрат на ремонт зразка ОВТ для кожного значення ознаки ступеню пошкоджень та на підставі результатів такого порівняння приймається рішення про очікуваний рівень пошкоджень зразка ОВТ.

Ефективність застосування угруповання ЗРВ змішаного складу в ході ведення бойових дій безпосередньо залежить від постійного підтримання ОВТ в готовності до виконання визначених завдань [9].

Підвищення ефективності ремонту ОВТ угруповання ЗРВ змішаного складу передбачає оптимальне використання сил і засобів РВО, зокрема, скорочення часу на переміщення, розгортання та згортання рухомих засобів технічного обслуговування і ремонту (РЗТОіР), удосконалення організаційних робіт і посилення інформаційної підтримки технологічних процесів. Основою для визначення напрямів удосконалення є своєчасна та об'єктивна оцінка ефективності ремонту [11].

Аналіз досвіду застосування РВО в ході повномасштабної агресії російської федерації проти України свідчить, що одними з

найважливіших чинників результативності ремонту є професійна підготовка особового складу та належне матеріально-технічне забезпечення, передусім, оснащення сучасними рухомими засобами технічного обслуговування та ремонту [14-19]. У порівнянні з цим, впровадження нових організаційно-технічних рішень має другорядне значення.

Відповідність ступеня бойових пошкоджень ОВТ ППО, необхідних для ремонту та очікуваний час ремонту наведені у табл. 1 [12].

Таким чином, визначення ступеня пошкодження ОВТ передбачає оцінювання: стану бойової готовності ОВТ; складу сил і засобів, які необхідні для його ремонту; очікуваного часу ремонту.

На теперішній час у ЗС України в наявності обмежений запас ОВТ ППО, який необхідний для заміщення виведених з ладу одиниць ОВТ, з метою збереження бойового потенціалу угруповання ЗРВ змішаного складу. При цьому необхідно враховувати, що кожний засіб за одиницю часу здатний знищити в середньому C_1 умовних бойових засобів противника, а кожен такий умовний засіб противника за одиницю часу може знищити в середньому C_2 одиниць нашого ОВТ [1]. Якщо на ремонт ЗРК витрачається час простою (час проведення ремонту) $t_{пр}$, то у противника за цей період часу залишиться $C_1 t_{пр}$ бойових засобів, які у той же час можуть спричинити збитки $\Delta P_{пр}$ нашим військам у розмірі:

$$\Delta P_{пр} = C_1 t_{пр} C_2 t_{пр} = C_1 C_2 t_{пр}^2 \quad (2)$$

Таким чином, збитки, спричинені простоем не відремонтованої одиниці ОВТ, зростають пропорційно квадрату тривалості цього простою. Отже, вкрай важливо звести до мінімуму час ремонту (відновлення) непрацездатного зразка ОВТ (критично важливого для функціонування ЗРК).

Тому, у якості основного показника оцінювання ефективності ремонту доцільно обрати час проведення відновлювального ремонту:

$$T = \frac{1}{\Pi} \quad (3)$$

де Π – середньодобова продуктивність РВО, зразків на добу.

Враховуючи велике значення часу саме при відновленні ОВТ (що, у свою чергу, залежить від продуктивності РВО), пропонується ввести коефіцієнт придатності до проведення ремонтних робіт $K_{прд}$, який визначається як добуток часткових, рівнозначних складових. Припускаючи, що $K_{прд} \in [0;1]$, то величина кожного з його складових матиме значення від 0 до 1, в залежності від оцінки кожної окремої складової, де 0 – зразок ОВТ повністю не придатний виконувати завдання, а 1 – зразок ОВТ спроможний виконати завдання в повному обсязі за визначений час. Отже, враховуючи дане припущення отримаємо вираз:

$$K_{прд} = K_{тех} K_{гот.о/с+док} \quad (4)$$

де $K_{тех}$ – коефіцієнт технічної готовності до проведення ремонту, який враховує наявність відповідних інструментів та матеріалів необхідних для проведення робіт, тобто:

$$K_{тех} = \frac{M_{наявн}}{M_{необх}} \quad (5)$$

де $M_{наявн}$ – наявна кількість відповідних інструментів та матеріалів необхідних для проведення робіт;

$M_{необх}$ – необхідна кількість відповідних інструментів та матеріалів необхідних для проведення робіт;

$K_{гот.о/с+док}$ – коефіцієнт готовності особового складу до проведення ремонту та наявність відповідної документації (технологічні карти, схеми, інструкції і т.п.), який можна розрахувати як:

$$K_{гот.о/с+док} = \frac{K_{навч} + K_{інф}}{2} \quad (6)$$

де $K_{навч}$ – коефіцієнт навченості особового складу (пропонується визначати згідно табл. 2), який розраховується як:

$$K_{навч} = \sum_{i=1}^m \frac{K_{навч.i}}{m}; \quad (7)$$

де m – кількість ремонтників даного РВО;

$K_{навч.i}$ – навченість i -го ремонтника даного РВО;

Таблиця 2

Таблиця визначення коефіцієнту навченості особового складу РВО

Критерій визначення $K_{навч}$	Значення $K_{навч}$
Має базову освіту.	0,1
Має освіту за спорідненою спеціальністю і не має досвіду у проведенні ремонтних робіт, що відповідає отриманим пошкодженням, або має базову освіту і має досвід у проведенні ремонтних робіт, що відповідає отриманим пошкодженням.	0,3
Має, профільну освіту і не має досвіду у проведенні ремонтних робіт, що відповідає отриманим пошкодженням, або має освіту за спорідненою спеціальністю і має досвід у проведенні ремонтних робіт, що відповідає отриманим пошкодженням.	0,5
Має, профільну освіту і має досвід у проведенні ремонтних робіт, що відповідає отриманим пошкодженням.	0,7
Має, профільну освіту і періодично (не рідше ніж 1 раз на півроку) приймає участь у проведенні ремонтних робіт, що відповідає отриманим пошкодженням.	0,9

$K_{\text{інф}}$ – коефіцієнт наявності відповідної документації (технологічні карти, схеми, інструкції і т.п.). $K_{\text{інф}}$ є співвідношенням кількості наявної до кількості документації повного комплекту:

$$K_{\text{інф}} = \frac{D_{\text{наяв}}}{D_{\text{повн.к-т}}} \quad (8)$$

де $D_{\text{наяв}}$ – кількість наявної документації (технологічні карти, схеми, інструкції і т.інш.);

$D_{\text{повн.к-т}}$ – кількість документації повного комплекту (технологічні карти, схеми, інструкції і т.п.) на зразок озброєння.

Таким чином, враховуючи (4) та (6), отримуємо:

$$K_{\text{прид}} = K_{\text{тех}} \frac{(K_{\text{навч}} + K_{\text{інф}})}{2} \quad (9)$$

На відміну від існуючих методик, у запропонованій додатково введено коефіцієнт умов виконання ремонтних робіт $K_{\text{умов}}$ [0;1], який враховує вплив бойової обстановки на реальну продуктивність РВО.

Введення даного коефіцієнта дозволяє перейти від умовно-нормативної оцінки часу ремонту до оцінки, максимально наближеної до реальних умов ведення бойових дій.

Коефіцієнт умов $K_{\text{умов}}$ пропонується визначити згідно табл. 3.

Таблиця 3
Таблиця визначення коефіцієнту $K_{\text{умов}}$ в залежності від умов проведення ремонту

Умови ремонту	$K_{\text{умов}}$
Стационарні, поза зоною ураження	1
Польові, з обмеженням маскуванню	0,8 – 0,9
Поблизу району бойових дій	0,6 – 0,7
Під загрозою повторного ураження	0,4 – 0,5
В умовах бойових дій підвищеної інтенсивності	≤0,3

$K_{\text{умов}}$ визначається сумою вагових коефіцієнтів, а саме:

- $K_{\text{загр}}$ – рівень загрози повторного ураження;
- $K_{\text{маск}}$ – обмеження, пов'язані з маскуванню;
- $K_{\text{ман}}$ – інтенсивність маневру, зміну позиції;
- $K_{\text{пер}}$ – імовірність переривання робіт;
- $K_{\text{нч}}$ – обмеження нічного режиму.

Значення та розподіл вагових коефіцієнтів в інтегральному показнику $K_{\text{умов}}$ (рис. 1) визначені експертним шляхом на основі узагальненого досвіду ремонтних органів під час РУВ (російсько-української війни) та власного практичного досвіду у сфері технічного забезпечення і ремонту ОБТ [14-19].

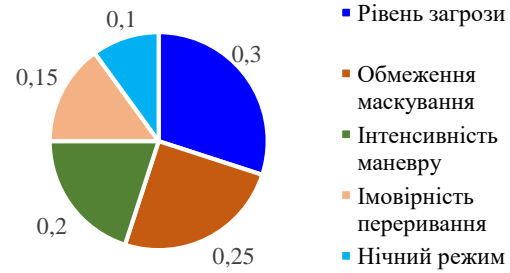


Рисунок 1 – Розподіл вагових коефіцієнтів в інтегральному показнику $K_{\text{умов}}$

Вважаємо, що середньодобова продуктивність РВО розраховується як:

$$\Pi = \frac{\Phi \cdot K_{\text{прид}}}{H} \quad (10)$$

де Φ – середньодобова величина дійсного фонду робочого часу даного РО, люд.-год/добу;

H – величина трудомісткості певного виду ремонту зразка ОБТ, що проводиться в даному РО, люд.-год/зразк

Середньодобова величина дійсного фонду робочого часу одного РВО, вимірювана протягом доби його роботи, дорівнює:

$$\Phi = n^0 t_p \quad (11)$$

де n^0 – кількість спеціалістів-ремонтників в даному РВО;

t_p – робочий час у годинах на добу.

Величина часу, витраченого на проведення певного виду ремонту зразка ОБТ, розраховується:

$$T = \frac{1}{\Pi} \quad (12)$$

Таким чином, враховуючи $K_{\text{умов}}$ та (12), (11), (10), (9) отримуємо:

$$T_{\text{рем}} = \frac{2H}{n^0 t_p K_{\text{тех}} (K_{\text{навч}} + K_{\text{інф}}) K_{\text{умов}}} \quad (13)$$

У якості критерія доцільно обрати відповідність часу ремонту пошкоджених зразків ОБТ ($T_{\text{рем розр}}$) до рівнів визначених у табл. 1 ($T_{\text{рем потр}}$).

Таким чином, методика дозволяє обрати найбільш доцільний варіант ремонту пошкодженого ОБТ ППО, враховуючи реальну навченість особового складу, рівень забезпеченості необхідними інструментами, матеріалами та документацією в умовах ведення бойових дій.

Ремонт пошкодженого ОБТ ППО під час ведення бойових дій полягає у приведенні його до працездатного стану. Враховуючи те, що на даний час РВО оперативного рівня фактично не сформовано, а можливості з виділення виїзних ремонтних бригад ремонтних підприємств обмежені, то, відповідно, на тактичний рівень покладається ремонт зразків ОБТ ЗРВ, які отримали слабкі та середні пошкодження.

Відповідно до табл. 1 очікуваний час відновлення не повинен перевищувати для слабких пошкоджень ОВТ – 3-х діб, а для середніх пошкоджень ОВТ – 20 діб.

Для розрахунків використано [11] прораховані середні та максимальні значення очікуваних трудовитрат на ремонт ЗРК середньої дальності, які зазначені у таблиці 4 та 5.

Таблиця 4

Очікувані середні трудовитрати на ремонт ЗРК,

люд.-год

Пошкодження ЗРК	ЗРК середньої дальності
Слабкі	500
Середні	2600

Таблиця 5

Очікувані максимальні трудовитрати на ремонт ЗРК, люд.-год

Пошкодження ЗРК	ЗРК середньої дальності
Слабкі	1000
Середні	4000

Таким чином, встановлена залежність тривалості проведення ремонту від низки чинників: умов району проведення ремонту, коефіцієнта технічної готовності до виконання ремонтних робіт; рівня підготовленості особового складу; забезпеченості необхідною технічною документацією (технологічними картами, схемами, інструкціями тощо); чисельності спеціалістів-ремонтників у складі РВО, а також тривалості їх робочого часу протягом доби.

Для визначення рекомендацій щодо підвищення ефективності ремонту ОВТ ППО обрано угруповання ЗРВ змішаного складу у складі ЗРК-1 та ЗРК-2. Під час виконання завдань з протиповітряної оборони в ході ведення бойових дій, необхідно проаналізувати залежність часу ремонту ОВТ від $K_{навч}$, $K_{тех}$, $K_{інф}$, n^0 , t_p , з урахуванням умов проведення ремонту, з метою визначення напрямків підвищення ефективності ремонту ОВТ угруповання ЗРВ змішаного складу.

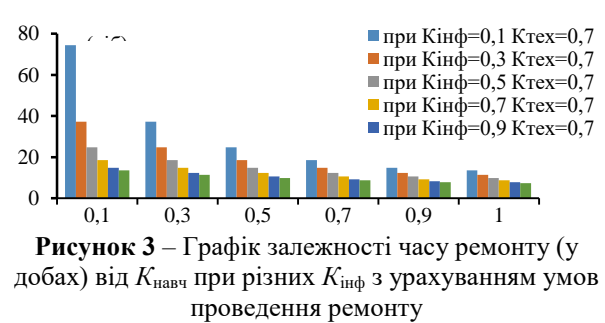
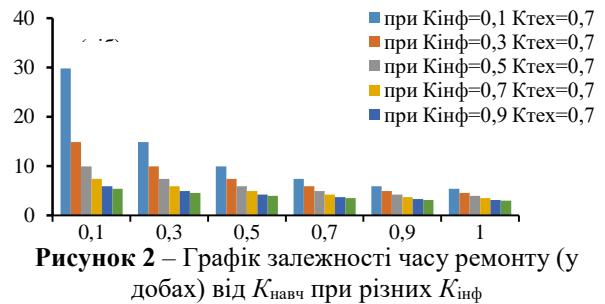
Аналіз проведений для слабких пошкоджень.

Графік залежності часу проведення ремонту від коефіцієнту навченості особового складу та коефіцієнту наявності відповідної документації зображено на рис. 2. Ці самі дані але з урахуванням умов проведення ремонту (для розрахунків обраний показник під загрозою повторного ураження), зображено на рис. 3.

Аналіз результатів, поданих на графіках, свідчить, що зростання значень коефіцієнтів $K_{навч}$ та/або $K_{інф}$ з інтервалом 0,2 призводить до суттєвого зменшення тривалості ремонтних робіт – у середньому на 25–50%, однак такий ефект спостерігається лише в діапазоні значень 0,1–0,7. За умови досягнення високих значень зазначених коефіцієнтів (0,8–1,0) подальше їх підвищення характеризується значно меншою ефективністю та забезпечує скорочення часу ремонту на 5–15%.

Врахування умов проведення ремонту призводить до суттєвого збільшення абсолютних значень часу ремонту порівняно з базовим

варіантом (рис. 2). Так, за низьких значень $K_{навч}$ та $K_{інф}$ час ремонту зростає в кілька разів, що відображає негативний вплив складних умов виконання робіт. Таким чином, другий графік характеризує більш напружений і реалістичний сценарій функціонування ремонтного органу.



Отже, врахування умов проведення ремонту не змінює загальних закономірностей впливу $K_{навч}$ і $K_{інф}$, проте призводить до зростання часових витрат у абсолютному вимірі та надає можливість отримання більш реальної оцінки часу проведення ремонту. Це підтверджує, що навіть за ускладнених умов, ключовим чинником підвищення ефективності ремонту залишається рівень підготовки ремонтного персоналу, а заходи з його навчання та інформаційного забезпечення мають вирішальне значення для зменшення тривалості ремонтних робіт.

Аналіз результатів проведених розрахунків дозволяє визначити, що при низьких значеннях коефіцієнтів технічної готовності до проведення ремонту та (або) навченості особового складу, наявності відповідної документації (технологічні карти, схеми, інструкції і т.ін.) для зменшення часу проведення ремонтних робіт доцільно, за можливості, збільшувати саме їх, а при високих значеннях зазначених коефіцієнтів доцільно, за можливості, збільшувати кількість особового складу, який залучається до проведення ремонтних робіт.

Обговорення

Таким чином, аналіз факторів впливу на ремонт ОВТ та результати проведених розрахунків надають можливість визначення рекомендацій щодо підвищення ефективності ремонту ОВТ ППО, до яких слід віднести:

необхідність запровадження переводу технічної документації (технологічні карти, схеми, інструкції і т.ін.) до електронного вигляду, що дозволить значно підняти $K_{інф}$ для всіх підрозділів, які мають на озброєнні ЗРК до початку ведення бойових дій,

а також надасть можливість підвищити $K_{\text{інф}}$ без значних часових втрат у випадку втрати інформаційної складової внаслідок ведення бойових дій (завдяки можливості обміну електронними копіями між частинами і підрозділами, як за допомогою фізичних носіїв, так і з використанням технічних засобів зв'язку – мережі інтернет);

проведення закупівлі та оснащення РВО сучасними ремонтними засобами, інструментами та приладами з обов'язковою наявністю спеціалізованих транспортних засобів, станків, власних дизельних генераторів, підйомно-кранового обладнання, що дозволить підняти $K_{\text{тех}}$;

створення та постійне оновлювання електронної бази даних усіх відмов, бойових пошкоджень, з описом всіх супутніх умов за яких це відбулося (з метою накопичення статистичних даних для уточнення розрахункових трудовитрат на усунення тих чи інших пошкоджень), а також зазначенням використаного під час ремонту ЗПП, що значно скоротить час проведення заходів технічної розвідки та визначення необхідних інструментів та матеріалів необхідних для проведення ремонтних робіт;

враховувати освіту та досвід роботи за спорідненими спеціальностями особового складу при призначенні на посади спеціалістів-ремонтників та організувати курси підвищення кваліфікації.

Висновки

Практична реалізація запропонованих рекомендацій надає можливість підвищити ефективність ремонту ОВТ угруповань ЗРВ змішаного складу під час виконання завдань з протиповітряної оборони в ході ведення бойових дій за рахунок врахування впливу таких чинників, як: кількісний склад та кваліфікація ремонтного персоналу, наявність ефективної інформаційної підтримки при виконанні технологічних операцій ремонту складових частин виробів і зразків ОВТ ППО в цілому; забезпеченість РВО інструментами та матеріалами, необхідними для проведення ремонту. Як наслідок – отримання високої достовірності прогнозу ефективності ремонту озброєння та військової техніки ППО з урахуванням умов ведення бойових дій.

Список використаних джерел

- [1.] О. В. Глоба, В. С. Мельниченко та А. М. Скиба, "Рекомендації щодо підвищення ефективності відновлення озброєння та військової техніки угруповання зенітних ракетних військ," Повітряна міць України, № 2(7), с. 87–95, 2024, doi: 10.33099/2786-7714-2024-2-7-87-95.
- [2.] В. І. Мірненко, Ред., Технічне забезпечення зенітних ракетних військ (забезпечення озброєнням та військовою технікою, технічне обслуговування та відновлення (ремонт) озброєння та військової техніки, її використання): підручник. Київ, Україна: НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2023.
- [3.] В. О. Дачковський, С. А. Копашинський, І. В. Овчаренко та ін., Основи оцінювання ефективності функціонування системи логістики: навч. посіб. Київ, Україна: НУОУ, 2025.
- [4.] О. Сампір, "Удосконалена методика оцінювання системи відновлення озброєння та військової техніки окремої механізованої бригади," Journal of Scientific Papers "Social Development and Security", т. 11, № 5, 2021. <https://doi.org/10.33445/sds.2021.11.5.16>
- [5.] В. В. Старцев, та ін. "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, № 2(12), 2022. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.12.2022.14>
- [6.] П. В. Опенько, О. М. Доска та ін., "Напрямки удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту радіоелектронних засобів новітніх зенітних ракетних комплексів," Повітряна міць України, № 1(8), с. 76–83, 2025, <https://doi.org/10.33099/2786-7714-2025-1-8-76-83>.
- [7.] Генеральний штаб Збройних Сил України, Інструкція з формування оперативного-стратегічних, оперативного-тактичних та загальних вимог до озброєння та військової техніки ЗС України, наказ № 213 від 24 трав. 2016 р. Київ, Україна: ГШ ЗС України, 2016.
- [8.] Генеральний штаб Збройних Сил України, Тимчасова Доктрина застосування сил оборони держави, наказ № 124* від 31.03.2020. Київ, Україна: РВВ ЦЗСД МО та ГШ ЗС України, 2020.
- [9.] Генеральний штаб Збройних Сил України, Тимчасова настанова з логістичного забезпечення бойових дій військових частин (підрозділів) Повітряних Сил Збройних Сил України, наказ № 494 від 28.12.2019. Київ, Україна: ГШ ЗС України, 2019.
- [10.] Генеральний штаб Збройних Сил України, Доктрина Об'єднана логістика: ВКП 4-00(01).01, наказ № 2861/НВГШ від 24 верес. 2020 р. Київ, Україна: ГШ ЗС України, 2020.
- [11.] А. В. Крижний та Б. М. Ланецький, Ред., Організація експлуатації та ремонту озброєння та військової техніки зенітних ракетних військ: підручник. Київ, Україна: НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2018.
- [12.] В. О. Шускін, Ред., Теоретичні основи матеріально-технічного забезпечення військ (сил): навчальний посібник. Київ, Україна: ЦНДІ, 2010.
- [13.] Б. Ж. Шкурат та ін., Засоби протиповітряної та протиракетної оборони Сил оборони України. Іноземне озброєння: навч. посіб. Київ, Україна: НУОУ, 2025.
- [14.] Командування Повітряних Сил ЗС України, Досвід та уроки застосування військових частин та підрозділів Повітряних Сил Збройних Сил України у російсько-українській війні (у період з 01.03.2023 по 30.04.2023): військова публікація. Вінниця, Україна: Командування ПС ЗС України, 2023.
- [15.] Командування Повітряних Сил ЗС України, Досвід та уроки застосування військових частин та підрозділів Повітряних Сил Збройних Сил України у російсько-українській війні (у період з 01.01.2023 по

- 28.02.2023): військова публікація. Вінниця, Україна: Командування ПС ЗС України, 2023.
- [16.] Командування Повітряних Сил ЗС України, Досвід та уроки застосування військових частин та підрозділів Повітряних Сил Збройних Сил України у російсько-українській війні (у період з 01.05.2023 по 31.05.2023): військова публікація. Вінниця, Україна: Командування ПС ЗС України, 2023.
- [17.] Командування Повітряних Сил ЗС України, Досвід та уроки застосування військових частин та підрозділів Повітряних Сил Збройних Сил України у російсько-українській війні (у період з 01.06.2023 по 31.07.2023): військова публікація. Вінниця, Україна: Командування ПС ЗС України, 2023.
- [18.] М. А. Левченко та ін., Застосування сил та засобів протиповітряної оборони України у російсько-українській війні: досвід, уроки, рекомендації (лютий 2022 року – липень 2023 року): навч. посіб. Київ, Україна: НУОУ, 2024.
- [19.] Б. Ж. Шкурат та ін., Застосування сил та засобів протиповітряної оборони України у російсько-українській війні: досвід, уроки, рекомендації (серпень – грудень 2023 року): навч. посіб. Київ, Україна: НУОУ, 2024.

Ivan Koviakh

<https://orcid.org/0009-0008-3541-5616>

Pavlo Drannyk (Candidate of military sciences, senior research scientist)

<https://orcid.org/0000-0002-6073-2962>

Bohdan Bilyavsky (Candidate of Military Sciences)

<https://orcid.org/0009-0006-9036-7229>

National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF REPAIR OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT OF AIR DEFENSE DURING COMBAT OPERATIONS

The repair of weapons and military equipment of air defense forces and assets is one of the key components in ensuring the combat capability of a force grouping under conditions of modern combat operations. The intensity of employment of air attack means, the continuous modernization and increasing complexity of weapon systems, their diversity, as well as the high dynamics of combat operations, require timely and well-grounded decision-making regarding the organization and execution of repair and recovery activities on damaged samples of weapons and military equipment of the Air Defense Missile Forces. Under such conditions, the availability of a scientifically substantiated methodological framework for assessing the effectiveness of repair of weapons and military equipment becomes of primary importance. At the same time, the analysis of existing methodologies for assessing repair effectiveness indicates that they do not fully take into account the comprehensive nature of repair, the actual capabilities of repair and recovery units, the level of training of their personnel, and the specific features of combat conditions.

The purpose of the study is to improve the methodology for assessing the effectiveness of repair of air defense weapons and military equipment during the execution of tasks in the course of combat operations. Unlike existing approaches, the proposed methodology is based on a comprehensive consideration of organizational, technical, and personnel factors, in particular the actual level of training of repair unit personnel, the level of their technical and logistical readiness and provision with the necessary technical and operational documentation, as well as the conditions of combat operations. This makes it possible to increase the reliability of assessing repair effectiveness and to substantiate managerial decisions regarding the selection of repair options for weapons and military equipment, taking into account specific combat conditions. The obtained results may be used by relevant command and control bodies when planning the employment of logistics during combat operations of units (subunits) of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine, as well as in further research on the organization of repair of weapons and military equipment.

Keywords: *effectiveness assessment, repair of weapons and military equipment, air defense, mean repair time, repair and recovery units.*

References

- [1.] O. V. Hloba, V. S. Melnychenko, and A. M. Skyba, "Recommendations on improving the efficiency of the restoration of armament and military equipment of the anti-aircraft missile troops grouping," *Air Power of Ukraine*, no. 2(7), pp. 87–95, 2024, <https://doi.org/10.33099/2786-7714-2024-2-7-87-95>. (in Ukrainian)
- [2.] V. I. Mirnenko, Ed., *Technical Support of Anti-Aircraft Missile Troops (Provision of Armament and Military Equipment, Maintenance and Restoration (Repair) of Armament and Military Equipment, Its Use): Textbook*. Kyiv, Ukraine: National Defence University of Ukraine, 2023. (in Ukrainian)
- [3.] V. O. Dachkovskiy, S. A. Kopashynskiy, I. V. Ovcharenko, et al., *Fundamentals of Evaluating the Efficiency of the Logistics System Functioning: Study Guide*. Kyiv, Ukraine: National Defence University of Ukraine, 2025. (in Ukrainian)

- [4.] O. Sampir, "Improved methodology for assessing the system of restoration of armament and military equipment of a separate mechanized brigade," *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security"*, vol. 11, no. 5, 2021. <https://doi.org/10.33445/sds.2021.11.5.16> (in Ukrainian)
- [5.] V. V. Startsev, "Methods of evaluating the efficiency of restoration of armament and military equipment of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine," *Collection of Scientific Works of the State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification*, no. 2(12), 2022. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.12.2022.14>. (in Ukrainian)
- [6.] P. V. Openko, O. M. Doska, et al., "Directions of improving the maintenance and repair system of radio-electronic means of the newest anti-aircraft missile complexes," *Air Power of Ukraine*, no. 1(8), pp. 76–83, 2025. <https://doi.org/10.33099/2786-7714-2025-1-8-76-83>. (in Ukrainian)
- [7.] General Staff of the Armed Forces of Ukraine, *Instruction on the Formation of Operational-Strategic, Operational-Tactical and General Requirements for Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine*, Order No. 213. Kyiv, Ukraine: General Staff of the Armed Forces of Ukraine, May 24, 2016. (in Ukrainian)
- [8.] General Staff of the Armed Forces of Ukraine, *Temporary Doctrine of the Application of the Defense Forces of the State*, Order No. 124*. Kyiv, Ukraine: General Staff of the Armed Forces of Ukraine, Mar. 31, 2020. (in Ukrainian)
- [9.] General Staff of the Armed Forces of Ukraine, *Temporary Manual on Logistics Support of Combat Operations of Military Units (Subunits) of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*, Order No. 494. Kyiv, Ukraine: General Staff of the Armed Forces of Ukraine, Dec. 28, 2019. (in Ukrainian)
- [10.] General Staff of the Armed Forces of Ukraine, *Doctrine Joint Logistics: VKP 4-00(01).01*, Order No. 2861/NVHSh. Kyiv, Ukraine: General Staff of the Armed Forces of Ukraine, Sep. 24, 2020. (in Ukrainian)
- [11.] A. V. Kryzhnyi and B. M. Lanetskyi, Eds., *Organization of Operation and Repair of Armament and Military Equipment of Anti-Aircraft Missile Troops: Textbook*. Kyiv, Ukraine: National Defence University of Ukraine, 2018. (in Ukrainian)
- [12.] V. O. Shuiekin, Ed., *Theoretical Foundations of Material and Technical Support of Troops (Forces): Study Guide*. Kyiv, Ukraine: Central Scientific Research Institute, 2010. (in Ukrainian)
- [13.] B. Zh. Shkurat et al., *Air and Missile Defense Means of the Defense Forces of Ukraine. Foreign Armament: Study Guide*. Kyiv, Ukraine: National Defence University of Ukraine, 2025. (in Ukrainian)
- [14.] Air Force Command of the Armed Forces of Ukraine, *Experience and Lessons from the Employment of Military Units and Subunits of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine in the russian-Ukrainian War (for the period from Mar. 1, 2023, to Apr. 30, 2023): Military Publication*. Vinnytsia, Ukraine: Air Force Command, 2023. (in Ukrainian)
- [15.] Air Force Command of the Armed Forces of Ukraine, *Experience and Lessons from the Employment of Military Units and Subunits of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine in the russian-Ukrainian War (for the period from Jan. 1, 2023, to Feb. 28, 2023): Military Publication*. Vinnytsia, Ukraine: Air Force Command, 2023. (in Ukrainian)
- [16.] Air Force Command of the Armed Forces of Ukraine, *Experience and Lessons from the Employment of Military Units and Subunits of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine in the russian-Ukrainian War (for the period from May 1, 2023, to May 31, 2023): Military Publication*. Vinnytsia, Ukraine: Air Force Command, 2023. (in Ukrainian)
- [17.] Air Force Command of the Armed Forces of Ukraine, *Experience and Lessons from the Employment of Military Units and Subunits of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine in the russian-Ukrainian War (for the period from Jun. 1, 2023, to Jul. 31, 2023): Military Publication*. Vinnytsia, Ukraine: Air Force Command, 2023. (in Ukrainian)
- [18.] M. A. Levchenko et al., *Employment of Air Defense Forces and Means of Ukraine in the russian-Ukrainian War: Experience, Lessons, Recommendations (February 2022 – July 2023): Study Guide*. Kyiv, Ukraine: National Defence University of Ukraine, 2024. (in Ukrainian)
- [19.] B. Zh. Shkurat et al., *Employment of Air Defense Forces and Means of Ukraine in the russian-Ukrainian War: Experience, Lessons, Recommendations (August – December 2023): Study Guide*. Kyiv, Ukraine: National Defence University of Ukraine, 2024. (in Ukrainian)