

# МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬК

УДК 355.6

**В.Л. Козачук**<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.

**О.В. Поповіченко**<sup>2</sup>, к.військ.н., доц.,

**В.П. Харченко**<sup>1</sup>, к.військ.н., с.н.с.

*1 Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна*

*2 Військова академія (м. Одеса), Україна*

## МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕМОНТУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

*У статті наведено один із методичних підходів до оцінювання ефективності непланових видів ремонту озброєння та військової техніки, які є однією зі складових технічного забезпечення військ (сил).*

*Ключові слова: ремонт, озброєння та військова техніка, ефективність, багатокритеріальність.*

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Озброєння та військова техніка (ОВТ) — це технічні об'єкти, які, як правило, можуть бути відремонтовані, і під час ремонту здійснюється відновлення їх працездатності або справності [1]. Під час ремонту ОВТ витрачають матеріальні засоби, час спеціалістів-ремонтників, ресурс технологічного обладнання, енергоресурси тощо, причому кількість та обсяги робіт, витрачений час, матеріальні ресурси можуть варіюватися у доволі широкому діапазоні. Однак можливості порівняти різні стратегії або технології ремонту відсутні, оскільки досі немає однозначного і загальноприйнятого розуміння того, як, яким чином, за якими критеріями оцінювати ефективність ремонту. Відповідно відсутній і методичний апарат для порівнювання ефективності (раціональності) різних технологій ремонту, що не дає можливості обрати найбільш прийнятний варіант. Крім того, й кінцева мета ремонту як складного процесу, який протікає не лише в часі, але і в просторі, часто-густо виглядає нечітко сформульованою, навіть розмитою.

Наслідком цього є неналежне, поверхневе обґрунтування вигляду і самої системи ремонту — її складу, конфігурації, чисельності особового складу, технологічної оснащеності. І, як наслідок, у виконавчих структурах системи ремонту є або нестача фахівців в органах виконання ремонту (як правило), або їх надлишковість, що буває, звісно, значно рідше.

Таким чином, питання коректного формулювання порядку оцінювання ефективності ремонту, а також переліку показників, за допомогою яких стає можливим здійснити таке оцінювання за рахунок удосконалення методичного апарату, є актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій,** присвячених питанням оцінювання ефективності ремонту, свідчить, що як критерії оцінювання ефективності видів ремонту (передусім, непланових — поточних), як правило, використовують різноманітні економічні показники — загальні витрати на ремонт, вартість утримання ремонтного персоналу тощо (наприклад, [2]), а також показники витрат часу або трудомісткості (наприклад, [3]). Варто відмітити, що до оцінки ефективності ремонту як складного процесу такі перелічені показники мають віддалене відношення, в першу чергу, вони характеризують виконавчі органи, які здійснювали ремонт, а не ремонт як технологічний процес, як сукупність певних операцій, які направлені на досягнення відновлення працездатності та справності зразка техніки, у тому числі й ОВТ.

Слід відмітити, що є також інші підходи, інші спроби оцінити ефективність безпосередньо ремонту. Так, у роботі [4] пропонується так званий метод співвідношення витрат та отриманих вигод від ремонту, який дає змогу виявити найбільш ефективні заходи з підтримки необхідного технічного стану об'єкта. Недоліком цього підходу є те, що витрати, що розглядаються, мають суто фінансовий характер, не враховують часові, матеріальні, ресурсні та інші збитки.

Не менш цікава спроба здійснити оцінювання ремонту зроблена у роботі [5]. Автор пропонує використовувати інтегральний показник якості операцій ремонту, який є відношенням комплексного показника якості (в деяких випадках автор також використовує поняття «цінність») до величини сумарних витрат. Але цілком природно, що найбільше запитань виникає до останнього показника, зокрема, до змісту, що вкладається в «якість» та «цінність» — поняття доволі ефемерні, незрозуміло також, яким чином та за якими ознаками оцінювати ці показники. В решті решт, оцінювання ефективності знов таки звелось у роботі до оцінки ефективності засобів ремонту.

Таким чином, жоден з наведених методичних апаратів і підходів не дає можливості здійснити комплексне оцінювання ефективності ремонту зразка ОВТ, насамперед непланового.

**Мета статті** полягає у викладенні методичного підходу до оцінювання ефективності ремонту зразка ОВТ (передусім, непланового), включаючи, у тому числі, формування сукупності критеріїв для цього.

**Виклад основного матеріалу статті.** Ремонт, як і більшість інших керованих технологічних процесів, можна охарактеризувати такими показниками: ступенем досягнення мети, тривалістю безпосередньо самого процесу, трудомісткістю цього процесу та, безумовно, вартістю. З наведених чотирьох параметрів лише визначення першого викликає певні труднощі, розрахунок другого, третього та четвертого здійснюється доволі просто, для чого використовують багато чисельних методичних апаратів.

Таким чином, перш за все слід визначитися з показником «ступінь досягнення мети».

Відповідно [1], мета ремонту полягає у відновленні працездатності та справності виробу (тобто зразка ОВТ), а також відновленні його ресурсу. Але, як відомо, не завжди під час виконання ремонту можна досягти повного відновлення працездатності (справності) або ресурсу. Найчастіше не вистачає або часу, або коштів, або кваліфікації виконавців, або матеріальних ресурсів, або усього взагалі, внаслідок чого мета досягається частково. Тому одним з найважливіших показників ефективності ремонту слід вважати ступінь виконання вимог, встановлених у нормативно-технічній документації, під час реалізації комплексу операцій з відновлення працездатності (справності) виробу та відновлення його ресурсу, а відповідно ефективність ремонту — це, насамперед, ступінь досягнення мети його виконання.

Ця ступінь виконання вимог є нічим іншим, як невідповідністю значень параметрів після виконання ремонту значенням параметрів, які визначені нормативно-технічною документацією, або так звана нев'язка  $Q_i$   $i$ -го параметру або сукупність нев'язок  $\{Q\}$  для виробу в цілому. При цьому

$$Q_i = |W_{i\text{норм}} - W_i|,$$

де  $W_{i\text{норм}}$  — значення  $i$ -го параметру, яке встановлене вимогами нормативно-технічної документації;

$W_i$  — значення  $i$ -го параметру, яке отримано в результаті контролю після виконання ремонту.

Таким чином, наслідком ремонту, його ідеальним кінцевим результатом має бути повна відповідність значень параметрів виробу значенням, зафіксованим вимогами до цього виробу, або повна відсутність нев'язок, що можна виразити рівнянням  $\{Q\}=0$ .

Але слід ураховувати, що існує умовна градація важливості впливу відхилень від значень параметрів, які визначені нормативно-технічною документацією (наприклад, [6]). Наявність нев'язок першої групи може привести до аварії або катастрофи, тому їх слід вважати відмовами. Наявність нев'язок другої умовної групи є свідченням непрацездатності зразка техніки в цілому, тобто недоцільність його використання за призначенням. Присутність нев'язок третьої умовної групи — це показник можливості використання зразка техніки в цілому за призначенням, але з певними обмеженнями, оскільки є деякі складові цього зразка, що не відповідають вимогам нормативно-технічної документації. І лише наявність нев'язок четвертої групи можна вважати непринциповим явищем, оскільки їх значення менше діапазону відхилень від так званих еталонних значень.

Виходячи з головної мети ремонту та поточних обставин, в яких здійснюють ремонт, можна сформулювати найвагоміші показники, що описують результати виконання ремонтних робіт. Наприклад, за деяких обставин найвагомішими показниками, крім, звичайно, нев'язки, можуть бути час виконання ремонтних робіт або вартість ремонту, або витрати матеріальних засобів, або деякі інші, наявність яких обумовлена поточною ситуацією.

Таким чином, задача розрахунку ефективності ремонту може бути зведена до багатокритеріальної, в якій використано не менш ніж два критерії — мінімум відповідних нев'язок та, наприклад, мінімум часу, потрібного для виконання ремонтних операцій:

$$T_{\text{рем}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij},$$

де  $t_{ij}$  — тривалість  $i$ -ої операції з відновлення працездатності  $j$ -го виду складової зразка ОВТ.

Можливий також і варіант трьохкритеріальної задачі, в якій третім критерієм може бути використаний такий важливий показник, як вартість виконання ремонту  $S_{\text{рем}}$ . Цей показник можна виразити відповідним чином:

$$S_{\text{рем}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m S_{ij},$$

де  $S_{ij}$  — вартість здійснення  $i$ -ої операції з відновлення працездатності (справності)  $j$ -го виду складової зразка ОВТ.

Таким чином, завдання зводиться до визначення мінімального значення відносно кожного з показників із сукупності альтернативних рішень, тобто — до добре відомого різновиду задачі лінійного програмування — так званої транспортної задачі.

Але слід враховувати, що відновлення зразка ОВТ — діяльність багатогранна, тому й завдання з пошуку (побудови) найбільш ефективного рішення буде задачею багатокритеріальною. У даному випадку, скоріше за все, можна використовувати як усі розглянуті критерії, так і більше, тобто завдання зводиться до розв'язання багатокритеріальної задачі.

Існує декілька математичних апаратів для розв'язання багатокритеріальних задач, але для випадку лінійної багатокритеріальної задачі найдоцільнішим вважається метод парето-оптимальності. Тобто завдання зводиться до необхідності отримати множину парето-оптимальних рішень  $P(S_{\text{пост}}, T_{\text{пост}})$  із всієї сукупності можливих рішень  $\{R\}$  — тобто  $P(S_{\text{пост}}, T_{\text{пост}}) \in \{R\}$ , що відповідають умовам (1) та (2).

Перевага методу оптимальності за Парето полягає також і в тому, що проблему вибору найпривабливішого рішення із сукупності отриманих парето-оптимальних можна вирішити за допомогою, наприклад, методу цільового програмування. Цей метод має два різновиди: метод вагових коефіцієнтів та метод пріоритетів. Вважається, що суттєвим недоліком методу вагових коефіцієнтів є суб'єктивність задавання вагових коефіцієнтів, навіть попри те, що вже розроблені методи, які знижують значення суб'єктивного фактора під час їх вибору [7].

Більш вільним від суб'єктивності є метод пріоритетів. У цьому методі  $n$  часткових цільових функцій ранжують відповідно до важливості (визначення важливості  $\epsilon$ , безумовно, суб'єктивним рішенням, але воно обумовлено конкретною ситуацією, що складається у забезпечуваніх військах (силах)), потім по черзі розв'язують задачі з однією цільовою функцією, починаючи із задачі, яка має найвищий пріоритет, та завершуючи задачею з мінімальним пріоритетом. У процесі рішення цієї низки задач розв'язання задачі з цільовою функцією з більш низьким пріоритетом не може погіршити отримані раніше розв'язки задач з цільовими функціями, що мають більш високий пріоритет. Крім того, існує ще одна перевага цього методу: якщо під час розстановки пріоритетів між показниками ремонту доля суб'єктивізму не занадто велика, стає можливим розв'язання задачі одразу, оминаючи етап знаходження сукупності парето-оптимальних рішень.

**Висновки.** Таким чином, у статті запропоновано методичний підхід, побудований на використанні методів оптимізації, який дозволяє сформулювати не лише сукупність показників для формалізованого описання ефективності ремонту, а й перелік критеріїв для оцінювання ефективності.

**Перспективами подальших досліджень** є визначення можливості використання запропонованого методичного підходу для формулювання критеріїв оцінювання ефективності різних ієрархічних рівнів системи ремонту. Крім того, в подальших дослідженнях запропонований підхід може бути використаний під час оптимізації складу сил та засобів, призначених для вирішення завдань ремонту.

### Список використаних джерел

1. ГОСТ 18322. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения: вид-ня офіційне. Москва: «Стандартинформ», 2007. =12 с.
2. Харисов Р.А., Оценка эффективности ремонта нефтепровода по данным диагностики // Р.А. Харисов, И.Ф. Кантемиров / Нефтегазовое дело, 2011. – № 5. – Уфа. – С. 105–111.
3. Далецкий С.В. Оценка эффективности режимов технического обслуживания и ремонта воздушных судов в эксплуатации / Далецкий С.В., Кулешов А.А., Камзолов С.К. // Научный вестник МГТУ ГА. 2012. №179. С. 72-75.
4. Та Минян Повышение эффективности ремонта автомобильных дорог северо-восточной части КНР на основе оценки транспортно-эксплуатационного состояния: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.11 / Та Минян. – Хабаровск: Тихоокеанский госуд-й университет, 2015. – 167 с.
5. Чекрыжев Н. В. Разработка методов и моделей повышения эффективности технического обслуживания летательных аппаратов и их систем: дис. ... канд. техн. наук: 05.07.07 / Чекрыжев Николай Викторович. – Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (Национальный исследовательский университет), 2014. – 180 с.
6. Баранік О.М. Метод обґрунтування раціональної системи технічної експлуатації радіоелектронного обладнання керованих авіаційних засобів ураження з тривалим терміном зберігання: дис. канд. техн. наук: 20.02.14 / Баранік Олексій Миколайович. – Харків : ХНУПС, 2018. – 204 с.
7. Таха Х Введение в исследование операций. – Москва: Мир, 1985. – 479 с.

**Рецензент:** В.В. Скачков, д.т.н., професор, Військова академія (м. Одеса).

### МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНИВАНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТА ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

В.Л. Козачук, А.В. Поповиченко, В.П. Харченко

*В статье приведено один из методических подходов к оцениванию эффективности unplanned видов ремонта вооружения и военной техники, которые есть одной из составляющих технического обеспечения войск (сил).*

**Ключевые слова:** ремонт, вооружение и военная техника, эффективность, многокритериальность.

### A METHODOICAL APPROACH TO ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF REPAIR OF ARMAMENT AND MILITARY EQUIPMENT

V. Kozachuk, O. Popovichenko, V. Kharchenko

*The article provides one of the methodical approaches to the evaluation of the effectiveness of unplanned repairs of armaments and military equipment, which is one of the components of the technical support of troops (forces).*

**Keywords:** repairs: armament and military equipment, efficiency, multi-criteria analysis.