

УДК 355.6

П.С. Закусило

Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ

## МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ПЛАНОВОГО РЕМОНТУ НА ЗРАЗКАХ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

У статті розглянуто порядок обґрунтування економічної доцільності проведення певного планового ремонту зразка озброєння та військової техніки (ОВТ), в основу якого покладено порівняння вартості години його післяремонтної експлуатації, яка поступово збільшується за рахунок витрачання ресурсу зразка, з вартістю години експлуатації зразка ОВТ до початку його першого періоду експлуатації.

**Ключові слова:** вартість, економічна доцільність, зразок, плановий ремонт, технічний ресурс.

### Вступ

#### Постановка проблеми в загальному вигляді.

У Збройних Силах України невпинно загострюється проблема фізичного та морального старіння ОВТ. Основна маса зразків ОВТ розроблялась і випускалась в 70-80 роки минулого століття і потребує значних коштів на експлуатацію й планові ремонти. Останні десятиліття характеризуються різким зростанням частки ОВТ, які потребують заміни у зв'язку з фізичним і моральним зношенням, що за умов обмежених ресурсів викликає значні труднощі.

В умовах обмеженості коштів завдання визначення ефективного строку служби зразків ОВТ особливо актуальне, оскільки нарощування кількості зразків, які відпрацювали свій ресурс, перевищує темпи їх заміни на нові. З іншого боку, часто затрати на ремонт існуючих зразків ОВТ співвідносні з вартістю розроблення сучасних зразків ОВТ, які переважають існуючі за тактико-технічними характеристиками та показниками надійності.

У той же час, враховуючи значну вартість сучасних зразків ОВТ та обмежені можливості підприємств промисловості щодо їх випуску, фахівці прагнуть до збереження, продовження строку служби (технічного ресурсу, підтримання в працездатному стані) зразків ОВТ військ (сил), насамперед, за рахунок проведення на тому чи іншому зразку у випадку його пошкодження, вироблення (витрачання) міжремонтного ресурсу (R) різних видів ремонту. Як відомо, завданнями ремонту зразка ОВТ є усунення відмов, які виникли на зразку в процесі його експлуатації, а також, в залежності від запланованого виду ремонту, відновлення технічного ресурсу цього зразка ОВТ до встановленого (заданого) рівня.

Тому питання економічної доцільності проведення планового ремонту на зразках ОВТ є актуальним науковим завданням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогодні існує достатньо велика кількість публікацій, присвячених воєнно-технічній політиці держа-

ви, життєвому циклу зразків ОВТ [1 – 5]. У той же час, питання обґрунтування економічної доцільності проведення планових ремонтів зразків ОВТ розкрито недостатньо. Це стосується, зокрема, обґрунтування економічної доцільності проведення планових ремонтів зразків ОВТ залежно від вартості ремонту, величини втрат при простій зразка ОВТ в ремонті, співвідношення між календарним і моральним строками служби зразка ОВТ.

Тому **мета статті** полягає в розробленні методу обґрунтування економічної доцільності проведення планового ремонту зразка ОВТ в залежності від вартості години його експлуатації, яка постійно збільшується за рахунок витрачання ресурсу зразка, зношення, старіння його елементів.

### Виклад основного матеріалу

Нехай у процесі проведення i-х ремонтів зразка ОВТ виконується співвідношення

$$R_0 \geq R(t_{p1}) \geq R(t_{p2}) \geq R(t_{p3}), \quad (1)$$

а також умова

$$C_{vi} \leq (0,7ч0,8) \cdot C_i = (0,7ч0,8) \cdot C_{зали i}, \quad (2)$$

де  $R(t_{p1})$ ,  $R(t_{p2})$ ,  $R(t_{p3})$  – величини відновлюваного ресурсу зразка ОВТ на кінець проведення i-го ремонту  $R(t_{pi})$  у порівнянні з запасом ресурсу  $R_0$  до початку експлуатації;

$C_{vi}$  – вартість i-го ремонту зразка ОВТ;

$C_i$  – залишкова вартість зразка ОВТ.

При цьому вартість  $C_0$  нового зразка відповідає початковій величині ресурсу  $R_0$  (строку служби T) цього зразка.

Відносно величини відновлюваного технічного ресурсу зразка ОВТ в процесі проведення на ньому i-го середнього (СР) чи капітального (КР) ремонту, то для неї характерне зазвичай співвідношення, коли  $R(t_{pi}) \leq R_0$ .

Зокрема, в деяких джерелах відмічається, що у випадку проведення СР технічний ресурс зразка

ОВТ може бути частково відновленим до рівня 0,4 - 0,6, а у випадку проведення КР – не нижче, ніж 0,8 від запасу технічного ресурсу ( $R_o$ ) на початок першого періоду експлуатації ( $t_{e1}$ ) цього зразка.

Таким чином, можна вважати, що у відповідності з (1):

$$C_i = C_i(\Delta R_i) = K_{ci} \cdot C_o, \quad 0 \leq K_{ci} \leq 1; \quad (3)$$

$$R(t_{pi}) = K_{oi} R_o, \quad 0 \leq K_{oi} \leq 1, \quad (4)$$

де  $C_i = C_{зал i}$  – залишкова вартість зразка ОВТ перед і-м плановим ремонтом, після відпрацювання цим зразком міжремонтного ресурсу.

Величина  $C_i$  залежить від величини витраченого технічного ресурсу  $\Delta R_i$  перед і-м плановим ремонтом і визначається в процесі дефектування (визначення технічного стану) зразка ОВТ;

$$K_{ci} = \frac{C_i}{C_o} = \frac{C_{зал i}}{C_o} - \text{коефіцієнт залишкової вартості зразка ОВТ перед і-м СР (КР), який вираховується від початкової вартості зразка } C_o \text{ (вартість зразка ОВТ перед початком його першого (} t_{e1} \text{) міжремонтного строку експлуатації);}$$

$R(t_{pi})$  – досяжна величина технічного ресурсу зразка ОВТ після проведення і-го планового виду ремонту;

$$K_{oi} = \frac{R(t_{pi})}{R_o} - \text{коефіцієнт відновлення технічного ресурсу (коефіцієнт вартості відновленого технічного ресурсу) зразка ОВТ за рахунок (після) проведення на ньому і-го СР або КР, який вираховується відносно початкової величини ресурсу } R_o.$$

Оскільки відновлення технічного ресурсу еквівалентне відновленню певною мірою вартості зразка озброєння та військової техніки, то  $K_{oi}$  можна вважати коефіцієнтом відновленої (післяремонтної) вартості цього зразка.

Нехай залишкова вартість зразка ОВТ після відпрацювання міжремонтного строку експлуатації  $t_e$  перед початком і-го СР (КР) складає  $C_i$ , а вартість і-го СР (КР) –

$$C_{bi} \leq (0,7-0,8) \cdot C_i.$$

Тоді вартість 1 години корисної роботи  $C_{1i}$  цього зразка після і-го СР (КР) вартістю  $C_{bi}$  при досяжній за рахунок цього ремонту величині технічного ресурсу, яка дорівнює  $R(t_{pi}) \leq R_o$ , з урахуванням (3) буде складати:

$$C_{1i} = \frac{C_i + C_{bi}}{R(t_{pi})} = \frac{K_{ci} \cdot C_o + C_{bi}}{R(t_{pi})} \text{ [грн./год]}. \quad (5)$$

Вважаємо, що планування наступного ремонту зразка ОВТ буде виправданим з економічної точки зору, якщо вартість 1 години післяремонтної експлуатації  $C_{1i}$  цього зразка буде не вищою, ніж вартість години експлуатації  $C_{oo} = C_o/R_o$  перед початком

(протягом) його першого періоду ( $t_{e1}$ ) експлуатації. Очевидно, що виконання цієї умови викликає необхідність інвестування певних коштів в ремонт для придбання відповідного ремонтно-технологічного обладнання, заміни деталей, вузлів, блоків, агрегатів зразка ОВТ, які вийшли з ладу або мають обмежений ресурс, залучення спеціалістів-ремонтників необхідної кваліфікації тощо.

Таким чином, відповідно прийнятого критерію економічної доцільності проведення планового ремонту, при

$$C_{1i} = \frac{K_{ci} \cdot C_o + C_{bi}}{R(t_{pi})} \leq C_{oo} = \frac{C_o}{R_o}, \quad (6)$$

або, з урахуванням (3), (4), отримуємо:

$$K_{ci} + \frac{C_{bi}}{C_o} \leq K_{oi} = \frac{R(t_{pi})}{R_o}. \quad (7)$$

Нехай, подібно (3) і з урахуванням (2)

$$\frac{C_{bi}}{C_o} = K_{bi}, \quad 0 \leq K_{bi} < 1, \quad (8)$$

де  $K_{bi}$  – коефіцієнт вартості і-го планового ремонту, тому (7):

$$K_{ci} + K_{bi} \leq K_{oi}, \quad (9)$$

звідки випливає, що коефіцієнт вартості  $K_{bi} = \frac{C_{bi}}{C_o}$

і-го планового ремонту з точки зору доцільності його проведення не повинен перевищувати різницю між коефіцієнтом вартості відновлення технічного ресурсу  $K_{oi} = \frac{R(t_{pi})}{R_o}$  після проведення і-го планового

ремонтну і коефіцієнтом залишкової вартості  $K_{ci} = \frac{C_i}{C_o}$  перед і-м плановим ремонтом зразка ОВТ:

$$K_{bi} \leq K_{oi} - K_{ci}, \quad (10)$$

при  $K_{oi} \geq K_{ci}$ .

Задаючи різні значення  $0 \leq K_{ci} \leq 1$ , можна, використовуючи (10), побудувати графіки  $K_{bi} = f(K_{oi})$ , що показано в табл. 1 і на рис. 1.

З рис. 1 випливає, що вище і лівіше графіка  $K_{bi} = f(K_{oi})$  при  $K_{ci}=0$  існує область економічної недоцільності проведення планового ремонту, тому що в цьому випадку не виконується раніше прийнята умова (4):  $C_{1i} \leq C_{oo}$  або умова (10). Горизонтальні лінії  $K_{bi}$  в області економічної доцільності проведення планового ремонту (рис. 1) при цьому відповідають рівності

$$K_{bi} = K_{oi} - K_{ci} \text{ (10).}$$

Використовуючи графіки  $K_{bi} = f(K_{oi})$  з рис. 1, можна в кожному конкретному випадку при відомому значенні  $K_{ci}$  (3) визначити прийнятну (раціо-

нальну) вартість  $C_{ві}$  чергового СР (КР) без урахування впливу на витрачання ресурсу зразка ОВТ морального строку служби, а також втрат через протій зразка ОВТ під час його ремонту.

З рис. 1 випливає, що, наприклад, якщо (пряма задача) залишкова вартість зразка ОВТ після вироблення міжремонтного ресурсу складає 40 % від по-

чаткової вартості зразка  $C_0$  ( $K_c = 0,4$ ), а ремонтний орган гарантує відновлення ресурс цього зразка до рівня 0,8 від початкової величини ресурсу  $R_0$  зразка ( $K_{oi} = 0,8$ ), то економічно буде виправдано проведення СР (КР), якщо вартість такого ремонту  $C_{ві}$  не буде перевищувати 40 % вартості  $C_0$  нового зразка ( $K_{ві} \leq 0,40$ ).

Таблиця 1

Значення  $K_{ві}$  при  $\gamma = R_m / R_0 = 1$ ;  $K_{pi} = 0$

$K_{oi} \backslash K_{ci}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,1	0,1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,2	0,2	0,1	0	-	-	-	-	-	-	-	-
0,3	0,3	0,2	0,1	0	-	-	-	-	-	-	-
0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0	-	-	-	-	-	-
0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0	-	-	-	-	-
0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0	-	-	-	-
0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0	-	-	-
0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0	-	-
0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0	-
1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0

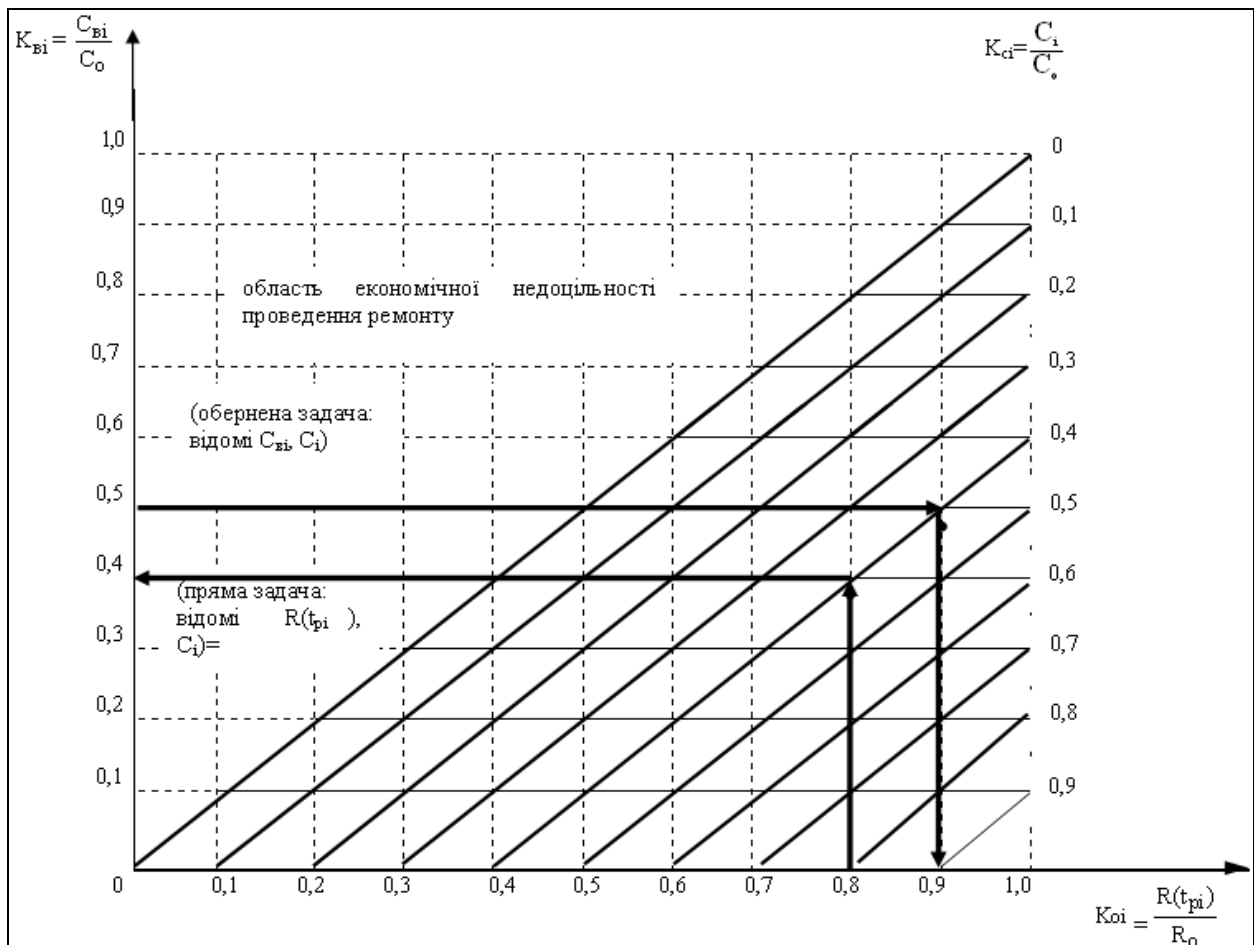


Рис. 1. Графік  $K_{ві} = f(K_{oi})$  при  $K_{ci} = \text{var}$ ,  $\gamma = 1$ ,  $K_{pi} = 0$

З іншого боку, якщо (обернена задача) вложити в ремонт до 50% вартості нового зразка ОБТ, тобто, при  $K_{vi} = 0,5$ , то, як і раніше, при  $K_{ci} = 0,4$  ремонтний орган повинен, виходячи з його виробничих можливостей, відновити ресурс зразка ОБТ не до рівня 80 %, а до 90 % ( $K_{oi} = 0,9$ ).

### Висновки й перспективи подальших досліджень

1. Метод обґрунтування економічної доцільності проведення планового ремонту зразків ОБТ у залежності від його вартості оснований на тому, що планування послідуочого ремонту зразка ОБТ буде виправданим з економічної точки зору, якщо вартість 1 години післяремонтної експлуатації  $C_{i1}$  цього зразка буде не вищою, чим вартість години експлуатації  $C_{o0} = C_o/R_o$  перед початком (протягом) його першого періоду ( $t_{e1}$ ) експлуатації. Цей період може співпадати з початком введення нового зразка ОБТ в експлуатацію. При цьому вартість  $C_o$  нового зразка ОБТ відповідає початковій величині ресурсу  $R_o$  (строку служби  $T$ ) цього зразка.

2. Виконання умови (6) викликає необхідність вкладання певних ресурсів в ремонт для придбання відповідного ремонтно-технологічного обладнання, заміни деталей, вузлів, блоків, агрегатів зразка ОБТ, які вийшли з ладу або з обмеженим ресурсом, залучення спеціалістів-ремонтників необхідної кваліфікації тощо.

З урахуванням лише вартості  $C_{vi}$  (2) планового ремонту економічно виправдано проводити цей ремонт, якщо з урахуванням (6) коефіцієнт

$$K_{ci} = \frac{C_i}{C_o} = \frac{C_{зал\ i}}{C_o}$$

перед  $i$ -м плановим ремонтом, коефіцієнт

$$K_{oi} = \frac{R(t_{pi})}{R_o}$$

відновлення технічного ресурсу (коефіцієнт вартості відновленого технічного ресурсу) зразка ОБТ за рахунок (після) проведення на ньому

$i$ -го СР або КР, а також коефіцієнт  $K_{vi} = \frac{C_{vi}}{C_o}$  вартос-

ті  $i$ -го планового ремонту пов'язані між собою умовою  $K_{vi} \leq K_{oi} - K_{ci}$  (10), що показано на рис. 1 (табл. 1).

**Перспективами подальшого дослідження** є удосконалення методичного апарату обґрунтування економічної доцільності проведення планових ремонтів зразків ОБТ з урахуванням величини втрат у використанні зразка через простій під час його ремонту та від неузгодженості календарного і морального строків служби.

### Список літератури

1. *Теоретичні основи матеріально-технічного забезпечення військ (сил) [Текст]: навч. посіб. / В.О. Шуєнкін, І.С. Ішутін та ін. – К.: ЦНДІ ЗС України, 2006. – Ч. 2. – 576 с.*

2. *Теоретичні основи матеріально-технічного забезпечення військ (сил) [Текст]: навч. посіб. / В.О. Шуєнкін, О.І. Хазанович, І.С. Ішутін та ін. – К.: ЦНДІ ЗС України, 2010. – 923 с.*

3. Глушков И.Н. *Управление развитием вооружений и военной техники: Ч. 1. Программно-целевое планирование, проблемы и перспективы [Текст] / И.Д. Мельников, И.Н. Глушков, С.Н. Остапенко, М.А. Потапов. – М.: ВНИИНС, 2002. – 101 с.*

4. Глушков И.Н. *Управление развитием вооружений и военной техники: Ч. 2. Программно-ситуационное управление [Текст] / И.Н. Глушков, С.Н. Остапенко, М.А. Потапов. – М.: ВНИИНС, 2002. – 87 с.*

5. Демідов Б.О. *Системно-концептуальні основи діяльності у військово-технічній сфері: Кн. 2. Організаційно-методичні основи діяльності у військово-технічній сфері [Текст] / Б.О. Демідов, О.Ф. Величко, І.В. Волощук. – К.: Технологічний парк, 2006. – 1152 с.*

Надійшла до редколегії 23.11.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.О. Шуєнкін, Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ.

### МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПЛАНОВОГО РЕМОНТА НА ОБРАЗЦАХ ОРУЖИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

П.С. Закусило

*В статье рассмотрен порядок обоснования экономической целесообразности проведения определённого планового ремонта образца вооружения и военной техники (ВВТ), в основу которого положено сравнение стоимости часа его послеремонтной эксплуатации, которая постепенно увеличивается за счет расходования ресурса образца, со стоимостью часа эксплуатации образца ВВТ до начала его первого периода эксплуатации.*

**Ключевые слова:** стоимость, экономическая целесообразность, образец, плановый ремонт, технический ресурс.

### METHOD OF DETERMINATION OF ECONOMIC FEASIBILITY OF CARRYING OUT PLANNED REPAIR ON SAMPLES OF ARMS AND MILITARY EQUIPMENT

P.S. Zakusilo

*In this paper the order of a substantiation of economic feasibility of conducting of certain scheduled repair of the sample of armament and military equipment (AME) is considered. It is based on comparison of cost of one hour of its postrepair maintenance which gradually increases at the expense of outlaying of a resource of the sample with cost of one hour of maintenance of the sample of AME prior to the beginning of its first period of maintenance.*

**Keywords:** cost, economic feasibility, the sample, scheduled repair, technical resource.