

УДК 623.486

А.М. Ліцман

Філія Центрального НДІ озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Суми

## МЕТОДИКА ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ЗНАЧЕНЬ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВИРОБІВ АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ

*Запропонована методика обґрунтування раціональних значень параметрів (періодичності та тривалості) технічного обслуговування виробів артилерійського озброєння, які перебувають в експлуатації*

**Ключові слова:** технічне обслуговування, артилерійське озброєння, ймовірність виконання задачі, періодичність обслуговування, суміщення операцій.

### Вступ

Поява та розробка нових сучасних видів озброєння та військової техніки (ОВТ), і зокрема артилерійського озброєння (АО), викликала необхідність розробки не тільки нових форм і способів застосування військ, а також нового підходу до технічного забезпечення цих військ. Для підтримання рівня працездатності виробів АО на необхідному рівні в Збройних Силах України функціонує система технічного забезпечення військ. Складність умов використання виробів АО неминує веде до необхідності удосконалення системи технічного забезпечення військ і однієї з основних її складових – системи технічного обслуговування (ТО) [1].

### Основна частина

У [2 – 4] отримані нові наукові результати: вибрана методика визначення термінів виявлення несправностей і розроблена методика обґрунтування структури міжремонтного терміну виробів артилерійського озброєння. Метою даної статті є викладення загальної методики обґрунтування раціональних значень параметрів (періодичності та тривалості) обслуговування виробу АО в цілому, в основу якої покладено вищезазначені наукові результати.

Для практичної реалізації запропонованої методики визначені раціональні значення параметрів ТО 152-мм самохідної гаубиці 2С3М. Такий вибір обумовлений тим, що ця артилерійська гармата належить до найбільш численної групи АО в артилерійських підрозділах і частинах. Даний виріб АО має перспективи знаходитись на озброєнні артилерійських частин і підрозділів України тривалий час.

У зв'язку із відсутністю на теперішній час точних даних щодо вартості проведення відновлювальних робіт, за критерій оптимізації періодичності проведення контролю та обслуговування відповідних підсистем даного виробу АО була прийнята ймовірність виконання задачі  $P_{\text{зад}}$ . Результати роз-

рахунків лягли в основу рекомендацій щодо удосконалення технічного обслуговування даного виробу АО з їх техніко-економічною оцінкою.

Дана методика має прикладний характер і призначена для обґрунтування раціональних значень параметрів обслуговування та контролю технічного стану АО при їх використанні за призначенням [3, 5]. Для проведення розрахунків поданій методиці необхідно мати наступні вихідні дані:

а) для підсистем АО, обслуговування яких організується за станом:

- функція розподілу наробітку  $t_{\text{нв}}$   $j$ -ї складової частини виробу до переходу зі стану невиявленої відмови у передвідмовний  $F_j(t) = P\{t_{\text{нв}j} < t\}$  (чи  $\bar{F}_j(t) = 1 - F_j(t)$ ) із кінцевим математичним сподіванням  $\bar{t}_{\text{нв}j}$ ;

- функція розподілу наробітку  $t_{\text{зв}}$  об'єкта до переходу з передвідмовного стану в стан відмови  $F(t) = 1 - \exp(-\lambda t)$  (чи  $\bar{F}(t) = 1 - F(t)$ );

- функція розподілу тривалості  $t_{\text{к}j}$  контролю технічного стану  $j$ -ої складової частини виробу  $F_{\text{к}j}(t_1) = P_j\{t_{\text{к}j} < t_1\}$  (чи  $\bar{F}_{\text{к}j}(t_1) = 1 - F_{\text{к}j}(t_1)$ ) із кінцевим математичним сподіванням  $\bar{t}_{\text{к}j}$ ;

- функція розподілу тривалості виконання  $i$ -ої роботи з проведення технічного обслуговування  $T_{\text{ТО}}^{(i)}$   $\Phi_i(t) = P\{T_{\text{ТО}}^{(i)} < t\}$  (чи  $\bar{\Phi}_i(t) = 1 - \Phi_i(t)$ ) із кінцевим математичним сподіванням  $\bar{T}_{\text{ТО}}^{(i)}$ ;

- функція розподілу тривалості  $t_{\text{в}}$  відновлення складової частини  $F_{\text{в}}(t) = P\{t_{\text{в}} < t\}$  (чи  $\bar{F}_{\text{в}}(t) = 1 - F_{\text{в}}(t)$ ) із кінцевим математичним сподіванням  $\bar{t}_{\text{в}}$ ;

- допустимий час проведення контролю та ТО складової частини  $t_{\text{д}1}$  – не випадкова змінна величина;

- допустимий час відновлення працездатності складової частини  $t_d$  – не випадкова перемінна величина;

- середні витрати за одиницю часу під час проведення ТО  $C_{ji}$ ;

б) для підсистем АО, обслуговування яких організується перемінною системою ТО:

- функція розподілу наробітку  $t_{нв}$  виробу до відмови  $F_{нв}(t)$  (чи  $\bar{F}_{нв}(t) = 1 - F_{нв}(t)$ ) із кінцевим математичним сподіванням  $\bar{t}_{нв}$ ;

- щільність розподілу  $f(t) = F'(t)$  випадкової величини  $t_{нв}$ ;

- інтенсивність відмов виробу  $\lambda(t) = F'(t) / \bar{F}(t) = f(t) / \bar{F}(t)$ ;

- функція розподілу тривалості відновлення  $t_b$  працездатності  $F_b(t)$  (чи  $\bar{F}_b(t) = 1 - F_b(t)$ ) із кінцевим математичним сподіванням  $\bar{t}_b$ ;

- функція розподілу тривалості  $T_{ТО}$  проведення ТО  $\Phi_{ТО}(t)$  (чи  $\bar{\Phi}_{ТО}(t) = 1 - \Phi_{ТО}(t)$ ) із кінцевим математичним сподіванням  $\bar{T}_{ТО}$ ;

- допустимий час відновлення працездатності  $t_d$ ;

- допустимий час проведення ТО  $T_{ТОд}$ ;

- середні витрати за одиницю часу під час проведення відновлення працездатності  $C_B^{(i)}$ ;

- середні витрати за одиницю часу під час проведення ТО  $C_{ТО}^{(i)}$ .

Прийняті припущення та обмеження:

- допускається можливість представлення структури виробу АО у вигляді послідовно поєднаних (щодо надійності) підсистем;

- передбачається незалежність відмов у підсистемах виробу АО;

- вважається, що відмови підсистем виявляються миттєво в моменти їх виникнення (стані прихованих відмов відсутні);

- після виконання відновлювальних робіт (ТО та поточного ремонту) вихідні властивості підсистем відновлюються повністю;

- розглядається період експлуатації виробу АО до капітального ремонту.

Етапи реалізації методики:

1. Збір та обробка статистичних даних про відмови, тривалості перебування підсистем на відповідних рівнях запасу працездатності, тривалості проведення контролю технічного стану, ТО та відновлення працездатності виробів АО при їх використанні за призначенням.

2. Декомпозиція виробу АО на окремі підсистеми з обґрунтуванням вибору найбільш доцільних для них стратегій ТО (періодичного чи за станом).

3. Розробка та розрахунок сіткових моделей виконання комплексу робіт з обслуговування кожної підсистеми для визначення порядку та тривалості виконання операцій ТО.

4. Отримання розрахункових співвідношень для показників якості функціонування підсистем АО –  $K_{ТВ}(T)$  ( $K_{ТВ}(T_K)$ ) та  $\bar{C}(T)$  ( $\bar{C}(T_K)$ ).

5. Розрахунок оптимальних значень  $T^*$  ( $T_K^*$ ) періодичності обслуговування та контролю підсистем АО, а також відповідних їм максимальних значень  $K_{ТВ}(T^*)$  ( $K_{ТВ}(T_K^*)$ ) і мінімальних  $\bar{C}(T^*)$  ( $\bar{C}(T_K^*)$ ).

6. Суміщення операцій обслуговування окремих підсистем в єдиний комплекс робіт для виробу в цілому [64].

Коефіцієнт технічного використання  $K_{ТВ}$  для виробу АО в цілому визначається за формулою

$$K_{ТВ} = \prod_{i=1}^N K_{ТВi}, \quad (1)$$

де  $K_{ТВi}$  – значення комплексного показника надійності  $i$ -ї підсистеми;

$N$  – загальна кількість підсистем.

Середні питомі витрати  $\bar{C}$  на одиницю часу перебування АО у працездатному стані визначаються, як сума середніх питомих витрат  $\bar{C}_i$  кожної підсистеми:

$$\bar{C} = \sum_{i=1}^N \bar{C}_i. \quad (2)$$

Якщо в процесі суміщення за часом окремих операцій обслуговування оптимальна періодичність  $T_i^*$  ТО  $i$ -ї підсистеми змінилась на величину  $\Delta T_i$ , то необхідно розрахувати для даної підсистеми значення  $K_{ТВi}$  чи  $\bar{C}_i$ , яке відповідає новому значенню періодичності  $T_i^* \pm \Delta T_i$ , і використати це значення для розрахунків за формулою (1) чи (2). У протилежному випадку (при  $\Delta T_i = 0$ ) в формулу (1) чи (2) слід підставити значення  $K_{ТВi} = \max K_{ТВi}$ , ( $\bar{C}_i = \min C_i$ ), що відповідає оптимальному значенню періодичності  $T_i^*$ .

7. Оцінка впливу відхилення від оптимальних значень періодичності ТО (контролю) на обрані показники якості функціонування.

Кількісна оцінка впливу на коефіцієнт технічного використання  $K_{ТВ}$  відхилення від оптимальних значень періодичності  $T^*$  обслуговування окремих підсистем проводиться з використанням формул для показників якості функціонування, отриманих у [2 – 4].

8. Обґрунтування рекомендацій щодо удосконалення ТО однотипних виробів АО при їх використанні за призначенням.

9. Техніко-економічна оцінка запропонованих рекомендацій.

## Висновки

Результати розрахунків за запропонованою методикою дозволили провести суміщення операцій

обслуговування окремих підсистем обраного виробу АО в єдиний комплекс робіт і розробити рекомендації щодо удосконалення його ТО, а саме:

впровадити замість двох видів номерних обслуговувань (ТО-1 та ТО-2) одне обслуговування (ТО-П) – із періодичністю проведення 200 год., що підтверджує табл. 1.

встановити трудомісткість проведення ТО -П – 40 люд.-год.;

Таблиця 1

Вихідні дані для суміщення операцій обслуговування окремих підсистем самохідної гаубиці 2С3 в єдиний комплекс робіт

№ під-системи	Найменування підсистеми	Оптимальна періодичність $T_i^*$ , $i = \overline{1,4}$ , год.	Значення $K_{тв}(T_i^*)$		Значення $\delta(K_{пр}(T_i^*)), \%$
			при $t_{д>0}, t_{д1}>0$	при $t_{д}=t_{д1}=0$	
1	Артилерійська частина	168	0,9869	0,9788	38,87
2	Базова машина	196	0,9907	0,9814	44,0
3	Додаткове обладнання	100	0,99	0,9798	57,03

заміну паливно-мастильних матеріалів проводити за необхідності, виходячи з експлуатаційних характеристик цих матеріалів.

Контрольні огляди, щоденні та сезонні технічні обслуговування пропонується виконувати з прийнятною періодичністю в необхідному обсязі відповідно до існуючої нормативно-експлуатаційної документації.

## Список літератури

1. Концепція (основні напрямки) розвитку ракетних військ і артилерії Сухопутних військ Збройних Сил України на період до 2025 р., погоджена Командувачем Сухопутних військ Збройних Сил України 08.06.10. – К., 2010 – 10 с.
2. Оліярник Б.О. Обґрунтування критерію доцільності планово-попереджувальних замінів збірних одиниць (деталей) виробу артилерійського озброєння / Б.О. Оліярник, П.В. Полениця, А.М. Лицман // Збірник наукових праць ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – К., 2012. – № 2 (45). – С. 126-133.
3. Оліярник Б.О. Метод групування робіт з технічного обслуговування виробів артилерійського / Б.О. Оліярник, І.В.Коплик, А.М. Лицман // Військово-технічний збірник. – Львів : Академія сухопутних військ, 2012. – № 1 (6). – С. 168-171.

4. Лицман А.М. Методика обґрунтування структури циклу технічного обслуговування виробів артилерійського озброєння / А.М. Лицман, О.Г. Бойко // Збірник наукових праць ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – К., 2013. – № 3 (50). – С. 181-185.

5. Волох О.П. Методика обґрунтування раціональних значень параметрів технічного обслуговування машин інженерного озброєння при їх використанні за призначенням. – Дис. ... канд. техн. наук. – Кам'янець-Подільський, 2007. – 175 с.

6. Салуквадзе К.В. Теоретические основы эксплуатации артиллерийского вооружения / К.В. Салуквадзе, В.Г. Староселец, В.Н. Чухнин: – М. Воениздат, 1985. – 415 с.

7. Военно-научные исследования и разработка вооружения и военной техники. Часть II / Л.А. Мартищенко и др.. – Л. ВАА, 1993. – 555 с.

8. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров: – М.: Наука, 1973. – 343 с.

Надійшла до редколегії 29.04.2014

**Рецензент:** канд. техн. наук, доцент П.В. Полениця, Філія Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Суми.

## МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ АРТИЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

А.Н. Лицман

Предложена методика обоснования рациональных значений параметров (периодичности и продолжительности) технического обслуживания изделий артиллерийского вооружения, которые находятся в эксплуатации

**Ключевые слова:** техническое обслуживание, артиллерия, вероятность выполнения задачи, периодичность обслуживания, совмещение операций.

## METHODOLOGY GROUND OF RATIONAL VALUES PARAMETERS OF TECHNICAL SERVICE WARES OF ARTILLERY ARMAMENT

A.M. Litsman

Offered methodology of ground of rational values of parameters (to periodicity and duration) of technical maintenance of wares of artillery armament, that are in exploitation.

**Keywords:** maintenance, artillery, probability of task, frequency of service, combining operations.