

УДК 519.87:316.458.6

Ю.І. Шевяков

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ЗАМОВЛЕНЬ НА МЕТРОЛОГІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

В статті запропонована математична модель визначення необхідної кількості замовлень на метрологічне обслуговування зразків озброєння та військової техніки за критерієм мінімуму сумарних витрат на метрологічне обслуговування з урахуванням укомплектованості придатними до застосування військових засобів виміральної техніки, важливості зразків озброєння і обмежень на часові витрати.

Ключові слова: озброєння та військова техніка, метрологічне обслуговування, оцінка укомплектованості, коефіцієнти важливості.

Вступ

Постановка задачі. Постійне зростання обсягів метрологічного обслуговування, складності обслуговування зразків озброєння та військової техніки (ОВТ), великі обсяги параметрів, що підлягають контролю на зразках ОВТ, вимагає необхідність удосконалення періодичного метрологічного обслуговування зразків ОВТ.

З'ясовано, що при технічному обслуговуванні від 40% до 50% займають операції вимірювання, що, в свою чергу, збільшує витрати на проведення цих операцій [1]. Але метрологічне обслуговування військових засобів виміральної техніки (ВЗВТ) зразків ОВТ згідно з замовленнями військових частин (підрозділів) далеко не завжди можливе у повному обсязі у зв'язку з обмеженнями на виділені вартісні та часові витрати. У зв'язку з цим, виникає необхідність проведення метрологічного обслуговування насамперед для найбільш важливих зразків ОВТ.

Оскільки зрозуміло, що бойова готовність військових частин (підрозділів) багато в чому залежить від стану метрологічного забезпечення зразків ОВТ, то при аналізі замовлень військових частин (підрозділів) на метрологічне обслуговування слід оцінити укомплектованість військових частин (підрозділів) зразками ОВТ та часовими витратами на метрологічне обслуговування [2].

Визначення необхідної кількості замовлень на метрологічне обслуговування зразків ОВТ із урахуванням вище перелічених чинників за критерієм мінімуму сумарних вартісних витрат є актуальним науково-технічним завданням, важливість якого підтверджується необхідністю своєчасного метрологічного обслуговування ОВТ військ (сил).

Аналіз літератури. В [2; 3] розглянуті питання організації виробничої діяльності військових метрологічних лабораторій в Міністерстві оборони України та Збройних Силах України. Питання визначення оцінок

укомплектованості придатними до застосування ВЗВТ зразків ОВТ наведені в [1; 2]. Методи визначення коефіцієнтів важливості бойових засобів запропоновані в [4].

Метою статті є обґрунтування математичної моделі визначення необхідної кількості замовлень на метрологічне обслуговування зразків ОВТ з урахуванням оцінок їх готовності, важливості та обмежень на часові витрати за критерієм мінімуму сумарних вартісних витрат на метрологічне обслуговування зразків ОВТ.

Основний матеріал

Насамперед, розглянемо існуючі показники оцінювання стану метрологічного забезпечення як окремого зразка ОВТ, так і зразків ОВТ за військовою частиною для урахування їх в математичній моделі.

Оцінка укомплектованості придатними до застосування ВЗВТ визначається [2]:

"відмінно" – якщо об'єкти вимірювань укомплектовані на 100% від штатної потреби, всі ВЗВТ справні та відкалібровані;

"добре" – кількість відсутніх, несправних та невідкаліброваних ВЗВТ не перевищує 5% (для ремонтних підрозділів та об'єктів тилу – 7%);

"задовільно" – кількість відсутніх, несправних та невідкаліброваних ВЗВТ не перевищує 10% (для ремонтних підрозділів та об'єктів тилу – 15%);

"незадовільно" – не виконуються умови оцінки "задовільно".

Оцінка стану метрологічного забезпечення об'єктів вимірювань за військовою частиною визначається:

"відмінно", якщо не менше 60% оглянутих об'єктів вимірювань військової частини оцінено "відмінно", а кількість об'єктів, що оцінено "задовільно", не перевищує 10% при відсутності незадовільних оцінок;

"добре", якщо не менше 60% оглянутих об'єктів вимірювань оцінено не нижче, ніж "добре", а кількість об'єктів, що оцінено "незадовільно", не

перевищує 10%;

"задовільно", якщо не менше 80% об'єктів вимірювань оцінено не нижче ніж "задовільно";

"незадовільно", якщо не виконуються умови для оцінки "задовільно".

Для розробляємої математичної моделі введемо наступні параметри:

$I = \{1, 2, \dots, |I|\}$ – множина військових частин (підрозділів), які плануються для метрологічного обслуговування;

$U = \{1, 2, \dots, |U|\}$ – множина видів зразків ОБТ;

$J = \{1, 2, \dots, |J|\}$ – множина типів ВЗВТ зразків ОБТ;

d_{iuj} ; $i \in I$; $u \in U$; $j \in J$ – сумарна кількість ВЗВТ j-го типу зразків ОБТ u-го виду для i-ї військової частини (підрозділу), при чому, якщо зразки ОБТ u-го виду відсутні у військовій частині (підрозділу), то $d_{iuj} = 0$;

q_{iuj} ; $i \in I$; $u \in U$; $j \in J$ – сумарна кількість ВЗВТ j-го типу зразків ОБТ u-го виду для i-ї військової частини (підрозділу), яка є у замовленні на метрологічне обслуговування;

z_{iuj} ; $i \in I$; $u \in U$; $j \in J$ – кількість ВЗВТ j-го типу зразків ОБТ u-го виду для i-ї військової частини (підрозділу), яка планується для метрологічного обслуговування;

c_j ; $j \in J$ – витрати на метрологічне обслуговування одиниці ВЗВТ j-го типу;

t_j ; $j \in J$ – усереднена норма часу на метрологічне обслуговування одиниці ВЗВТ j-го типу;

θ_u ; $u \in U$ – визначає коефіцієнт оцінювання укомплектованості придатними до застосування ВЗВТ зразків ОБТ u-го виду;

w_u ; $u \in U$ – коефіцієнт важливості зразків ОБТ u-го виду;

T_0 – календарний фонд робочого часу метрологічного обслуговування військових частин (підрозділів).

Цільова функція визначає сумарні витрати метрологічного обслуговування ВЗВТ військових частин (підрозділів)

$$C_{\text{Моб}} = \sum_{j=1}^{|J|} \sum_{i=1}^{|I|} \sum_{u=1}^{|U|} c_j z_{iuj}, \quad (1)$$

де $\sum_{u=1}^{|U|} z_{iuj}$ – кількість ВЗВТ j-го типу зразків ОБТ для i-ї військової частини (підрозділу);

$\sum_{i=1}^{|I|} \sum_{u=1}^{|U|} z_{iuj}$ – кількість ВЗВТ j-го типу зразків ОБТ військових частини (підрозділів);

$c_j \sum_{i=1}^{|I|} \sum_{u=1}^{|U|} z_{iuj}$ – вартість метрологічного обслу-

говування ВЗВТ j-го типу зразків ОБТ військових частини (підрозділів);

$$\sum_{j=1}^{|J|} c_j \left(\sum_{i=1}^{|I|} \sum_{u=1}^{|U|} z_{iuj} \right) = \sum_{j=1}^{|J|} \sum_{i=1}^{|I|} \sum_{u=1}^{|U|} c_j z_{iuj} \text{ – сумарні}$$

вартісні витрати метрологічного обслуговування ВЗВТ всіх типів для зразків ОБТ військових частин (підрозділів).

Обґрунтуємо співвідношення щодо урахування оцінок стану метрологічного забезпечення об'єктів вимірювань за військові частини. Оцінка укомплектованості придатними до застосування ВЗВТ всіх типів для зразків ОБТ u-го виду військових частин (підрозділів) за i-ту військову частину (підрозділу) є позитивною, якщо

$$\sum_{j=1}^{|J|} (q_{iuj} - z_{iuj}) \leq \theta_u \sum_{j=1}^{|J|} d_{iuj}; \quad i = \overline{1, |I|}; \quad u = \overline{1, |U|}, \quad (2)$$

де $\sum_{j=1}^{|J|} (q_{iuj} - z_{iuj})$ – кількість необслугованих ВЗВТ

зразків ОБТ u-го виду для i-ї військової частини (підрозділу);

$$\theta_u \sum_{j=1}^{|J|} d_{iuj} \text{ – допустима частина необслугованих}$$

ВЗВТ для позитивної оцінки укомплектованості придатними до застосування ВЗВТ всіх типів для зразків ОБТ u-го виду військових частин (підрозділів) за i-ту військову частину (підрозділу);

$\theta_u \in [0; 0,1]$; $u \in U$ – інтервал змінення коефіцієнта θ_u для позитивної оцінки укомплектованості.

Після перетворення співвідношення (2) отримаємо

$$\sum_{j=1}^{|J|} z_{iuj} \geq \sum_{j=1}^{|J|} (q_{iuj} - \theta_u d_{iuj}); \quad i = \overline{1, |I|}; \quad u = \overline{1, |U|}, \quad (3)$$

причому,

$$0 \leq z_{iuj} \leq q_{iuj}; \quad i = \overline{1, |I|}; \quad u = \overline{1, |U|}; \quad j = \overline{1, |J|}. \quad (4)$$

Для урахування важливості зразків ОБТ [4] природно вважати, що коефіцієнт укомплектованості θ_u для більш важливих зразків ОБТ повинен бути менше, ніж відповідний коефіцієнт менш важливих зразків ОБТ, тобто $\theta_{u_1} < \theta_{u_2}$, якщо $w_{u_1} > w_{u_2}$

Це твердження слідує з співвідношення (2): чим менше коефіцієнт θ_u , тим менше необслугованих ВЗВТ планується для метрологічного обслуговування. Звідси верхнє значення коефіцієнта укомплектованості 0,1 (що відповідає оцінці "задовільно") потрібно зважити за виразом

$$\eta_u = \frac{0,1}{w_u}; \quad u = \overline{1, |U|} \quad (5)$$

для кожного виду зразка ОБТ. Отримані таким чином значення будемо нормувати так, щоб найбільше значення серед них дорівнювало 0,1:

$$\theta_u = \frac{\eta_u}{\max_{1 \leq u \leq |U|} \eta_u} \cdot 0,1 = \frac{0,1}{w_u \max_{1 \leq u \leq |U|} \frac{1}{w_u}}, u = \overline{1, |U|}. \quad (6)$$

Наведемо обґрунтування співвідношення на витрати часу на метрологічне обслуговування ВЗВТ всіх типів для зразків ОБТ військових частин (підрозділів):

$$- t_j \sum_{i=1}^{|I|} \sum_{u=1}^{|U|} z_{ij} \text{ визначає час метрологічного об-}$$

слуговування ВЗВТ j-го типу зразків ОБТ військових частин (підрозділів);

$$- \sum_{j=1}^{|J|} \sum_{i=1}^{|I|} \sum_{u=1}^{|U|} t_j z_{ij} \text{ – сумарні часові витрати мет-}$$

рологічного обслуговування ВЗВТ всіх типів для зразків ОБТ військових частин (підрозділів).

Відтоді співвідношення щодо обмеження на сумарні витрати часу має вигляд:

$$\sum_{j=1}^{|J|} \sum_{i=1}^{|I|} \sum_{u=1}^{|U|} t_j z_{ij} \leq T_0. \quad (7)$$

Таким чином, отримується наступна математична модель лінійного програмування [5]:

$$C_{\text{МОб}} = \sum_{j=1}^{|J|} \sum_{i=1}^{|I|} \sum_{u=1}^{|U|} c_j z_{ij} \rightarrow \min; \quad \{z_{ij}\}$$

$$\sum_{j=1}^{|J|} z_{ij} \geq \sum_{j=1}^{|J|} (q_{ij} - \theta_u d_{ij}); \quad i = \overline{1, |I|}; u = \overline{1, |U|}; \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^{|J|} \sum_{i=1}^{|I|} \sum_{u=1}^{|U|} t_j z_{ij} \leq T_0;$$

$$0 \leq z_{ij} \leq q_{ij}; \quad i = \overline{1, |I|}; u = \overline{1, |U|}; j = \overline{1, |J|},$$

де θ_u визначається за співвідношеннями (5), (6).

Знайдене рішення $\|z_{ij}^*\|_{|I|, |U|, |J|}$ дозволяє визна-

чити необхідну кількість замовлень

$$r_{ij} = \sum_{u \in U} z_{ij}^*; \quad i = \overline{1, |I|}; j = \overline{1, |J|} \quad (9)$$

на метрологічне обслуговування ВЗВТ кожного типу зразків ОБТ всіх видів для кожної військової частини (підрозділу).

Висновки

1. В статті запропонована математична модель визначення необхідної кількості замовлень на метрологічне обслуговування зразків ОБТ.

2. Отримане рішення дозволяє визначити необхідну кількість замовлень на метрологічне обслуговування ВЗВТ кожного типу зразків ОБТ всіх видів для кожної військової частини (підрозділу) із урахуванням оцінок їх готовності, важливості та обмеження на часові витрати за критерієм мінімуму сумарних вартісних витрат на метрологічне обслуговування зразків ОБТ та мінімальні сумарні вартісні витрати.

Список літератури

1. Кузнецов І.Б. Організація метрологічного забезпечення військ (сил). Ч.1: навч. посіб. / І.Б. Кузнецов, П.М. Яблонський. – К.: НУОУ, 2009. – 356 с.
2. Наказ заступника Міністра оборони з озброєння – начальника Озброєння ЗС України “Про затвердження Керівництва з організації та порядку експлуатації виміральної техніки у ЗС України” від 1.06.2001 № 79.
3. Наказ начальника Центрального управління метрології і стандартизації “Про затвердження Керівництва з організації виробничої діяльності військових метрологічних лабораторій в Міністерстві оборони України та Збройних Силах України” від 14.05.2007 № 2.
4. Абчук В.А. Справочник по исследованию операций / В.А. Абчук; под общ. ред. Ф.А. Матвейчука. – М.: Воениздат, 1979. – 368 с.
5. Исследование операций: В 2-х томах. Пер. с англ. / Под ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби – М.: Мир, 1981. – 667 с. (том 2).

Надійшла до редколегії 10.06.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА ЗАЯВОК НА МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Ю.И. Шевяков

В статье предложена математическая модель определения необходимого количества заявок на метрологическое обслуживание образцов вооружения и военной техники по критерию минимума суммарных затрат на метрологическое обслуживание с учетом укомплектованности пригодными для применения военных средств измерительной техники, важности образцов вооружения и ограничений на временные затраты.

Ключевые слова: вооружение и военная техника, метрологическое обслуживание, оценка укомплектованности, коэффициенты важности.

MATHEMATICAL MODEL OF DETERMINING THE NECESSARY AMOUNT OF REQUESTS ON METROLOGY MAINTENANCE OF STANDARDS OF ARMAMENT AND MILITARY TECHNIQUE

Yu.I. Shevyakov

In the article the mathematical model of determining the necessary amount of requests is offered on metrology maintenance of standards of armament and military technique on the criterion of a minimum of total expenses on metrology service taking into account full strength suitable for application of soldiery facilities of measuring technique, importance of standards of armament and limits on temporal expenses.

Keywords: armament and military technique, metrology service, estimation of full strength, coefficients of importance.