

УДК 621.317.08

О. О. Морозов

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ФАХІВЦІВ З ВІДНОВЛЕННЯ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Пропонується методика визначення складу фахівців з відновлення озброєння і військової техніки з урахуванням прийнятих стратегій їх відновлення. Для подолання обмежень, що накладаються на рішення такої задачі, алгоритм її розв'язування представляється як послідовність рішення двох підзадач.

К л ю ч о в і с л о в а : технічне забезпечення, відновлення озброєння і військової техніки, фахівці з відновлення, склад фахівців.

Постановка проблеми. Прийняття рішення щодо технічного забезпечення (ТхЗ) угруповань військ (сил) при проведенні операцій (спеціальних операцій, бойових та службово-бойових дій) зумовлює виконання комплексу завдань, одним з яких є організація відновлення озброєння і військової техніки (ОВТ). Це потребує оцінювання можливих втрат (пошкоджень) і відмов ОВТ, умов та необхідності відновлення ОВТ, визначення ймовірних рубежів (районів) їх найбільших втрат; оцінювання стану та можливостей сил і засобів ТхЗ для відновлення ОВТ; урахування районів (місць) розташування (розгортання) приданих сил та засобів технічного забезпечення (СЗТхЗ), визначення доцільних місць розташування СЗТхЗ угруповання військ (сил) тощо [1].

Аналіз показує, що можливості існуючих СЗТхЗ ОВТ з'єднань і частин Збройних Сил України та Національної гвардії України з відновлення ОВТ достатньо обмежені [2, 3]. Тому під час планування ТхЗ особа, яка приймає рішення, повинна визначати необхідні СЗТхЗ та зіставляти їх з наявними, щоб приймати остаточне рішення щодо їх розподілу та використання. Це значною мірою стосується фахівців з відновлення ОВТ. Можливості наявних СЗТхЗ із відновлення ОВТ можна розрахувати за відомими методиками [1, 2, 6], тоді як задача визначення необхідного складу фахівців з відновлення ОВТ (далі – фахівці) вимагає свого вирішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розгляду та вирішенню проблем ТхЗ військ (сил) взагалі та відновленню ОВТ зокрема присвячено достатньо наукових праць [2–5]. У переважній їх більшості розглядаються проблеми та завдання створення ефективних систем ТхЗ військ (сил), технічного обслуговування та ремонту (ТОР) ОВТ тощо. У процесі створення таких систем їх складові, наприклад “сили та засоби”, як правило, розглядаються як інтегровані операціональні елементи (ремонтний орган, склад, пункт управління тощо) [4]. Але для виконання практичних завдань ТхЗ необхідно визначати склад і сил, і засобів. Причому за наявності необхідного складу засобів ТхЗ, наприклад таких, як засоби ТОР, можливості системи з відновлення ОВТ можуть бути обмежені наявним складом фахівців з відновлення ОВТ. Виконання заданих обсягів робіт з відновлення ОВТ вимагає визначення необхідного складу фахівців. Для цього необхідно мати відповідний науково-методичний апарат обґрунтування їх складу.

Мета статті – розроблення методики визначення необхідного складу фахівців з відновлення ОВТ з урахуванням прийнятої стратегії відновлення ОВТ.

Виклад основного матеріалу. Відновлення ОВТ може здійснюватися на місцях їх виходу з ладу, у найближчих укриттях (далі – бойові порядки військ (сил)) або на збірних пунктах пошкоджених машин (ЗППМ). Для відновлення ОВТ у бойових порядках військ (сил) зі складу ремонтних органів військового формування, які розміщуються у ЗППМ, виділяються ремонтно-евакуаційні групи або ремонтні групи, які відрізняються достатньою мобільністю – мобільні РмОр (МРмОр).

На певному інтервалі часу проведення операції (бойових дій) можна вважати, що фахівці, які відновлюють ОВТ у ЗППМ, працюють у сталому режимі (не переміщуються та не мають не виробничих втрат). Фахівці зі складу МРмОр переміщуються, що обумовлює не виробничі втрати (час, не пов'язаний безпосередньо з відновленням ОВТ).

За таких умов задачу визначення необхідного складу фахівців можна сформулювати як задачу визначення мінімально достатньої їх кількості, яка забезпечить безумовне виконання заданого обсягу робіт з відновлення ОВТ при мінімальних не виробничих витратах.

Для такої постановки задачі її формалізоване подання набирає вигляду:

$$L(Q) = \sum_{m=1}^M \sum_{\ell=1}^L \beta_{m\ell} \cdot Q_{m\ell}^{\phi} \rightarrow \min; \quad (1)$$

$$\beta_{m\ell} = \beta_0 - \frac{A_{\text{вдн}}^{\ell}}{\left\{ (T_{\text{вдн}}^{\ell} + \tau_{m\ell}) \sum_{m=1}^M Q_{m\ell}^{\phi} \right\}};$$

$$\sum_{\ell=1}^L Q_{m\ell}^{\phi} \leq U_m; \quad \sum_{m=1}^M Q_{m\ell}^{\phi} = \sum_{j=1}^{J^{\ell}} z_j^{\ell}; \quad (2)$$

$$\sum_{r,i \in S_j^{\ell}} \tau_{ri}^{j\ell} + \sum_{r,i \in S_j^{\ell}} \left(\frac{a_{\text{вдн } i}^{\ell}}{\beta_0 \cdot z_j^{\ell}} \right) = T_{\text{вдн}}^{\ell}; \quad (3)$$

$$Q_{m\ell}^{\phi} \geq 0, \quad (4)$$

$$m = 1, \dots, M; \quad \ell = 1, \dots, L; \quad i = 1, \dots, I^{\ell}; \quad j = 1, \dots, J^{\ell},$$

де M – кількість РмОр; L – кількість з'єднань та частин (далі – військових формувань (ВФ)), що входять до складу угруповання; $Q_{m\ell}^{\phi}$ – кількість фахівців, яких виділяє m -ий РмОр у ℓ -те ВФ; U_m – кількість фахівців у m -му РмОр; z_j^{ℓ} – кількість фахівців у j -му МРмОр, які виділяють ℓ -му ВФ; $T_{\text{вдн}}^{\ell}$ – час, який відводиться на відновлення ОБТ у ℓ -му ВФ; $\tau_{m\ell}$ – час переміщення МРмОр з m -го РмОр у ℓ -те ВФ; $\tau_{ri}^{j\ell}$ – час переміщення j -го МРмОр від r -го до i -го підрозділу, що належить до ℓ -го ВФ; $A_{\text{вдн}}^{\ell}$ – обсяги робіт з відновлення ОБТ у ℓ -му ВФ; $a_{\text{вдн } i}^{\ell}$ – обсяги робіт з відновлення ОБТ у i -му підрозділі ℓ -го ВФ; β_0 – максимально можлива продуктивність фахівця з відновлення ОБТ; I^{ℓ}, J^{ℓ} – кількість ремонтних органів та МРмОр у ℓ -му ВФ відповідно; S_j^{ℓ} – маршрут руху j -го МРмОр при відновленні ОБТ підрозділу у ℓ -му ВФ.

Складність розв'язування задач (1,2) обумовлена тим, що коефіцієнти $\beta_{m\ell}$ цільової функції (1) залежать від розв'язування задачі з визначення $Q_{m\ell}^{\phi}$. Крім того, обмеження (2) та (4) є суперечними, тому безпосереднє розв'язування задач (1–4) вимагає розроблення спеціального підходу до пошуку рішення з організацією ітераційного процесу, який би збігався до шуканих значень $Q_{m\ell}^{\phi}$. Для розв'язування задачі в умовах суперечності обмежень доцільно здійснити декомпозицію вихідної задачі на дві часткові задачі, а саме: 1) визначення достатньої кількості фахівців, складу та маршрутів руху МРмОр між підрозділами; 2) оптимального розподілення сил РмОр. За такого уточнення вихідної задачі у формалізованому вигляді сформульовані часткові задачі набирають такого вигляду.

Задача визначення мінімально достатньої кількості фахівців з відновлення ОБТ, складу та маршрутів руху МРмОр між підрозділами ВФ:

$$U_{\ell} = \sum_{j=1}^{J^{\ell}} z_j^{\ell} \rightarrow \min, \quad (5)$$

$$T_{\text{вдн}}^{\ell} = \sum_{r,i \in S_j^{\ell}} \tau_{ri}^{j\ell} + \sum_{r,i \in S_j^{\ell}} \frac{a_{\text{вдн } i}^{\ell}}{\beta_0 \cdot z_j^{\ell}}, \quad (6)$$

$$z_j^{\ell} \geq 0, \quad (7)$$

$$r = 0, \dots, I^{\ell}; \quad i = 1, \dots, I^{\ell}; \quad j = 1, \dots, J^{\ell}; \quad \ell = 1, \dots, L.,$$

Задача оптимального розподілення сил РмОр

$$f(Q^{\phi}) = \sum_{m=1}^M \sum_{\ell=1}^L Q_{m\ell}^{\phi} \left\{ \beta_0 - \frac{A_{\text{вдн}}^{\ell}}{U_{\ell} (T_{\text{вдн}}^{\ell} + \tau_{m\ell})} \right\} \rightarrow \min; \quad (8)$$

$$\sum_{\ell=1}^L Q_{m\ell}^{\phi} = U_m; \quad \sum_{m=1}^M Q_{m\ell}^{\phi} = U_{\ell}; \quad (9)$$

$$Q_{m\ell}^{\phi} \geq 0. \quad (10)$$

Алгоритм розв'язування задачі (1–4) представляє собою узгоджену послідовність розв'язування задач (5–7) та (8–10).

В основі розв'язування задачі (5–7) є ітераційний процес, який збігається до оптимального значення z_j^ℓ та відповідних маршрутів руху S_j^ℓ . Задача визначення S_j^ℓ належить до класу комбінаторних цілочисельних задач дискретного програмування і може розглядатися як частковий випадок задачі n комівояжерів [7]. Алгоритм її розв'язування ґрунтується на положеннях методу “гілок та границь”.

Переходячи до рішення задачі оптимального розподілення сил РмОр, необхідно враховувати, що значення коефіцієнтів $\beta_{m\ell}$ розраховуються з помилками.

Для оцінювання помилки цих коефіцієнтів можна використовувати співвідношення:

$$\delta \approx \max \left| \frac{\beta_{m\ell} - \sum_{r,i \in S_j^\ell} a_{\text{вон } i}^\ell}{\beta_0 \left(T_j^\ell - \sum_{r,i \in S_j^\ell} \tau_{ri}^{j\ell} \right)} \right|,$$

де T_j^ℓ – час роботи j -го МРМОР у ℓ -му ВФ.

Крім того, помилки прогнозування обсягів відновлення ОВТ, а в період ведення операцій (бойових дій) – і оцінювання обсягів відновлення ОВТ, вносять помилки і в значення U_m та U_ℓ .

Для отримання стійкого рішення такої задачі доцільно використовувати методи регуляризації [8, 9]. У цьому випадку розв'язок задачі (8–10) буде відповідати розв'язку системи рівнянь:

$$B^T \cdot B \cdot Q \cdot \alpha \cdot \tilde{T}^T \cdot T \cdot Q + \alpha \cdot \delta \cdot Q = B^T \cdot \tilde{U}, \quad (11)$$

де $Q^T = \{q_{11}, q_{12}, \dots, q_{M+L}\}$; $\tilde{U}^T = \{\tilde{u}_1, \tilde{u}_2, \dots, \tilde{u}_{M+L}\}$; B^T – матриця коефіцієнтів при $Q_{m\ell}^\phi$ розмірності $(M+L) \times (L+M)$; α – параметр регуляризації.

Система рівнянь (11) відповідає похідній Фреше від функціонала Тихонова для задачі (8–10). Розв'язок системи рівнянь (11) знаходять методом квадратичного кореня або методом Гаусса [9].

Отримані рішення визначають кількість фахівців з відновлення ОВТ $Q_{m\ell}^\phi$, що виділяє m -ий РмОр у ℓ -те ВФ, кількість фахівців для кожного j -го МРМОР – z_j^ℓ , та кількість маршрутів руху S_j^ℓ МРМОР за умов неточних вихідних даних.

Висновки

Використання розробленої методики визначення необхідного складу фахівців з відновлення ОВТ дозволить підвищити якість та оперативність рішень, що приймаються під час планування ТхЗ угруповання військ (сил) за умов неточних вихідних даних щодо обсягів відновлення ОВТ. Крім того, у наступному плануванні ТхЗ використання методів регуляризації дозволить отримувати рішення, які задовольнятимуть принципу мінімуму організаційних перебудов, що знижуватиме витрати на організацію технічного забезпечення.

Список використаних джерел

1. Шуєнкін, В. О. Теоретичні основи матеріально-технічного забезпечення військ (сил) [Текст] : навч. посіб. / В. О. Шуєнкін. – К. : ЦНДІ ЗС України. – Ч. 1. – 2006. – 326 с.
2. Шуєнкін, В. О. Теоретичні основи матеріально-технічного забезпечення військ (сил) [Текст] : навч. посіб. / В. О. Шуєнкін, І. С. Ішутін. – К. : ЦНДІ ЗС України. – Ч. 2. – 2006. – 576 с.
3. Темніков, В. О. Визначення потреб угруповання внутрішніх військ МВС України у заходах технічного забезпечення на підставі оцінки технічної обстановки у районі спеціальної операції [Текст] / В. О. Темніков, Г. М. Маренко // Честь і закон. – 2012. – № 2 (41). – С. 63–71.

4. Шуєнкін, В. О. Методика визначення раціонального складу ремонтних органів з урахуванням ресурсних обмежень на їх створення [Текст] / В. О. Шуєнкін, І. С. Ішутін // Наука і оборона. – 2009. – № 3. – С. 57–62.

5. Андрієвський, А. П. Методика обґрунтування вимог до сил і засобів системи відновлення автомобільної техніки [Текст] / А. П. Андрієвський // Збірник наукових праць ЦНДІ ЗС України. – 2007. – № 2 (40). – С. 115–125.

6. Волгина, М. А. Построение математической модели расчета производственных возможностей ремонтно-восстановительных органов [Текст] / М. А. Волгина, В. Д. Лебедев // Современные научные исследования и инновации. – 2012. – № 6.

7. Алексеев, О. Г. Комплексное применение методов дискретной оптимизации [Текст] / О. Г. Алексеев. – М. : Наука, 1987. – 248 с.

8. Тихонов, А. И. Методы решения некорректных задач [Текст] / А. И. Тихонов, В. Я. Арсенин. – М. : Наука, 1986. – 288 с.

9. Регуляризирующие алгоритмы и априорная информация [Текст] / А. И. Тихонов, А. В. Гончарский и др. – М. : Наука, 1983. – 200 с.

Стаття надійшла до редакції 20.04.2015 р.