

УДК 621.317

О. О. Морозов, І. Є. Берченко

МЕТОДИКА РОЗМІЩЕННЯ ЦЕНТРІВ З ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

У статті наводиться методика вирішення задачі оптимального розміщення центрів сервісного обслуговування озброєння і військової техніки. На підставі визначення зон обслуговування, видів та обсягів завдань з обслуговування техніки обґрунтовуються місця розміщення таких центрів в кожній із зон.

К л ю ч о в і с л о в а: сервісне обслуговування озброєння і військової техніки, сервісний центр, оптимізація розміщення сервісних центрів, матриця відстаней.

Постановка проблеми. Підтримання озброєння і військової техніки (ОВТ) з'єднань та частин Національної гвардії України (НГУ) у боєздатному стані вимагає виконання комплексу завдань, одним з яких є створення ефективної системи технічного обслуговування і ремонту (СТОП) ОВТ.

Наразі існуюча СТОП ОВТ не забезпечує виконання таких завдань. Склад сил та засобів системи не здатний проводити складні види технічного обслуговування та ремонту зразків ОВТ, що надходять на озброєння. Технічний стан значної кількості ОВТ досяг критичного рівня і вимагає проведення капітального ремонту, модернізації або списання і утилізації.

Створення у НГУ системи технічного обслуговування і ремонту ОВТ, яка б дозволяла виконувати весь обсяг завдань з технічного обслуговування і ремонту ОВТ, потребує багато часу і значних фінансових витрат та зробить таку систему занадто громіздкою і затратною.

Сучасні погляди військових фахівців на шляхи вирішення проблеми, досвід відновлення техніки при проведенні АТО показують, що обслуговування і ремонт ОВТ не можливі без повномасштабного залучення до такої системи підприємств промисловості, які виробляють ОВТ, та підприємств з ремонту ОВТ. Тобто необхідно створювати систему сервісного обслуговування і ремонту (ССОР) ОВТ [1, 2]. Така система повинна: визначити необхідну кількість сервісних центрів з обслуговування і ремонту ОВТ (далі – СЦ); об'єкти обслуговування – ОВТ, сегментовані за територіальним принципом на зони обслуговування; розміщення СЦ в кожній із таких зон.

Очевидно, що така система має бути єдиною для всіх силових відомств України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій з організації сервісного обслуговування і ремонту ОВТ показує, що створення відповідної системи потребує системного виконання законодавчих, організаційних і технічних завдань [2, 3].

Основним організаційним завданням є створення територіально розгалуженої системи СЦ з обслуговування і ремонту ОВТ з функціями інформаційного (облік технічного стану та сервісного обслуговування ОВТ, аналіз основних причин відмов техніки тощо) та (або) технічного (діагностика ОВТ, проведення найбільш складних видів технічного обслуговування і ремонту ОВТ тощо) сервісів [2]. Така сукупність СЦ буде визначати топологічну структуру СТОП ОВТ.

Проблемі обґрунтування топологічної структури призначена достатня кількість публікацій [4–9]. Їх аналіз показує, що запропоновані методи і алгоритми в цілому дозволяють вирішувати задачі розміщення СЦ (центрів обслуговування, надання послуг тощо), але за умов надання, як правило, однорідного сервісу, визначеного регіону обслуговування. Задача оптимізації розміщення центрів з обслуговування та ремонту ОВТ потребує визначення зон обслуговування техніки, розміщення в них СЦ та визначення їх функціонального призначення.

Метою статті є розроблення методики оптимального розміщення СЦ з обслуговування і ремонту ОВТ, яка б враховувала обсяги потреб у сервісі, визначала кількість таких центрів та їх функціональне призначення.

Виклад основного матеріалу. При організації технічного сервісу доцільно розглядати дві групи ОВТ: 1) техніка, що стоїть на озброєнні і на який проводяться передбачені регламентом види технічного обслуговування і ремонту; 2) техніка, що планується до надходження і буде знаходитися на гарантії та (або) у режимі дослідної (підконтрольної) експлуатації [3]. Це обумовлюється економічними відносинами з одного боку – підприємств (організацій) з виробництва (постачання) та ремонту ОВТ (джерел сервісу), а з іншого боку – з'єднань та частин (споживачів сервісу), через

видатки Державного оборонного замовлення.

Задачу визначення оптимальної кількості та розміщення СЦ можна представити послідовністю вирішення задач з сегментації зон обслуговування ОБТ, визначення функціонального призначення СЦ та їх розміщення у зонах обслуговування ОБТ.

Отже, задача оптимізації кількості і розміщення СЦ зводиться до задачі прикріплення СЦ (джерел сервісу) до з'єднань (частин) (споживачів сервісу). Алгоритм її вирішення доцільно звести до рішення чотирьох підзадач.

1. *Сегментація зон обслуговування ОБТ.* На цьому етапі вирішується задача ідентифікації груп споживачів сервісу за територіальним розташуванням (географічними районами) та прикріплення їх до зон обслуговування ОБТ. Це можна здійснити за допомогою симплекс-методу [10]. Виділення зон обслуговування ОБТ необхідно здійснювати з урахуванням таких чинників:

- просторове розміщення споживачів сервісу;
- обсяги потреб у сервісі;
- можливість забезпечення оперативного обслуговування;
- орієнтовна кількість СЦ, що планується створити.

Сегментацію зон обслуговування ОБТ необхідно здійснювати на основі виконання процедур:

- прогнозування потреб у технічному та інформаційному сервісах за кожним споживачем;
- побудови матриці відстаней між споживачами сервісу;
- виділення зон обслуговування ОБТ за параметром “виробнича потужність СЦ”.

В основу розрахунку потреби в сервісі можна покласти метод прогнозування на основі аналізу кінцевого використання супроводжуваної сервісом техніки споживачем [11].

Обсяг потреб у технічному сервісі ОБТ першої групи для i -го споживача розраховується за формулою:

$$W_i^{\text{TC1}} = k_{\text{норм}}^{\text{TC1}} \cdot \Delta t_i \cdot N_i^{\text{OBT1}} \cdot c^{\text{TC1}}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

де W_i^{TC1} – обсяг потреб у технічному сервісі i -го споживача, грн; $k_{\text{норм}}^{\text{TC1}}$ – нормативний коефіцієнт технічного сервісу, який відображає кількість годин технічного обслуговування, що припадають на кожний час роботи ОБТ i -го споживача, що потребує сервісного обслуговування; Δt_i – фонд часу роботи одиниці техніки i -го споживача, що потребує сервісного обслуговування, год; N_i^{OBT1} – чисельність парку техніки i -го споживача, що потребує сервісного обслуговування, од.; c^{TC1} – вартість однієї години обслуговування ОБТ у СЦ відповідно до кошторису, грн/год.

Обсяг потреб у технічному сервісі ОБТ другої групи для i -го споживача розраховується за формулою:

$$W_i^{\text{TC2}} = N_{\text{ве } i} \cdot d^{\text{TC2}} \cdot c^{\text{TC2}}, \quad (2)$$

де W_i^{TC2} – обсяг потреб у гарантійному технічному сервісі i -го споживача, грн; $N_{\text{ве } i}$ – прогноз введення в експлуатацію техніки i -м споживачем, од.; d^{TC2} – частка техніки, яка буде надходити та перебувати на гарантійному обслуговуванні, від загальної чисельності парку ОБТ; c^{TC2} – вартість сервісу ОБТ у розрахунку на одиницю техніки відповідно до кошторису, грн/од.

Обсяг потреб в інформаційному сервісі для i -го споживача визначається в такий спосіб:

$$W_i^{\text{IC}} = N_{\text{ве } i} \cdot c^{\text{IC}}, \quad (3)$$

де W_i^{IC} – обсяг потреб в інформаційному сервісі i -го споживача, грн; c^{IC} – вартість інформаційного сервісу у розрахунку на одиницю техніки відповідно до кошторису, грн/од.

Тоді сумарна потреба у сервісі може бути отримана підсумовуванням потреб споживача за видами сервісу:

$$W_i = W_i^{\text{TC1}} + W_i^{\text{TC2}} + W_i^{\text{IC}}. \quad (4)$$

Після цього необхідно скласти матрицю протяжності транспортних комунікацій (матриця відстаней) між парами споживачів сервісу $\|S_{ij}\|$ розміром $n \times n$ ($i = \overline{1, n}$ – рядки, $j = \overline{1, n}$ – стовпці) – кількість споживачів техніки, що потребують сервісного обслуговування у даному географічному районі, елементи якої необхідно перегрупувати в порядку збільшення відстані за стовпцем, якому

відповідає мінімальна сума відстаней [9]:

$$j: \min_j \sum_i^n S_{ij}. \quad (5)$$

На основі перегрупуваної матриці відстаней будується інша, елементами якої будуть обсяги сумарної потреби у сервісі.

Виділення зон обслуговування здійснюється на основі послідовного підсумовування елементів матриці за стовпцями і порівнювання сум, що накопичуються, із проектною виробничою потужністю СЦ. Критерієм закінчення виділення чергової зони обслуговування ОВТ є дотримання нестрокої нерівності виду:

$$\sum_{j=1}^{n_g} W_{ij} \leq W^{сц}, \quad (6)$$

де n_g – кількість споживачів сервісу, що виділяються у g -ту зону обслуговування ОВТ, $g = \overline{1, m}$,

$\sum_{g=1}^m n_g = n$; $W^{сц}$ – проектна потужність СЦ, грн.

Потім накопичення суми обсягів потреб у сервісі відновлюються з n_g -го споживача до наступного дотримання нерівності (6).

Таким чином, всі споживачі сервісу будуть прикріплені до виділених зон обслуговування ОВТ.

2. *Перевірка оптимальності виділення зон обслуговування.* Як критерій оптимальності можна використовувати показник рівномірності розподілу щільності обсягів потреби у сервісі за зонами обслуговування ОВТ.

Головне – перевірити оптимальність виділення зон обслуговування ОВТ за ступенем відхилення міри щільності потреб у сервісі у зонах від міри щільності потреби у сервісі в даному регіоні. Для цього будуються матриці потреб у сервісі в кожній з виділених зон обслуговування ОВТ всіх видів сервісу: $\|W_{ig}^k\|$, $g \in \overline{1, m}$, $i \in \overline{1, n_g}$, $k \in \overline{1, p}$ – матриця потреб у k -му виді сервісу i -го споживача у g -й зоні обслуговування. Таких матриць буде $p \times m$.

У кожній з матриць потреб у сервісі в даній зоні обслуговування g з кожного виду послуг k визначається максимальне $W_{k \max}^g$ і мінімальне $W_{k \min}^g$ значення. Таких пар буде p (за кількістю видів послуг):

$$\max_k \{ \|W_{ig}^k\| \} = \|W_{k \max}^g\|; \quad (7)$$

$$\min_k \{ \|W_{ig}^k\| \} = \|W_{k \min}^g\|. \quad (8)$$

Розраховується міра щільності потреби в сервісі в кожній з виділених зон обслуговування ОВТ, що є мірою розкиду між максимальною і мінімальною потребами [6]:

$$D_g = \sqrt{\sum_{k=1}^p (W_{k \max}^g - W_{k \min}^g)^2}, \quad (9)$$

де D_g – міра щільності (концентрації) потреби у сервісних послугах у g -й зоні обслуговування ОВТ, грн.

З множини однорядкових матриць максимальних значень потреби в сервісі за зонами обслуговування ОВТ будується одна. Її рядки відповідають зонам обслуговування ОВТ, стовпці – видам послуг: $\|W_{1 \max}^k\|, \|W_{2 \max}^k\|, \dots, \|W_{g \max}^k\|, \dots, \|W_{m \max}^k\|$. За такою матрицею визначається максимальне значення потреби з кожного виду послуг:

$$\max_k \{ \|W_{g \max}^k\| \} = W_{\max}^k. \quad (10)$$

Аналогічна процедура застосовується до множини матриць (теж однорядкових) мінімальних значень: $\|W_{1 \min}^k\|, \|W_{2 \min}^k\|, \dots, \|W_{g \min}^k\|, \dots, \|W_{m \min}^k\|$, за якою визначається мінімальне значення

потреби з кожного виду послуг:

$$\min_k \left\{ \left\| W_{g \min}^k \right\| \right\} = W_{\min}^k. \quad (11)$$

Розраховується міра щільності потреб у сервісі у даному регіоні:

$$D = \sqrt{\sum_{k=1}^p \left(W_{\max}^k - W_{\min}^k \right)^2}, \quad (12)$$

де D – міра щільності (концентрації) потреб у сервісних послугах у даному регіоні, грн.

Перевірка оптимальності здійснюється в такий спосіб:

1, якщо зона g виділена оптимально, $D_g \leq D$, здійснюється перехід до наступної підзадачі;

0, якщо зона g виділена помилково, $D_g > D$, повернення до підзадачі 1.

3. *Визначення функціонального призначення (спеціалізації) СЦ.* Спеціалізація СЦ визначається залежно від домінування в загальному обсязі потреб у сервісі того або іншого виду послуг:

- СЦ орієнтований на технічне обслуговування споживачів (висока потреба в технічному сервісі);
- СЦ орієнтований на виконання інформаційних завдань (висока потреба у інформаційному сервісі).

Аналіз матриць $\left\| W_{ig}^k \right\|$ дозволяє визначити технологічну (функціональну) спеціалізацію СЦ:

– сервісний центр g орієнтований на технічне обслуговування, якщо дотримується нестрога нерівність:

$$\sum_{i=1}^{n_g} W_{ig}^{TC1} \geq \sum_{i=1}^{n_g} \left(W_{ig}^{TC2} + W_{ig}^{IC} \right), \quad (13)$$

у лівій частині якої – потреба в технічному сервісі даної зони обслуговування, а в правій – сума потреб відповідно у технічному сервісі, що прогнозується, і інформаційному;

– СЦ g орієнтований на інформаційний сервіс, якщо має місце строга нерівність

$$\sum_{i=1}^{n_g} \left(W_{ig}^{TC2} + W_{ig}^{IC} \right) > \sum_{i=1}^{n_g} W_{ig}^{TC1}. \quad (14)$$

4. *Оптимізація розміщення СЦ у зонах обслуговування ОВТ.* На даному етапі вирішується традиційна транспортна задача оптимізації розміщення СЦ за двома критеріями (третій критерій у вигляді обмеження потужності СЦ врахований на попередніх етапах):

- мінімальна відстань до споживачів (вимога оперативності обслуговування ОВТ);
- висока концентрація потреб у сервісі (вимога ефективності сервісу для його джерела).

При цьому необхідно враховувати такі фактори [6, 9]:

– інтенсивність використання (застосування за призначенням) ОВТ, що потребує сервісного обслуговування;

- довжину транспортних комунікацій;
- номенклатуру ОВТ, що потребує сервісного обслуговування;
- обсяги фінансування сервісного обслуговування ОВТ;
- вимоги споживачів сервісу до оперативності обслуговування ОВТ.

Рішенням цієї підзадачі має бути місце розміщення СЦ, найбільш оптимально розташоване відносно споживачів даної зони обслуговування ОВТ. Для цього будуються матриці довжини транспортних комунікацій між споживачами в кожній з виділених зон обслуговування: $\left\| S_{ijg} \right\|$,

$g \in \overline{1, m}$, $i \in \overline{1, n_g}$, $j \in \overline{1, n_g}$ – матриця довжини транспортних комунікацій між споживачами i та j в g -й зоні обслуговування, км.

Критерієм оптимальності є мінімальна сума довжин транспортних комунікацій від споживача (i або j) до інших споживачів у даній зоні обслуговування ОВТ, тобто

$$\min_i \left\{ \sum_{j=1}^{n_g} S_{ijg} \right\} - \text{у рядку} \quad \text{або} \quad \min_j \left\{ \sum_{i=1}^{n_g} S_{ijg} \right\} - \text{у стовпці}. \quad (15)$$

Місце розташування споживача i (у рядку) або j (у стовпці) вибирається як розміщення СЦ, що обслуговує зону g .

Висновки

Дієвим шляхом забезпечення високого рівня боєздатності ОВТ з'єднань та частин НГУ є створення сервісної системи обслуговування техніки, що можливе лише за умов інтеграції в СТОР ОВТ організацій і підприємств з розробки (постачання) та ремонту техніки. Однією із ключових проблем організації такої взаємодії є обґрунтоване виділення зон обслуговування ОВТ, визначення кількості СЦ, їх розміщення в зонах обслуговування ОВТ і вибір функціональної спеціалізації, оскільки з'єднання та частини розосереджені як у оперативних територіальних об'єднаннях НГУ, так і територіально, в межах зон відповідальності таких об'єднань.

Запропонована методика дозволяє обґрунтувати оптимальний склад СЦ з обслуговування ОВТ.

Список використаних джерел

1. Наказ “Про створення робочої групи з розробки проекту Концепції сервісного обслуговування і ремонту озброєння та військової техніки у Збройних Силах України” від 19.10.2012 № 682 [Копія] / МО України. – К.
2. Гуляев, А. В. Адаптація системи технічного обслуговування і ремонту озброєння та військової техніки до нового вигляду Збройних Сил України [Текст] / А. В. Гуляев // Системи озброєння і військова техніка. – 2012. – Вип. 4 (32). – С. 18–21.
3. Про затвердження Порядку постачання озброєння, військової і спеціальної техніки під час особливого періоду, введення надзвичайного стану та у період проведення антитерористичної операції [Текст] : постанова Кабінету Міністрів України від 25.02.2015 р. № 345.
4. Цвиркун, А. Д. Структура многоуровневых и крупномасштабных систем. Синтез и планирование развития [Текст] / А. Д. Цвиркун, В. К. Акинфиев. – М. : Наука, 1993. – 160 с.
5. Советов, Б. Я. Построение сетей интегрального обслуживания [Текст] / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – Л. : Машиностроение, 1990. – 332 с.
6. Петров, Э. Г. Территориально распределенные системы обслуживания [Текст] / Э. Г. Петров, В. П. Пискалова, В. В. Бескоровайный. – К. : Техника, 1992. – 208 с.
7. Бескоровайный, В. В. Синтез логической схемы системного проектирования территориально распределенных объектов [Текст] / В. В. Бескоровайный // Радиоэлектроника и информатика. – 2002. – № 3. – С. 94–96.
8. Годлевский, М. Д. Принципы структурно-параметрического синтеза модели транспортно-складской системы транснациональной логистической компании [Текст] / М. Д. Годлевский, В. В. Дыбская // Системный анализ, управление и информационные технологии : вестник НТУ “ХПИ”. – Х. : НТУ “ХПИ”, 2009. – № 10. – С. 23–30.
9. Гаджинский, А. М. Логистика. [Текст] / А. М. Гаджинский. – М. : Издательско-торг. корпорация “Дашков и К^о”, 2005. – 432 с.
10. Раскин, Л. Г. Многоиндексные задачи линейного программирования [Текст] / Л. Г. Раскин, И. О. Кириченко. – М. : Радио и связь, 1982. – 242 с.
11. Боровинская, В. А. Организация фирменного сервисного обслуживания промышленных предприятий [Текст] / В. А. Боровинская. – М. : Дело и сервис, 2001. – 210 с.

Стаття надійшла до редакції 24.11.2015 р.