

УДК 004.9

М.В. Чорний, Р.В. Долгов

Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

ПОЗИЦІОНУВАННЯ ЕВАКУАЦІЙНИХ (РЕМОНТНО-ЕВАКУАЦІЙНИХ) ОРГАНІВ ВІЙСЬКОВОГО ФОРМУВАННЯ НА МІСЦЕВОСТІ

Розглянуто підхід до позиціонування евакуаційних (ремонтно-евакуаційних) органів військового формування у визначеному районі (зоні) відповідальності за мінімальною сумарною відстанню до елементів бойового порядку, що забезпечує оптимальне їх розташування на місцевості для реалізації оперативності реагування та зменшення плеча евакуації в умовах збільшення просторових показників ведення бойових дій під час планування технічного забезпечення.

Ключові слова: позиціонування на місцевості, мінімізація сумарної відстані, евакуаційні (ремонтно-евакуаційні) органи.

Вступ

Постановка проблеми. Успішне вирішення завдання щодо забезпечення відновлення пошкодженого озброєння і військової техніки під час ведення бойових дій залежить, поряд з іншими факторами, від оперативності реагування евакуаційних (ремонтно-евакуаційних) органів, що в свою чергу обумовлене сумарною відстанню (плечем евакуації) від району розташування цих органів до районів виходу техніки зі строю та до районів проведення ремонту. Оптимізація сумарної відстані здійснюється під час формування системи технічного забезпечення військового формування шляхом позиціонування на місцевості органів технічного забезпечення на основі нормативів та досвіду особи, яка приймає рішення з технічного забезпечення, що є кінцевим результатом планування і враховує кількісно-якісну характеристику сил і засобів технічного забезпечення, які виділені для формування цих органів, та їх виробничі спроможності.

В результаті збільшення в сучасних умовах ведення бойових дій району (зони) відповідальності для військового формування по фронту і в глибину ускладнився процес позиціонування сил і засобів технічного забезпечення, зокрема, евакуаційних (ремонтно-евакуаційних) органів, відносно елементів бойового порядку (підрозділів) для вирішення завдань щодо забезпечення оперативності реагування на зміну технічної обстановки.

Отже, для більш ефективного застосування наявних евакуаційних (ремонтно-евакуаційних) органів (ЕГ (РЕГ, РемГ)) військового формування в зазначених вище умовах необхідне раціональне їх розміщення відносно підрозділів військового формування (елементів бойового порядку). Забезпечити таке розташування ЕГ (РЕГ, РемГ), опираючись тільки на досвід особи, що приймає рішення з технічного забезпечення, та нормативи, що визначені діючими керівними документами, стає проблематичним.

У зв'язку з цим виникає необхідність формування підходу, який базується на застосуванні певного математичного методу для проведення розрахунків та обґрунтування прийнятого рішення щодо позиціонування ЕГ (РЕГ, РемГ) в умовах збільшення просторових показників ведення бойових дій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій стосовно зазначених вище питань засвідчує актуальність цієї проблематики.

У працях [1 – 4] приведена характеристика існуючої системи відновлення, надана оцінка ефективності функціонування системи відновлення, визначено вплив зовнішніх та внутрішніх факторів на організацію процесу відновлення техніки та запропоновано напрямки підвищення ефективності процесу відновлення, наведено методичний підхід до визначення можливостей органів технічної розвідки в ході оборонного бою. Поряд з іншими факторами впливу на ефективність відновлення виділено і раціональне розташування сил і засобів технічного забезпечення.

У роботі [5] формалізовано просторово-геометричну конфігурацію системи технічного забезпечення військового формування на основі аналізу ознак (зв'язків) між елементами системи та об'єктами бойового порядку, що забезпечуються (обслуговуються), та визначений клас математичних методів (моделей) для обґрунтування розміщення елементів системи на місцевості.

У праці [7] розробленні моделі процесу розміщення сил і засобів технічного забезпечення на місцевості при організації управління відновленням озброєння і військової техніки, але дані моделі носять здебільшого концептуальний характер та потребують більш детальної формалізації процесу позиціонування об'єктів на місцевості.

У роботі [8] розглядається методика вибору оптимального напрямку шляхів евакуації та підвозу для району (зони) відповідальності військового формування в умовах збільшення просторового розмаху дій військового формування на базі загальної

ідеології методу варіаційно-зважених квадратичних мажорант щодо оптимального розміщення лінійного об'єкту відносно сукупності точкових об'єктів.

У праці [9] розглядається підхід щодо розташування органу технічної розвідки військового формування на місцевості.

Мета статті полягає у формуванні підходу позиціонування ЕГ (РЕГ, РемГ) на місцевості за мінімальною сумарною відстанню до елементів бойового порядку (підрозділів) військового формування в умовах збільшення просторових показників ведення бойових дій.

Основний матеріал

В основу вирішення задач щодо позиціонування ЕГ (РЕГ, РемГ) на місцевості покладено знаходження положення об'єкта (точки), яке забезпечує мінімальну сумарну відстань від заданої сукупності об'єктів та рубежів (точок, відрізків), що в більшості випадків призводить до мінімізації часу на реагування, зменшення плеча евакуації тощо.

Загальним для цих задач є поняття відстані з урахуванням певних додаткових обмежень, які обумовлені важливістю об'єктів, специфікою місцевості й іншими факторами. Слід також зазначити, що такі задачі вирішують питання не послідовного, наприклад, як у відомій задачі комівояжера, а паралельного з'єднання об'єктів.

Це вимагає рішення певної оптимізаційної задачі щодо мінімізації суми відстаней. Але цільова функція відстані з математичної точки зору має певну складність (незадовільні аналітичні властивості) і не завжди допускає ефективне застосування загальноприйнятих методів пошуку екстремуму.

Використовуючи загальну ідеологію методу варіаційно-зважених квадратичних мажорант та результати праць [5 – 9], сформуємо типові практичні ситуації для вирішення задачі щодо оптимального (базового) позиціонування ЕГ (РЕГ, РемГ) під час планування технічного забезпечення бойових дій, яке задовольняє вимозі найближчого розташування до кожного з об'єктів бойового порядку військового формування в зоні відповідальності.

Для цього формалізуємо першу типову практичну ситуацію таким чином: у прямокутній системі координат розташуємо сукупність точок A_i (елементи бойового порядку, підрозділи) з відповідними координатами (x_i, y_i) та ваговими коефіцієнтами $-\omega_i$ (відповідно місцю та ролі в бойовому порядку та рішення командира на виконання бойового завдання), де $i=1, 2, \dots, n$. Необхідно розмістити об'єкт (точку $B(x_b, y_b)$) (ЕГ, РЕГ, РемГ) таким чином, щоб сума відстаней від нього до заданої сукупності точок (об'єктів, підрозділів) була мінімальною.

Геометрична інтерпретація сформованої типової практичної ситуації надана на рис. 1.

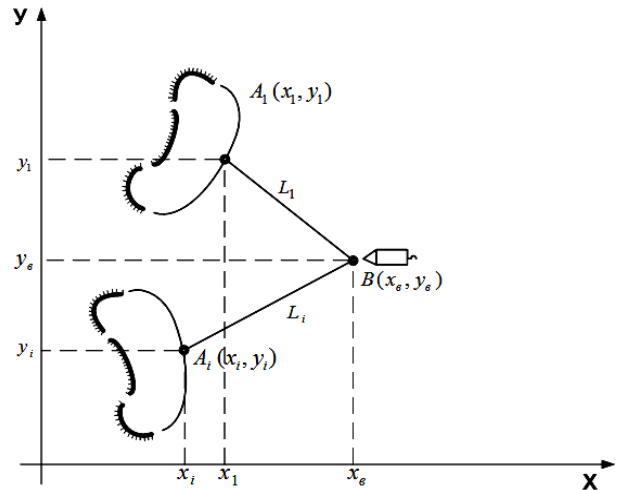


Рис. 1. Графічна інтерпретація ситуації

Описуючи умови визначення мінімальної відстані від об'єкта В до сукупності об'єктів A_i сформуємо умову для пошуку точки, що найменше віддалена від заданої сукупності точок

$$B(x_b, y_b) = \arg \min_{x_b, y_b} \sum_{i=1}^n L_i(x_b, y_b), \quad (1)$$

де L_i – величина відстані від точки В до кожної точки A_i , яка визначається за виразом

$$L_i = \left| \sqrt{(x_b - x_i)^2 + (y_b - y_i)^2} \right|. \quad (2)$$

Вираз (2) при довільних початкових значень x_b^0, y_b^0 мажорирується параболоїдом

$$\Psi_i(x_b, y_b) = \sum_{i=1}^n \frac{L_i^2(x_b, y_b)}{2 \cdot |L_i(x_b^0, y_b^0)| + \varepsilon},$$

тобто

$$\Psi_i(x_b, y_b) = \sum_{i=1}^n \frac{(x_b - x_i)^2 + (y_b - y_i)^2}{2 \cdot \left| \sqrt{(x_b^0 - x_i)^2 + (y_b^0 - y_i)^2} \right| + \varepsilon}. \quad (3)$$

З урахуванням виразів (1, 3) для пошуку координат оптимальної точки можна записати рекурентну формулу:

$$(x_b, y_b)^{k+1} = \arg \min_{x_b, y_b} \left(\sum_{i=1}^n P_i^k (x_b - x_i)^2 + \sum_{i=1}^n P_i^k (y_b - y_i)^2 \right),$$

$$\text{де } P_i^k = \omega_i \cdot \left(2 \cdot \left| \sqrt{(x_b^k - x_i)^2 + (y_b^k - y_i)^2} \right| + \varepsilon \right)^{-1}.$$

Вказана задача мінімізації суми відстаней здійснюється до виконання умов :

$$\begin{cases} x^* = x_b^{k+1}, \text{ якщо } |x_b^{k+1} - x_b^k| \leq \varepsilon; \\ y^* = y_b^{k+1}, \text{ якщо } |y_b^{k+1} - y_b^k| \leq \varepsilon, \end{cases}$$

де x^*, y^* – координати точки, що задає базове (оптимальне) розміщення ЕГ (РЕГ, РемГ) відносно елементів (об’єктів) бойового порядку;

ε – наперед задана мала величина, при цьому $\varepsilon > 0$.

Але, як правило, для ЕГ (РЕГ, РемГ) планують основні та запасні райони розгортання. Тоді сформульована вище задача трансформується в другу типову практичну ситуацію.

В ній доцільно врахувати мінімізацію відстані від основного і запасного району розгортання до елементів бойового порядку (підрозділів) та відстань відносно цих районів (рис. 2).

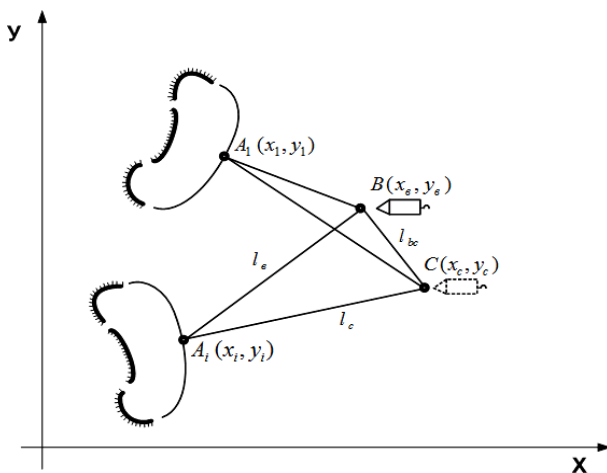


Рис. 2. Графічна інтерпретація ситуації

Для реалізації оптимального позиціонування ЕГ (РЕГ, РемГ) в зазначеній ситуації необхідно вирішити задачу виду:

$$\begin{aligned} (B(x_b, y_b), C(x_c, y_c)) = \\ = \arg \min_{(x_b, y_b), (x_c, y_c)} f(L), \end{aligned} \quad (4)$$

де $f(L)$ – функціонал (сумарна відстань від зазначених об’єктів до базових розміщень ЕГ (РЕГ, РемГ), за умовою взаємозалежності між основним та запасним місцями розгортання);

(x_b, y_b) – координати основного місця розгортання;

(x_c, y_c) – координати запасного місця розгортання.

Функціонал задачі (4) має вигляд:

$$\begin{aligned} f(L) = \lambda \cdot l_{03}((x_b, y_b), (x_c, y_c)) + \\ + \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot l_{0i}((x_b, y_b), (x_i, y_i)) + \\ + \sum_{i=1}^n \mu_i \cdot l_{1i}((x_c, y_c), (x_i, y_i)), \end{aligned} \quad (5)$$

де λ – коефіцієнт зв’язку між основним та запасним районом позиціонування;

μ – коефіцієнт пріоритету позиціонування за-

пасного району відносно заданих елементів бойового порядку;

ω – коефіцієнт пріоритету позиціонування основного району відносно заданих елементів бойового порядку;

l_{03} – відстань між основним і запасним районом розгортання;

l_0 – відстань від основного району розгортання до сукупності об’єктів бойового порядку;

l_1 – відстань від запасного району розгортання до сукупності об’єктів бойового порядку.

Випуклість функціонала (5) в даному випадку забезпечується випуклістю функції відстані і невід’ємними ваговими коефіцієнтами. Із випуклості функціонала слідує відсутність у нього локальних екстремумів. Це є вирішальним фактором для задачі з заданою структурою зв’язку між основним і запасним районом розгортання та пріоритету відносно об’єктів бойового порядку. Структура зв’язку між зазначеними об’єктами задається в неявній формі через коефіцієнти важливості (пріоритету, зв’язку).

За цих умов мажорантами до доданків функціоналу (5) є:

$$\begin{aligned} \psi(l_{03}) &= \frac{\lambda \cdot ((x_b - x_c)^2 + (y_b - y_c)^2)}{2 \cdot \left| \sqrt{(x_b^0 - x_c)^2 + (y_b^0 - y_c)^2} \right| + \varepsilon}; \\ \psi_i(l_0) &= \sum_{i=1}^n \frac{\omega_i \cdot ((x_b - x_i)^2 + (y_b - y_i)^2)}{2 \cdot \left| \sqrt{(x_b^0 - x_i)^2 + (y_b^0 - y_i)^2} \right| + \varepsilon}; \quad (6) \\ \psi_i(l_1) &= \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i \cdot ((x_c - x_i)^2 + (y_c - y_i)^2)}{2 \cdot \left| \sqrt{(x_c^0 - x_i)^2 + (y_c^0 - y_i)^2} \right| + \varepsilon}. \end{aligned}$$

З урахуванням виразів (4, 6) для пошуку координат оптимальної точки для основного та запасного району позиціонування можна записати рекурентну формулу:

$$\begin{aligned} ((x_b, y_b), (x_c, y_c))^{k+1} = \\ = \arg \min_{x_b, y_b, x_c, y_c} (R^k ((x_b - x_c)^2 + (y_b - y_c)^2) + \\ + \sum_{i=1}^n P_i^k ((x_b - x_i)^2 + (y_b - y_i)^2) + \\ + \sum_{i=1}^n Q_i^k ((x_c - x_i)^2 + (y_c - y_i)^2)), \end{aligned}$$

$$\text{де } R^k = \lambda \cdot \left(2 \cdot \left| \sqrt{(x_b^k - x_c)^2 + (y_b^k - y_c)^2} \right| + \varepsilon \right)^{-1};$$

$$P_i^k = \omega_i \cdot \left(2 \cdot \left| \sqrt{(x_b^k - x_i)^2 + (y_b^k - y_i)^2} \right| + \varepsilon \right)^{-1};$$

$$Q_i^k = \mu_i \cdot \left(2 \cdot \left| \sqrt{(x_c^k - x_i)^2 + (y_c^k - y_i)^2} \right| + \varepsilon \right)^{-1}$$

Ітераційний процес пошуку координат здійснюється до виконання умов:

$$\begin{cases} x^* = x_b^{k+1}, \text{ якщо } |x_b^{k+1} - x_b^k| \leq \varepsilon, \\ y^* = y_b^{k+1}, \text{ якщо } |y_b^{k+1} - y_b^k| \leq \varepsilon, \\ x^{**} = x_c^{k+1}, \text{ якщо } |x_c^{k+1} - x_c^k| \leq \varepsilon, \\ y^{**} = y_c^{k+1}, \text{ якщо } |y_c^{k+1} - y_c^k| \leq \varepsilon, \end{cases}$$

де x^*, y^* – координати точки, що задає базове (оптимальне) основне місце розміщення на місцевості за визначених умов пріоритету;

x^{**}, y^{**} – координати точки, що задає базове (оптимальне) запасне місце розміщення на місцевості за визначених умов пріоритету.

Ще однією типовою прикладною ситуацією позиціонування органів ЕГ (РЕГ, РемГ) є їх розташування на мінімальній відстані відносно сукупності об'єктів кінцевих розмірів (рубежів розгортання або вводу у бій, де очікується вихід техніки тощо) (рис. 3).

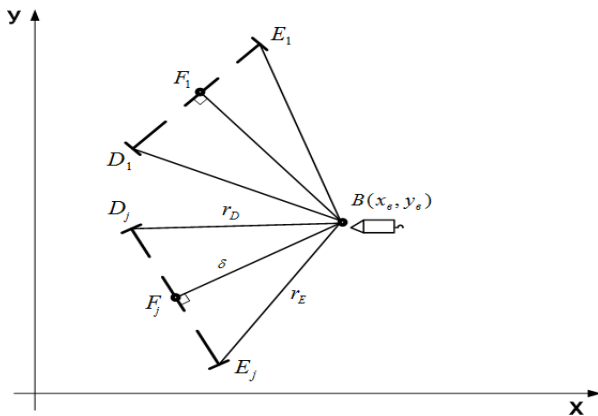


Рис. 3. Графічна інтерпретація ситуації

Для визначених умов пошуку оптимальної точки вирішується задача мінімізації суми відстаней виду:

$$B(x_b, y_b) = \arg \min_{x_b, y_b} \sum_{j=1}^m M_j(x_b, y_b), \quad (7)$$

де $M_j(x_b, y_b)$ – відстань від j -го рубежу до ЕГ (РЕГ, РемГ) з координатами (x_b, y_b) , $j = 1, 2, \dots, m$.

Під відстанню M від рубежу $D_j E_j$ до точки $B(x_b, y_b)$ розуміється:

$$M_j(B(x_b, y_b)) = \begin{cases} \delta, \text{ якщо } |r_D^2 - r_E^2| \leq a^2; \\ r_D, \text{ якщо } |r_D^2 - r_E^2| > a^2, r_D^2 < r_E^2; \\ r_E, \text{ якщо } |r_D^2 - r_E^2| > a^2, r_D^2 > r_E^2, \end{cases}$$

де δ – відстань від точки B до точки $F_j(c_{1j}, c_{2j})$;
 r_D – відстань від точки B до точки $D_j(\alpha_{1j}, \beta_{1j})$;
 r_E – відстань від точки B до точки $E_j(\alpha_{2j}, \beta_{2j})$;
 a – відстань (ширина рубежу) від точки $D_j(\alpha_{1j}, \beta_{1j})$ до точки $E_j(\alpha_{2j}, \beta_{2j})$.

Величини r_D, r_E, δ, a розраховуються за відповідними виразами:

$$\begin{aligned} r_D &= \sqrt{(x_b - \alpha_{1j})^2 + (y_b - \beta_{1j})^2}; \\ r_E &= \sqrt{(x_b - \alpha_{2j})^2 + (y_b - \beta_{2j})^2}; \\ a &= \sqrt{(\alpha_{1j} - \alpha_{2j})^2 + (\beta_{1j} - \beta_{2j})^2}; \\ \delta &= \sqrt{(x_b - c_{1j})^2 + (y_b - c_{2j})^2}. \end{aligned}$$

В свою чергу координати точки $F_j(c_{1j}, c_{2j})$ визначаються з відношень:

$$c_{1j} = v\alpha_{1j} + (1-v)\alpha_{2j};$$

$$c_{2j} = v\beta_{1j} + (1-v)\beta_{2j},$$

$$\text{де } v = \frac{(\alpha_{1j} - \alpha_{2j})(\alpha_{1j} - x_b) + (\beta_{1j} - \beta_{2j})(\beta_{1j} - y_b)}{(\alpha_{1j} - \alpha_{2j})^2 + (\beta_{1j} - \beta_{2j})^2}$$

відношення, в якому перпендикуляр, що опущений з точки B , ділить заданий відрізок $D_j E_j$.

Функція відстані виразу (7) до кожного з рубежів утворює симетричну поверхню («чаша стадіону»), в основі якої лежить відрізок (заданий рубіж), тому до кожної з таких фігур будуються мажорируючі поверхні виду:

$$\Psi_j(x_b, y_b) = \sum_{j=1}^m \frac{(x_b - u_{1j}^0)^2 + (y_b - u_{2j}^0)^2}{2 \cdot |M_j(x_b^0, y_b^0)| + \varepsilon},$$

$$\text{де } (u_{1j}^0, u_{2j}^0) = \begin{cases} (c_{1j}^0, c_{2j}^0), \text{ якщо } |r_D^2 - r_E^2| \leq a^2 \\ (\alpha_{1j}^0, \alpha_{2j}^0), \text{ якщо } |r_D^2 - r_E^2| > a^2, r_D^2 < r_E^2 \\ (\beta_{1j}^0, \beta_{2j}^0), \text{ якщо } |r_D^2 - r_E^2| > a^2, r_D^2 > r_E^2 \end{cases}$$

Побудувавши мажорируючі поверхні можливо організувати ітераційний процес пошуку мінімуму суми функцій відстані за виразом

$$(x_b, y_b)^{k+1} = \arg \min_{x_b, y_b} \left(\sum_{j=1}^m \frac{(x_b - u_{1j}^k)^2 + (y_b - u_{2j}^k)^2}{2 \cdot |M_j(x_b^0, y_b^0)| + \varepsilon} \right).$$

Вказана задача мінімізації суми відстаней здійснюється до виконання умов:

$$\begin{cases} x^* = x_b^{k+1}, \text{ якщо } |x_b^{k+1} - x_b^k| \leq \varepsilon \\ y^* = y_b^{k+1}, \text{ якщо } |y_b^{k+1} - y_b^k| \leq \varepsilon \end{cases}$$

де x^*, y^* – координати точки, що задає базове (оптимальне) розміщення ЕГ (РЕГ, РемГ) відносно рубежів (об'єктів кінцевих розмірів).

Розглянуті варіанти позиціонування ЕГ (РЕГ, РемГ) можливо використовувати окремо для вирішення конкретної задачі або в сукупності, сформувавши відповідну систему для розрахунку, враховуючи, що сума мажорант окремих доданків є мажорантою суми.

ВИСНОВОК

Запропонований підхід застосування методу варіаційно-зважених квадратичних мажорант для вирішення задачі щодо оптимального (базового) розташування на місцевості органів та елементів системи технічного забезпечення військових формувань дозволить визначити по топографічній карті місця позиціонування з огляду на мінімальну сумарну відстань до елементів бойового порядку, що забезпечить підґрунтя для остаточного прийняття рішення з формування системи технічного забезпечення.

У подальших дослідженнях доцільно розробити систему формування вагових коефіцієнтів, які в неявній формі забезпечують зазначеним моделям враховувати логіку побудови системи технічного забезпечення, та програмно-математичне забезпечення для створення експертної системи з підтримки прийняття рішення щодо позиціонування органів та елементів системи технічного забезпечення військового формування.

Список літератури

1. Технічне забезпечення військ (сил): навч. посіб. / О.І. Хазанович, І.С. Ішутін, В.В. Івченко та ін. – К.: НАОУ, 2006. – 188 с.
2. Шинкаренко Ю.М. Визначення напрямків підвищення ефективності відновлення інженерної техніки в бою та операції / Ю.М. Шинкаренко, І.В. Черних, А.А. Ткаченко // Труды університету. – К., 2011. – № 7 (106). – С. 233-236.

3. Овчаренко І.В. Методичний підхід до визначення можливостей органів технічної розвідки в ході оборонно-го бою / І.В. Овчаренко // Труды університету. – К., 2012. – № 1 (107). – С. 109-113.

4. Чорний М.В. Оцінка проблеми прийняття рішення з технічного забезпечення військового формування / М.В. Чорний, Р.В. Долгов // Військово-технічний збірник. – Львів: АСВ. – 2011. – Вип. 5. – С. 145-148.

5. Чорний М.В. Формалізація топології системи технічного забезпечення окремої механізованої бригади в обороні / М.В. Чорний, Р.В. Долгов, О.В. Маслов // Труды університету. – 2012. – № 4(110). – С. 115-120.

6. Мудров В.И. Мажоранти Ньютона в прикладних задачах. Теория, алгоритмы, программы. / В.И. Мудров, А.А. Ивлев. – М.: Радио и связь, 1987. – 144 с.

7. Долгов Р.В. Модель процесу розміщення сил і засобів технічного забезпечення окремої механізованої бригади на місцевості при організації управління відновленням озброєння військової техніки в операції армійського корпусу об'єднаних сил швидкого реагування / Р.В. Долгов // Військово-технічний збірник. – Львів: АСВ. – 2012. – Вип. 7. – С. 117-120.

8. Чорний М.В. Визначення базового напрямку для шляху евакуації (підвозу) під час планування технічного (тилового) забезпечення / М.В. Чорний, В.Н. Корольов, С.С. Степанов // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ДП «ЦНДІ Н і У». – 2009. – Вип. 3(11). – С. 187-189.

9. Чорний М.В. Підхід щодо раціонального розміщення органу технічної розвідки з використанням методу варіаційно-зважених квадратичних мажорант / М.В. Чорний, Р.В. Долгов, В.О. Колеснік // Збірник наукових праць ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – 2012. – № 1(22). – С. 256-260.

Надійшла до редколегії 21.02.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Б.І. Сокіл, Академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного, Львів.

ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ЭВАКУАЦИОННЫХ (РЕМОНТНО-ЭВАКУАЦИОННЫХ) ОРГАНОВ ВОЙСКОВОГО ФОРМИРОВАНИЯ НА МЕСТНОСТИ

Н.В. Чёрный, Р.В. Долгов

Рассмотрен подход к позиционированию эвакуационных (ремонтно-эвакуационных) органов войскового формирования в указанном районе (зоне) ответственности за минимальным суммарным расстоянием к элементам боевого порядка, которое обеспечивает оптимальное их размещение на местности для реализации оперативности реагирования и уменьшения плеча эвакуации в условиях увеличения пространственных показателей ведения боевых действий во время планирования технического обеспечения.

Ключевые слова: позиционирование на местности, минимизация суммарного расстояния, эвакуационные (ремонтно-эвакуационные) органы.

POSITIONING OF EVACUATION (REPAIR AND RECOVERY) BODIES OF MILITARY FORMATION ON THE GROUND

N.V. Chorny, R.V. Dolgov

It is considered approach to the positioning of evacuation (repair and recovery) bodies of military formation in a given area (district) of liability for the minimum total distance to elements of a military order, which ensures their optimum location for the implementation of effective responsiveness and decrease shoulder evacuation in the face of increasing spatial indicators of warfare during the planning of technical support.

Keywords: positioning in the area, minimization of the total distance, evacuation (repair and recovery) bodies.