

*А.С. Рогозін, канд. техн. наук, доцент, НУЦЗУ,
В.С. Хоменко, старший викладач, НУЦЗУ*

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІЩЕННЯ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ НА АРСЕНАЛАХ ТА БАЗАХ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ

(представлено д-хім. наук Прохачем Е.Є)

Розроблено оптимізаційну модель розміщення засобів різних типів за критерієм часу ліквідації пожеж на території арсеналів та баз зберігання боєприпасів.

Ключові слова: модель, оптимізація, сили, засоби, ліквідація, час.

Постановка проблеми. За даними Міністерства оборони, в Україні налічується 136 одиниць складів і арсеналів, на яких зберігається 1,3 млн. т боєприпасів. Щорічно цей арсенал поповнюється на 10...15 тис. т. Така ситуація склалася у зв'язку з тим, що на початку 90-х років до цих арсеналів було перевезено близько 9 тисяч умовних вагонів боєприпасів та ракет з груп військ СРСР, були перевезені і боєприпаси та ракети з тих військових частин, що розформувались протягом 1992 -2008 рр. На протязі останніх десяти років пожежі на арсеналах та складах зберігання боєприпасів привели до цілого ряду резонансних надзвичайних ситуацій збитки від яких склали понад 3 млрд. гривень. Відповідно розробка підходів щодо підвищення рівня пожежної безпеки цих об'єктів є актуальною науковою задачею.

Аналіз останніх досягнень та публікацій. В [1–3] розглянуті питання використання методів математичного програмування для оптимізації розподілення сил та засобів. В [4] викладені підходи щодо підвищення рівня пожежної безпеки арсеналів та баз зберігання боєприпасів. Питання оптимізації розміщення засобів різних типів на території арсеналів з врахуванням особливостей місць зберігання боєприпасів не розглядались.

Постановка задачі та її вирішення. Результати аналізу виникнення та ліквідації наслідків надзвичайних подій на арсеналах та складах зберігання боєприпасів за останні 10 років дозволяють визначити, що одним з напрямків підвищення рівня пожежної безпеки таких об'єктів є зменшення часу реагування сил та засобів. Найбільш ефективним (за економічними критеріями) напрямком щодо зменшення часу реагування на виникнення пожеж є перерозподіл на території об'єктів наявних сил та засобів у відповідності до загроз та можливих наслідків виникнення пожеж.

Рішення задачі оптимізації розподілення сил та засобів будемо здійс-

нювати у загальному виді використовуючи методи математичного програмування.

В якості змінних моделі оберемо координати розміщення i -х видів технічних засобів $(x_{01}, y_{01}, \dots, x_{0n}, y_{0n})$. Побудову моделі будемо здійснювати враховуючи що на ліквідацію надзвичайної події залучаються всі наявні типи технічних засобів.

В якості критерію ефективності приймемо відносний час ліквідації надзвичайної події.

Особливості місць зберігання боєприпасів за можливим об'ємом робіт при ліквідації надзвичайних подій врахуємо наступним чином:

$$W_j = \frac{\sqrt{S_j^2 + V_j^2}}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sqrt{S_j^2 + V_j^2}}, \quad (1)$$

де S_j, V_j – відносні площа та об'єм місць зберігання боєприпасів відповідно.

Особливості місць зберігання боєприпасів за станом пожежної безпеки врахуємо визначивши відносний коефіцієнт небезпеки P_j ($P_j \in \overline{0,1}$) використовуючи матрицю парних порівнянь наступного виду

$$\omega = \begin{pmatrix} 1 & \omega_{12} & \omega_{13} & \omega_{14} & \dots & \omega_{1n} \\ \frac{1}{\omega_{12}} & 1 & \omega_{23} & \omega_{24} & \dots & \omega_{2n} \\ \omega_{12} & \frac{1}{\omega_{13}} & 1 & \omega_{34} & \dots & \omega_{3n} \\ \omega_{13} & \omega_{23} & \frac{1}{\omega_{34}} & 1 & \dots & \omega_{4n} \\ \frac{1}{\omega_{14}} & \frac{1}{\omega_{24}} & \frac{1}{\omega_{34}} & 1 & \dots & \omega_{4n} \\ \omega_{14} & \omega_{24} & \omega_{34} & 1 & \dots & \omega_{4n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{1}{\omega_{1n}} & \frac{1}{\omega_{2n}} & \frac{1}{\omega_{3n}} & \frac{1}{\omega_{4n}} & \dots & 1 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

де ω_{dk} – оцінки порівняння рівня безпеки i -го місця зберігання з j -м.

Та використовуючи наступне співвідношення:

$$P_j = \frac{\sum_{k=1}^n \omega_{jk}}{\sum_{d=1}^n \sum_{k=1}^n \omega_{dk}} \quad (4)$$

Виконання об'єму робіт щодо ліквідації пожежі і-тими засобами визначимо наступним чином:

$$W_j = \sum_{i=1}^n (t - \Delta t_i) B_i, \quad (5)$$

де t – час ліквідації пожежі на j -ом місці зберігання боєприпасів;

$\Delta t_i = \frac{\sqrt{(x_j - x_{0i})^2 + (y_j - y_{0i})^2}}{k \cdot v_i}$ – час слідування i -го засобу до місця

зберігання боєприпасів з координатами $(x_j; y_j)$; k – коефіцієнт нелінійності шляху; v_i – швидкість руху i -го засобу; B_i – відносна інтенсивність ліквідації надзвичайної події i -тим технічним засобом.

Відповідно до (5) час ліквідації пожежі визначимо як:

$$t = \frac{W_j + \sum_{i=1}^n \frac{\sqrt{(x_j - x_{0i})^2 + (y_j - y_{0i})^2}}{k \cdot v_i} \cdot B_i}{\sum_{i=1}^n B_i} \quad (6)$$

Враховуючи (1) - (6) цільову функцію оптимального розміщення засобів на території арсеналів та баз зберігання боєприпасів запишемо наступним чином:

$$f(x_{0i}, y_{0i}) = \sum_{j=1}^n P_j \left(\frac{W_j + \sum_{i=1}^n \frac{\sqrt{(x_j - x_{0i})^2 + (y_j - y_{0i})^2}}{k \cdot v_i} \cdot B_i}{\sum_{i=1}^n B_i} \right) \rightarrow \min, \quad (7)$$

Оптимізаційне завдання необхідно доповнити відповідними обмеженнями:

$$\begin{aligned} x &\leq z; \\ y &\leq g. \end{aligned} \quad (8)$$

Які враховують геометричні розміри арсеналу, та обмеженнями на ділянки місцевості де можливо розташувати і-ті засоби

$$x = f(y); \quad \text{або} \quad y = f(x). \quad (9)$$

Висновки. Запропонований підхід щодо оптимізації розміщення засобів різних типів на арсеналах та базах зберігання боєприпасів дозволяє науково обґрунтовано реалізовувати функцію регулювання стосовно управління наявними силами та засобами та сприятиме зниженню часу ліквідації пожеж, тим самим підвищуючи ефективність використання наявних сил та засобів.

ЛИТЕРАТУРА

1. Таха Х.А. Введение в исследование операций/ Х.А. Таха. . – М.: Вильямс, 2005. – 912 с..

2. Вентцель Е.С. Исследование операций / Вентцель Е.С. – М.: Советское радио, 2001. – 208 с.

3. Чуев Ю.В. Исследование операций в военном деле/ Ю.В. Чуев.– М.: Воениздат, 1970. – 256 с.

4. Рекомендації щодо зниження небезпеки впливу лісових пожеж на арсенали, бази і склади боєприпасів, що розташовані в лісових масивах. – К.: УндіПБ, 2009. – 58 с.
puszu.edu.ua

A.S. Rogozin, V.S. Homenko

Оптимизация размещения средств пожаротушения на арсеналах и базах хранения боеприпасов.

Розроблено оптимізаційну модель розміщення засобів різних типів по критерію часу ліквідації пожеж на території арсеналів і баз хранения боєприпасів.

Ключевые слова: модель, оптимизация, силы, средства, ликвидация, время.

A.S. Rogozin, V.S. Homenko

Optimizing placement means fire on the arsenals and ammunition storage bases.

Developed by optimizing the allocation of funds model of different types of criterion-time fire suppression in the arsenals and ammunition storage base.

Keywords: model, optimization, power tools, eliminating the time.