

*І.А. Чуб, доктор техн. наук, професор, Михайловська Ю.В.  
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків  
Р.В.Гудак, Управління ДСНС України в Закарпатській області*

## **ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ СИЛ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ НА ОСНОВИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ПРО ПОКРИТТЯ**

Природні та техногенні надзвичайні ситуації регіонального, національного рівня [ 1 ] – це великі проблеми, що важко розв'язуються та перевіряють здатність спільнот та націй ефективно захищати своє населення та інфраструктуру, скоротити як людські, так і майнові втрати, а також швидко відновитися. Удавана хаотичність наслідків, унікальність інцидентів вимагають динамічних, ефективних, ефективних та економічних рішень в режимі реального часу. Крім того, негативні наслідки надзвичайних ситуацій (НС) в багатьох випадках вражають великі просторово розподілені регіони. Ця задача є базовою задачею логістики катастроф, що є інструментом планування організації, координації, розподілу ресурсних (матеріальних, фінансових інформаційних) потоків в процесі ліквідації НС та мінімізації її наслідків.

Тому важливим є етап стратегічного планування процесів розподілу та зберігання необхідного обсягу ресурсного забезпечення ліквідації надзвичайної ситуації за умови можливої ураженості певної території  $S$ , що містить скінчену множину  $\wp$  населених пунктів  $\wp = \{ \wp_1, \wp_2, \dots, \wp_1 \}$  доставки ресурсів, які є локусами районів, постраждалих від НС.

Для вирішення задач етапу стратегічного планування найбільш прийнятним є сценарний підхід. В рамках сценарного підходу визначаються можливі алгоритми дії територіальної служби з надзвичайних ситуацій та передбачається розв'язання низки оптимізаційних задач стосовно розгортання мережі мобільних центрів допомоги (МЦД), спрямованих на надання першої допомоги постраждалим, постачання медикаментів тощо.

В рамках сценарного підходу визначаються можливі алгоритми дії територіальної служби з надзвичайних ситуацій та передбачається розв'язання таких оптимізаційних задач.

**Задача 1.** Визначити параметри оптимального розміщення множини МЦД  $\Omega = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_M)$  визначеної потужності на ураженій території  $S$ , що потерпає від НС природного або техногенного характеру.

**Задача 2.** Визначити оптимальну кількість МЦД визначеної потужності на ураженій території  $S$  для забезпечення прийнятної рівню ліквідації наслідків НС.

Зауваження 1. **Задача 2** є двоїстою стосовно **Задачі 1**.

Розв'язання перших двох задач безпосередньо пов'язане із **Задачею 3** визначення обсягу недостатніх ресурсів, за якими необхідно звертатися до підрозділів ДСНС України більш високого рівня ієрархії.

Ці задачі є реалізацією класу задач про оптимальне покриття [2, 3], що складають підмножину задач оптимального геометричного проектування. При моделюванні задачі про покриття в термінах предметної галузі певні характеристики фізичних об'єктів реального світу виражаються через їх геометричні параметри.

Територія  $S$ , що є об'єктом захисту, моделюється замкненим багатокутником, метричні характеристики якого задані координатами своїх вершин у загальній системі координат.

Вектор координат розміщення МЦД  $\theta_m$ ,  $m=1,2,\dots,M$ , на території  $S$

позначимо через  $v = \{(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m), \dots, (x_M, y_M)\}$ .

Потужність  $P_m$   $m$ -го МЦД  $\theta_m$  визначається через відстань до найвіддаленішої точки території  $S$ , яку за регламентом можна віднести до зони впливу цього МЦД. При цьому необхідно зважати на наявність та стан під'їзних шляхів. Таким чином, зона контролю  $m$ -го МЦД  $\theta_m$  є багатокутник  $C_m$ .

Ще одним елементом вихідної інформації є вектор  $w$  параметрів розміщення множини  $\wp$  населених пунктів:  $w = \{(x_1^{\wp}, y_1^{\wp}), (x_2^{\wp}, y_2^{\wp}), \dots, (x_I^{\wp}, y_I^{\wp})\}$  у загальній системі координат. Вважатимемо, що геометричною моделлю об'єктів  $\wp_i$  є однойменний опуклий багатокутник  $\wp_i$ .

Зауваження 2. Багатокутник  $C_m$  є геометричний об'єкт у загальному випадку із змінними метричними характеристиками та просторовою формою [4, 5]. В залежності від параметрів розміщення центру  $\theta_m$  на території  $S$ , тобто в залежності від взаємного розташування  $\theta_m$  та реципієнтів допомоги  $\wp_i$  форма та координати вершин багатокутнику  $C_m$  у власній системі координат змінюються.

Таким чином, математична модель Задачі 1 є такою:

$$\min_{v \in D \subset E^{2M}} \sum_{m=1}^M \sum_{n=m+1}^M [\omega_{mn}(v_m, v_n) + \omega_m^S(0, v_m)],$$

де область допустимих значень  $D$  задається умовою  $\bigcup_{i=1}^I \wp_i \subset \bigcup_{m=1}^M C_m$ , функція  $\omega_{mn}(v_m, v_n)$  визначає площу області взаємного перекриття об'єктів  $(C_m, C_n)$ , функція  $\omega_m^S(0, v_m)$  визначає площу області взаємного перекриття об'єктів  $C_m$  та  $cl(E^2/S)$ ,  $m, n = 1, 2, \dots, M$ ,  $m \neq n$ .

Зауваження 3. При визначенні функцій  $\omega_{mn}(v_m, v_n)$ ,  $\omega_m^S(0, v_m)$ , на відміну від відомих постановок, необхідно зважати на факт необхідності покриття множини багатокутників  $\wp_i$ , а не всієї багатокутної області  $S$ .

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Постанова КМУ від 24 березня 2004 р. N 368 «Порядок класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями» поточна редакція – від 11.06.2013, <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/368-2004-%D0%BF>.
2. Антошкин А.А. Особенности построения математической модели задачи покрытия в системах автоматической противопожарной защиты. / А.А. Антошкин, В.М. Комяк, Т.Е. Романова, С.Б. Шеховцов // Радиоэлектроника и информатика. – 2001. – Вып. 1. – С. 75-78.
3. Антошкин, А. А. Математическая модель задачи покрытия выпуклой многоугольной области кругами с учетом погрешностей исходных данных / А. А. Антошкин, Т.Е. Романова // Пробл. машиностроения. – 2002. – № 5. – С. 56-60.
4. Чуб І.А. Геометричне моделювання основних обмежень на параметри розміщення об'єктів зі змінними метричними характеристиками / І.А. Чуб, М.В. Новожилова // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Прикладна геометрія та інженерна графіка. – 2009. – Вип. 4. – Т. 42. – С. 77-85.
5. Мурин М.Н. Математическое обеспечение решения задачи размещения прямоугольников с изменяемыми метрическими характеристиками / М.Н. Мурин, И.А. Чуб, М.В. Новожилова // Системы обработки информации, 2012, – Вип. 7 (105). – С. 195-199.