

*Вальченко О.І., канд. військ. наук, доц., НУЦЗУ,  
Стецюк Є.І., викл., НУЦЗУ*

## **РОЗПОДІЛ ПІДРОЗДІЛІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ У ЗОНІ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ**

(представлено д-ром техн. наук Комяк В.М.)

Пропонується методичний підхід, який дозволяє визначити варіант розподілу підрозділів цивільного захисту по завданнях, в якому їх можливості реалізуються максимально

**Ключові слова:** надзвичайна ситуація, рятувальні роботи, оптимальний розподіл

**Постановка проблеми.** Згідно [1] основними завданнями підрозділів цивільного захисту під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації є пошук і рятування людей на уражених об'єктах і території, надання невідкладної допомоги, для чого необхідно завчасно визначити необхідну кількість сил та засобів і визначити оптимальний варіант розподілу з метою максимальної реалізації їх можливостей.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У попередніх дослідженнях розглядаються питання прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій взагалі. В роботі [2] визначено завдання підрозділів при ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, в [3] – зроблена спроба визначення необхідної кількості рятувальників, але недостатньо розглянуто питання щодо розподілу підрозділів цивільного захисту по виконанню цих завдань.

**Постановка завдання та його вирішення.** Для кожної типової ситуації існують різні способи розподілу, про те не кожний із цих способів є ефективним. Найкращий спосіб той, що призводить до виконання поставленого завдання. У літературі перелік таких способів поки відсутній, що не дозволяє швидко приймати раціональне рішення на застосування підрозділів цивільного захисту під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації. Це робить актуальним розробку варіанту їх розподілу по завданнях в якому їх можливості реалізуються максимально.

Для вирішення задачі розподілу підрозділів цивільного захисту найбільш прийнятним із існуючих методів оптимізації функціонування складних систем є метод, який дозволяє здійснювати оптимізацію багатокрокових процесів, до яких відноситься і процес застосування підрозділів цивільного захисту.

Нехай процес застосування підрозділів цивільного захисту являє собою операцію, що складається з  $m$  кроків (етапів). Такими кроками (етапами) можуть бути: вживання екстрених заходів, оперативне планування, рятувальні та інші невідкладні роботи, ліквідація наслідків надзвичайної ситуації [1, 2, 3]. Кількісно можливості підрозділу при виконанні завдання на одному кроці оцінюються показником ефективності  $K$ . Допустимо, що значення показника  $K$  за час виконання завдання складається з суми його значень на окремих кроках

$$K = \sum_{i=1}^m k_i,$$

де  $k_i$  – показник можливостей на  $i$ -му кроці.

На кожному кроці вибирається таке рішення, від якого залежить величина  $K$  на даному кроці та за час виконання завдання в цілому. Таке рішення назвемо “кроковим управлінням”. Сукупність всіх крокових управлінь являє собою управління діями загалом, позначимо його буквою  $X$ , а крокові управління  $x_1, x_2, \dots, x_m$ , тоді

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_m).$$

Необхідно знайти таке управління  $X$ , при якому показник  $K$  перетворюється в максимум, тобто

$$K = \sum_{i=1}^m k_i \Rightarrow \max.$$

Управління ( $X^*$ ), при якому цей максимум досягається, будемо називати оптимальним управлінням. Воно складається з сукупності оптимальних крокових управлінь

$$X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*).$$

Максимальне значення  $K$ , яке досягається при цьому управлінні, позначимо  $K^*$ . Задача полягає в знаходженні сукупності оптимальних крокових управлінь, які показник можливостей  $K$  перетворює в максимум, тобто знайти

$$X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*) \Rightarrow \max \left\{ K = \sum_{i=1}^m k_i \right\}.$$

Виходячи з основних принципів динамічного програмування, послідовність знаходження оптимального варіанту застосування підрозділів цивільного захисту прийме наступний вигляд:

розраховується показник можливостей підрозділу на першому кроці ( $k_1$ ) по всіх можливих завданнях;

обчислюється показник  $k_i$  на всіх подальших кроках ( $i$ ), по всіх можливих варіантах;

на кожному подальшому кроці ( $i$ ) визначається сума  $\sum_{i=1}^m k_i$  по всіх можливих варіантах на цьому та попередніх кро-

ках і знаходиться її максимум, тобто  $\sum_{i=1}^m k_i^*$ ;

на подальшому кроці  $m$  визначається показник  $K = \sum_{i=1}^m k_i$  по всіх можливих варіантах дій при виконанні завдань і показник  $K^* = \sum_{i=1}^m k_i^*$ , якому відповідає управління  $X^*$ , тобто оптимальне управління.

Складовою частиною постановки задачі моделювання є визначення основних обмежень і допущень. При цьому необхідно виходити з того, що завдання може виконати тільки підрозділ, який не втратив здатність до виконання завдань. Виходячи з цього, приймемо, що підрозділу цивільного захисту ставиться нове завдання (тобто він переходить до нового кроку дій), якщо внаслідок попереднього він не втратив здатність до виконання завдань, тобто

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^m \Pi_{oc} &\leq \Pi_{oc.\dot{d}on} \\ \sum_{i=1}^m \Pi_m &\leq \Pi_{m.\dot{d}on} \\ \sum_{i=1}^m R_{mz} &\leq R_{mz.\dot{d}on} \end{aligned} \right\},$$

де  $\Pi_{oc}, \Pi_m, R_{mz}$  – сумарні втрати особового складу, техніки і витрата матеріальних засобів до кінця  $i$ -го кроку дії підрозділу, відповідно;  $\Pi_{oc.\dot{d}on}, \Pi_{m.\dot{d}on}, R_{mz.\dot{d}on}$  – допустимі втрати особового складу, техніки і витрата матеріальних засобів до кінця  $i$ -го кроку дії підрозділу.

Згідно [4] існує один спосіб, який часто застосовується, звести багатокритеріальну задачу до однокритеріальної – виділити один головний показник і прагнути звернути його в максимум (мінімум), а на всі інші накладати обмеження, зажадавши, щоб вони не вийшли за межі заданих (допустимих) значень. Як головний, домінуючий показник (критерій оптимальності) вибирають такий показник, який дозволить в найбільшому ступені визначити можливості системи виконувати своє основне призначення, а на інші показники накладаються обмеження

З урахуванням викладених положень, умови оптимальності варіантів застосування підрозділів цивільного захисту можна виразити

$$W_i = W^*, \text{ якщо } \left\{ \begin{array}{l} S_i \Rightarrow \max \\ \Pi_i \leq \Pi_{\dot{d}on} \\ \dots\dots\dots \\ R_i \leq R_{\dot{d}on} \end{array} \right. ;$$

де  $S_i$  – головний (домінуючий) показник;  $\Pi_i, R_i$  – значення інших показників;  $\Pi_{\dot{d}on}, R_{\dot{d}on}$  – допустимі (задані) значення інших показників.

**Висновки.** Для розподілу підрозділів цивільного захисту при вирішенні завдань ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, можна використати метод динамічного програмування, який дозволяє визначити оптимальний варіант їх роз-

поділу по завданнях в якому їх можливості реалізуються максимально.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України / Відомості Верховної Ради, 2013, № 34-35, ст. 458.
2. Емельянов В.М. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях. – М., 2002. – С. 279-289.
3. Шульгин В.Н., Шеломенцев С.В., Ларионов В.И. Методические рекомендации по организации и проведению мероприятий направленных на снижение последствий весеннего половодья и паводков. – М; ВНИИ ГОИ ЧС, 2000. – 119 с.
4. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1980. – 206 с.

Вальченко А.И., Стецюк Е.И.

### **Распределение подразделений при проведении спасательных работ в зоне чрезвычайной ситуации**

Предлагается методологический подход, который позволяет определить оптимальный вариант распределения подразделений гражданской защиты по заданиям, в котором их возможности реализуются максимально

**Ключевые слова:** чрезвычайная ситуация, спасательные работы, оптимальное распределение

Valchenko O.I., Stetsyuk E.I.

### **Distribution units for rescue operations in the zone of emergency**

Proposed methodological approach, which helps you determine the best option for distribution by the branches of civil protection on the jobs in which their capabilities are implemented maximum

**Key words:** emergency, rescue operations, the optimal allocation