

**О. Г. Барило,**  
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,  
Інститут державного управління у сфері цивільного захисту,  
Національний університет цивільного захисту України  
**С. П. Потеряйко,**  
кандидат військових наук, доцент кафедри державної служби,  
менеджменту та навчання за міжнародними проектами,  
Інститут державного управління у сфері цивільного захисту  
Національного університету цивільного захисту України  
**В. О. Тищенко,**  
аспірант, Національний інститут стратегічних досліджень

## ПІДХІД ДО ВИБОРУ АЛЬТЕРНАТИВНОГО РІШЕННЯ ОРГАНАМИ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

*У науковій статті розглянуто вибір альтернативного рішення органами державного управління у надзвичайній ситуації із застосуванням методу аналізу ієрархій.*

*In the scientific article the choice of alternative decision is considered by the organs of state administration in an emergency with application of method of analysis of hierarchies.*

*Ключові слова: органи державного управління, альтернативні рішення, метод аналізу ієрархій.*

Відповідно до чинного законодавства [1] до органів оперативного реагування на надзвичайні ситуації у сфері цивільного захисту входять: органи управління, сили і засоби оперативного реагування на надзвичайні ситуації у складі спеціально уповнова-

женого центрального органу виконавчої влади у сфері цивільного захисту, органи управління, сили і засоби цивільного захисту в Автономній Республіці Крим, областях, містах Києві та Севастополі, районах, містах та районах у містах. На органи управлі-

ння органів оперативного реагування на надзвичайні ситуації у сфері цивільного захисту покладається: забезпечення готовності до дій сил і засобів, призначених для реагування на надзвичайні ситуації; здійснення комплексу заходів із реагування на надзвичайні ситуації, ліквідації їх наслідків; управління підпорядкованими силами реагування, спеціальними і спеціалізованими формуваннями; координація дій органів управління, сил і засобів цивільного захисту центральних і місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування під час реагування на надзвичайні ситуації. Масштабність та складність цих завдань вимагає підвищення ефективності функціонування органів державного управління до рівня, що забезпечує їх виконання.

На даний час актуальним питанням є вибір науково-методичного апарату, який дозволив би органам державного управління оцінити варіанти рішення на застосування сил і засобів цивільного захисту під час реагування на надзвичайні ситуації та обрати найбільш раціональний.

У попередніх наукових дослідженнях [2; 3] розглядалися питання ефективності функціонування системи державного управління, а саме — основні фактори, що впливають на її надійність, але проблеми розробки науково-методичного апарату дослідження щодо визначення доцільного варіанта рішення у надзвичайній ситуації не досліджувалися. Це зумовлює актуальність даного проблемного питання, вирішення якого має на меті на основі наробок попередніх дослідників визначити науково-методичний апарат вибору альтернативного рішення застосування сил і засобів цивільного захисту у надзвичайних ситуаціях найбільш раціональний.

Науково-методичний апарат, що пропонується, охоплює три рівні показників оцінки варіантів рішення застосування сил і засобів цивільного захисту — загальносистемний, системний і елементний — та базується на застосуванні інформаційно-програмного середовища (ІПС) "Система багатофункціонального аналізу інформації і підтримки прийняття рішення" ("Метод аналізу ієрархій" — МАІ) [4—7]. Інтегрально-програмне середовище МАІ застосовується для вирішення практичних завдань: багатоетапного планування; аналізу, оцінки, вибору і ведення проектів; науково-технічного й економічного прогнозування; підтримки проведення конкурсів; пошуку і подолання конфліктних ситуацій; моделювання ситуацій; навчання математичним методам планування, прогнозування і прийняття рішень. Це є вдалим сполученням методології експертних оцінок, заснованої на методі прогнозного графа В.М. Глушкова й аналітичної методології, заснованої на методі аналізу ієрархічних структур Т.Сааті, і дозволяє вирішувати типові задачі.

Порівняльна оцінка варіантів

**Таблиця 1. Шкала відносної важливості факторів**

Співвідношення характеристик факторів, рівнів і альтернатив
дуже сильно перевершує аналогічну характеристику факторів, рівнів і альтернатив
сильно перевершує аналогічну характеристику факторів, рівнів і альтернатив
значно перевершує аналогічну характеристику факторів, рівнів і альтернатив
пристойно перевершує аналогічну характеристику факторів, рівнів і альтернатив
істотно перевершує аналогічну характеристику факторів, рівнів і альтернатив
середньо перевершує аналогічну характеристику факторів, рівнів і альтернатив
помірковано перевершує аналогічну характеристику факторів, рівнів і альтернатив
слабко перевершує аналогічну характеристику факторів, рівнів і альтернатив
рівнозначна аналогічній характеристиці факторів, рівнів і альтернатив
не відома або викликає сумніви порівняння факторів, рівнів і альтернатив
нижній поріг порівняння факторів, рівнів і альтернатив - несуттєво
верхній поріг порівняння факторів, рівнів і альтернатив - приголомшливо

**Таблиця 2. Показники випадкової узгодженості**

Розмір матриці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Випадкова узгодженість (P)	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

**Таблиця 3. Компоненти головного властивого вектора**

	A1	...	An	
A1	$\delta_1 \setminus \delta_1$	...	$\delta_1 \setminus \delta_n$	$(\delta_1 \setminus \delta_1) * (\delta_1 \setminus \delta_2) * \dots * (\delta_1 \setminus \delta_n)$ компоненти головного властивого вектора отримуються з цього рядка
...	.....	...	.....	.....
An	$\delta_n \setminus \delta_1$	...	$\delta_n \setminus \delta_n$	$(\delta_n \setminus \delta_1) * (\delta_n \setminus \delta_2) * \dots * (\delta_n \setminus \delta_n)$ компоненти головного властивого вектора отримуються з цього рядка

рішення на застосування сил і засобів цивільного захисту виконується методом аналізу ієрархій, вхідними даними для яких є сукупність якісних характеристик (елементний рівень), відповідно на просторово-часовому, організаційному, функціональному та економічному зрізах, які є початковими даними для системного рівня.

Просторово-часовий зріз може охоплювати такі фактори: можливості сил і засобів цивільного захисту щодо виконання завдань, можливості автономного функціонування, оперативність, готовність до вирішення завдань в установленний час та інші.

На організаційному зрізі можуть розглядатися такі фактори: відповідність змісту та структури рішення нормативним завданням, складність, адаптивність структури рішення, наявність проміжних ланок, дублювання елементів, цілісність структури, рівень централізації управління, гнучкість структури та інші.

На функціональному зрізі можуть розглядатися: відповідність функцій завданням, відповідність функціональних зв'язків щодо виконання завдань, адаптивність функцій до завдань, дублювання функцій та інші.

На економічному зрізі розглядається: вартість та ефективність змісту та структури рішення.

На кожному із зазначених зрізів розглядаються і узагальнюються зміст та структура рішення на застосування сил і засобів цивільного захисту під час реагування на надзвичайні ситуації згідно обраним альтернативним варіантам. Результати порівняння альтернативних структур на елементному рівні є початковими даними для їх порівняння на системному, а результати розрахунків на системному рівні є початковими даними для загальносистемного рівня.

Для вирішення завдання оцінки і порівняння варіантів рішення на застосування сил і засобів цивільного захисту в методі аналізу ієрархій використані задачі "Ранжування" і "Вибір". Задача "Ранжування" дозволяє одержати метризоване ранжування всіх факторів кожного рівня. Початкова інформація у вигляді шкали відносної важливості якісних показників оцінки і порівняння варіантів рішення на застосування сил і засобів цивільного захисту наведена у табл. 1 з урахуванням їх граничних значень парних порівнянь. Результатом є нормовані вектори пріоритетів за відповідним показником.

Задача "Вибір" допускає встановлення пріоритетів "варіантів альтернатив" відповідно до системи якісних показників з урахуванням думок експертів. "Варіанти" не обов'язково є взаємовиключними, а можуть мати взаємодоповнювальний характер. В основу процедур покладені алгоритми одержання Парето-оптимальних ранжувань. Результати наводяться у формі нормованих векторів пріоритетів, аналогічно задачі "Ранжування".

Вирішення завдання потребує ви-

користання поглядів експертів для порівняння альтернатив відповідно до факторів і рівнів. Підготовка до використання МАІ включає створення графі об'єкта і заповнення якісними показниками порівняння варіантів рішення на застосування сил і засобів цивільного захисту, що виконується експертами.

Послідовність вирішення цього наукового завдання включає такі пункти.

Будується ієрархія (структурний граф) якісних показників порівняння варіантів рішення на застосування сил і засобів цивільного захисту, вершиною якої є задача, мета дослідження.

Створюється множина матриць парних порівнянь для кожного нижчого рівня (по одній матриці для кожного якісного показника), який примикає до верхнього рівня. Цей фактор є направляючим по відношенню до елемента нижчого рівня. Елементи кожного рівня порівнюються один з одним відносно їх впливу на направляючий елемент. Таким чином, отримуються матриця думок експертів. Виконання цього пункту відносно завдання, яке вирішується, умовно розподіляється на три кроки.

На першому кроці з використанням суб'єктивних суджень експертів заповнюються матриці альтернатив показниками парних порівнянь відповідно до груп кожного фактора і рівня. У зв'язку з тим, що ці показники заздалегідь невідомі, суб'єктивні судження експертів чисельно оцінюються за шкалою відносної важливості. Значення пріоритетів є початковими даними для рішення задачі другого кроку. Кількість матриць відповідає кількості факторів. У роботі при рішенні задачі вона наводиться ієрархічно, матриця складається для порівняння відносної важливості показників рівнів.

На другому кроці експертами заповнюються матриці парних порівнянь рівнів і сумісно з результатами рішення задачі першого кроку розраховується матриця пріоритетів груп рівнів. Значення пріоритетів другого кроку є початковими даними для рішення задачі третього кроку. Кількість матриць дорівнює кількості рівнів. Такі матриці складаються для парних порівнянь кожної альтернати-

ви рішення на застосування сил і засобів цивільного захисту на третьому рівні по відношенню до показників другого рівня.

На третьому кроці експертами заповнюється матриця парних порівнянь за сукупністю факторів і сумісно з результатами рішення задачі другого кроку розраховується матриця пріоритетів груп рівнів.

Таким чином, обирається найбільш пріоритетна сукупність якісних показників варіантів рішення на застосування сил і засобів цивільного захисту, що характеризує можливості виконання завдань за призначенням та напрями їх підвищення. Для кожного якісного показника розраховується чисельний коефіцієнт ваги при об'єдженні [4—7]:

$$\sum_{i=1}^p I_i = 1 \quad (1),$$

де:  $I_i$  — порівняльний показник альтернатив рішення;  
 $i$  — кількість показників факторів;  
 $p$  — кількість факторів, рівнів, альтернатив.

Після проведення всіх парних порівнянь визначається коефіцієнт узгодженості для факторів, рівнів, альтернатив.

Разом з матрицею парних порівнянь отримуються міра оцінки рівня відхилення від узгодженості. Якщо такі відхилення перевищують задану межу (10%), то експерту доцільно перевірити свої рішення. Для визначення міри узгодженості ( $\lambda_{\max}$ ) спочатку додається кожний стовпець матриці рішень експерта, а потім додаток першого стовпця помножується на величину першої компоненти вектора пріоритетів, сума другого стовпчика — на другу компоненту і т. д. Тоді отримані числа додаються. Таким чином отримується величина  $\lambda_{\max}$  за формулою [4—7]:

$$\lambda_{\max l} = \sum_{i=1}^n a_1 \times X_{1l} + \sum_{i=1}^n a_2 \times X_{2l} + \dots + \sum_{i=1}^n a_n \times X_{nl} \quad (2),$$

де  $a$  — значення рішення експерта в кожному стовпці;

Таблиця 4. Вектори пріоритетів

**Таблиця 5. Зважування локальних пріоритетів**

$\delta_1 \backslash \delta_1$	...	$\delta_1 \backslash \delta_n$	$X_1$	$(\delta_1 \backslash \delta_1) * X_1 + (\delta_1 \backslash \delta_2) * X_2 + \dots + (\delta_1 \backslash \delta_n) * X_n$	$Y_1$
...	...	...	*	.....	=
$\delta_n \backslash \delta_1$	...	$\delta_n \backslash \delta_n$	$X_n$	$(\delta_n \backslash \delta_1) * X_1 + (\delta_n \backslash \delta_2) * X_2 + \dots + (\delta_n \backslash \delta_n) * X_n$	$Y_n$

Таблиця 6. Значення індексів узгодженості пропозицій експертів

за факторами	за рівнями	за альтернативами
0,028 – 0,1	0,071 – 0,09	0,02 – 0,034

$X$  — величина компоненти нормалізованого вектора пріоритетів;  
 $n$  — число стовпців (строк) (число елементів, які порівнюються);  
 $l$  — номер компоненти вектора;  
 $i = 1, n$  — число рішень.  
 Індекс узгодженості (IU) розраховується за формулою [4–7]:

$$(3),$$

де:  $n > 1$  — число елементів, які порівнюються;  
 $\lambda \max \geq n$ .  
 Відношення узгодженості експертів (OC) розраховується за формулою [4–7]:

$$0,1 > OC = \frac{IU}{P} \quad (4),$$

де  $P$  — випадкова узгодженість (табл. 2) [3; 4; 5].  
 Показники випадкової узгодженості наведені в табл. 2.  
 У деяких випадках можливо допустити значення OC не більше 20%.

Порядок обчислення даних щодо якісних показників порівняння варіантів рішення на застосування сил і засобів цивільного захисту визначається прийнятою в ІПС "МАІ" аналітичною методологією, яка заснована на методі аналізу ієрархічних структур і в подальшому дозволяє перейти від якісних до кількісних показників парних порівнянь. Результатом розрахунків є чисельні значення парних порівнянь факторів, рівнів, структур у цілому. Тому і визначаються чисельні показники парного порівняння на трьох рівнях: елементному, системному, загальносистемному. З групи матриць парних порівнянь формується сукупність локальних пріоритетів, які відображають відносний вплив множини елементів на елемент верхнього рівня. Мета — знайти рівень впливу кожного окремого елемента через "рішення" матриць, кожна з яких має зворотньо симетричні властивості. Це потребує розрахунків множини властивих векторів для кожної матриці, а потім нормалізації результату для отримання вектору пріоритетів.

Одним з кращих шляхів розрахунків властивих векторів є геометричне середнє. Це виконується множенням елементів кожного рядка і добуванням кореня  $n$ -го ступеня, де  $n$  — число елементів матриці. Отриманий таким чином стовпчик чисел нормується діленням кожного числа на додаток всіх чисел. Початковою операцією розрахунків інтегральних показників елементного рівня є ранжування елементів матриці факторів відповідно до прийнятих альтернатив рішення.

Для першого рівня ієрархії спочатку розраховуються компоненти головного властивого вектора для кожного рядка, які наведені в табл. 3 [4–7],

де:  $\delta_{ij}$  — значення порівняльного показника фактора;  
 $n$  — кількість факторів;  
 $j$  — поточний рядок матриці;  
 $i$  — поточний стовпчик матриці.

$$(5),$$

де  $a, m$  — компоненти властивого вектору кожного рядка.

Після того як компоненти властивого вектора отримані для всіх  $n$  рядків, їх сума розраховується за формулою [4–7]:

$$(6),$$

де  $P$  — сума компонентів властивих векторів.

Результат для отримання вектора пріоритетів нормується за формулою [4–7]:

$$(7),$$

де  $X_1, X_2, X_n$  — вектори пріоритетів (локальний пріоритет).

Вектори пріоритетів наведені в табл. 4.

Далі виконується зважування локальних пріоритетів для їх використання на вищому рівні ієрархії. З цієї метою множиться матриця на вектор пріоритетів (множить перший елемент рядка на перший елемент стовпця; другий елемент рядка на другий елемент стовпця), додаються ці величини та отримується одне число для даного рядка.

Зважування локальних пріоритетів наведено в табл. 5.

З матрицями всіх рівнів викону-

ються подібні розрахункові операції.

У процесі порівняльної оцінки на кожному рівні досліджень індекс узгодженості не повинен перевищувати 10%, що задовольняє вимоги випадкових узгоджень для відповідних розмірів матриці [3; 4; 5]:

Значення індексів узгодженості пропозицій експертів наведено в табл. 6.

## ВИСНОВОК

Дана методика оцінювання альтернативних рішень застосування сил і засобів цивільного захисту під час реагування на надзвичайні ситуації органами державного управління дозволяє по кожному із усієї сукупності факторів відповідно до чисельних значень якісних показників обрати найвищі з них, які відповідають рівню можливостей, що забезпечує виконання силами і засобами цивільного захисту виконання завдання за призначенням.

Подальшими напрямками наукових досліджень у цій галузі авторами вважається в створенні програмного продукту для автоматизації процесу прийняття раціонального рішення органами державного управління під час реагування на надзвичайні ситуації.

## Література:

1. Закон України від 24.06.2004 № 1859-IV "Про правові засади цивільного захисту".
2. Клименко Н.Г. Фактори, що впливають на надійність функціонування системи державного управління / НАДУ: [www.nbu.gov.ua/e-journals/Dutp/2006-2/texts/FILOSOFIYA%5C06kngsdu.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Dutp/2006-2/texts/FILOSOFIYA%5C06kngsdu.pdf).
3. Потеряйко С.П., Тищенко В.О., Гаврилко Є.В. Оцінювання ефективності функціонування органів управління МНС України у надзвичайних ситуаціях // Матеріали 10-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції "Організація управління в надзвичайних ситуаціях". Київ, 1–2 жовтня 2008 р.
4. Основи теорії оцінювання ефективності складних систем (Методологія військово-наукових досліджень): навчальний посібник. — Київ: НАОУ, 1999. — 32 с.
5. Саати Т., Кернс К. Аналітичне планування. Организация систем. — М.: Радио и связь, 1991. — 75 с.
6. Загорка О.М., Мосов С.П., Сбитнев А.І., Стужук П.І. Елементи дослідження складних систем військового призначення. — К.: НАОУ, 2005. — 99 с.
7. Ірінчук О.В. Один з підходів дослідження організаційно-функціональних структур. — К.: НАОУ, "Труди академії". — 2004. — № 54.

Стаття надійшла до редакції 10.11.2010 р.