

Неклонський І.М., ст. викл., НУЦЗУ

**ІГРОВІ МЕТОДИ ОБГРУНТУВАННЯ РІШЕНЬ ПІД ЧАС
ОРГАНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ ПІДРОЗДІЛІВ РІЗНОГО
ПІДПОРЯДКУВАННЯ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**
(представлено д-ром техн. наук. Прохачем Е.Ю.)

Для аналізу пріоритетних напрямків взаємодії при ліквідації наслідків конкретного класу надзвичайних ситуацій запропонована математична модель, яка будується за допомогою ігрових методів теорії гри та статистичних рішень

Ключові слова: взаємодія, структурно-функціональний аналіз, ігрові методи

Постановка проблеми. Відповідно [1] забезпечення реалізації державної політики у сфері цивільного захисту здійснюється єдиною державною системою цивільного захисту (ЄДСЦЗ), яка складається з функціональних і територіальних підсистем та їх ланок. Тобто ЄДСЦЗ є організаційною системою, в рамках якої взаємодіють і координують свою роботу відповідні органи управління. Ця система повинна забезпечити комплексне використання сил і засобів органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування та організацій, в тому числі і громадських, до компетенції яких входить вирішення питань захисту населення і територій від НС.

Якщо розглядати процес організації ліквідації НС як поєднання організаційно-управлінських, інженерно-технічних та оперативно-тактичних рішень, що забезпечують успіх оперативних дій по її ліквідації, то ефективність виконання задач підрозділами різного підпорядкування буде залежати, насамперед, від організації взаємодії щонайменше двох суб'єктів при відпрацюванні та реалізації цих рішень.

Організація спільних заходів складається з етапів попередньої і безпосередньої (оперативної) підготовки до їх проведення. Основною проблемою в організації спільних заходів є визначення пріоритетних напрямів взаємодії та найбільш ефективного механізму взаємодії всіх структурних елементів суб'єктів взаємодії. Визначення пріоритетних напрямів взаємодії між різними форму-

ваннями цивільного захисту у разі виникнення НС має відбуватися в процесі розробки організаційно-управлінських рішень ще на попередньому етапі під час розроблення планів взаємодії. Це потребує науково обґрунтованих пропозицій і рекомендації щодо прийняття таких рішень.

Сучасні наукові праці присвячені, перш за все, вирішенню проблем удосконалення службової та оперативної діяльності підрозділів різних міністерств і відомств як окремих систем, і поки ще не достатньо досліджені організаційні проблеми взаємодії рятувальних сил з підрозділами інших міністерств і відомств при підготовці до НС і ліквідації їх наслідків, що стримує наукове забезпечення розробки нормативно-правових та оперативних документів у цій сфері. З огляду на це, стає необхідним розглянути методологічні аспекти наукових досліджень, основна задача яких - удосконалення організаційного забезпечення взаємодії шляхом розробки механізму взаємодії між підрозділами різного підпорядкування при виникненні НС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для реалізації цього завдання в роботі [2] розглянуто комплекс базисних принципів, методів, методик, способів і засобів їх реалізації в організації та побудові науково-практичної діяльності в галузі забезпечення ефективної системи взаємодії при ліквідації НС на прикладі дослідження спільної діяльності внутрішніх військ МВС України та рятувальних сил МНС України. В роботі [3] сформований кінцевий варіант математичної моделі, яка буде описувати структурно-функціональні складові як окремої організаційної системи так і їх угруповання та організацію взаємодії структурних підрозділів такого угруповання. Це дозволяє провести структурно-функціональний аналіз системи взаємодії та визначити пріоритетні напрямки її організації при вирішенні відповідних задач серед множини НС, визначених Класифікатором надзвичайних ситуацій ДК019:2010. Але під час подальшого аналізу пріоритетних напрямків взаємодії при ліквідації наслідків конкретного класу НС з'являється ряд факторів, параметри яких невідомі, і відсутні дані, які дозволяють визначити які з них більше, а які менше ймовірні.

Постановка завдання та його вирішення. Для подальшого аналізу пріоритетних напрямків взаємодії при ліквідації наслідків конкретного класу НС пропонується застосувати ігрові методи обґрунтування рішень [4], які дозволять глибше проаналізу-

Ігрові методи обґрунтування рішень під час організації взаємодії підрозділів різного підпорядкування при ліквідації надзвичайних ситуацій

вати ситуацію і на основі цього прийняти якщо не оптимальне, то, принаймні, до кінця продумане рішення. Щоб зробити можливим математичний аналіз взаємодії двох суб'єктів, доцільно побудувати відповідну математичну модель (гру) [4].

Вибір одного з варіантів дій суб'єктами взаємодії будемо вважати змішаними стратегіями гравців A і B та, відповідно, визначимо $S_A = (p_1, p_2, \dots, p_m)$, $S_B = (q_1, q_2, \dots, q_n)$, де p_1, p_2, \dots, p_m - ймовірності застосування гравцем A стратегій A_1, A_2, \dots, A_m ; q_1, q_2, \dots, q_n - ймовірності застосування гравцем B стратегій B_1, B_2, \dots, B_n .

Тоді, відповідно до основної теореми теорії ігор [4], люба кінцева гра двох суб'єктів з нульовою сумою має, як найменше, одно рішення – пару оптимальних стратегій, в загальному випадку змішаних (S_A^*, S_B^*) , і відповідну ціну v . Властивості пари оптимальних стратегій (S_A^*, S_B^*) , що утворюють рішення гри, дають можливість стверджувати, що при $v = 0$ гра стає вигідною для обох учасників.

Застосування відповідного математичного апарату під час аналізу структурно-функціональної моделі організації взаємодії [3] дозволяє сформулювати гру $m \times n$ з матрицею A

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Якщо всі виграші a_{ij} позитивні, то і ціна гри, тобто середній виграш при оптимальній стратегії, теж позитивний: $v > 0$. Рішенням такої гри будуть дві оптимальні стратегії $S_A^* = (p_1 + p_2 + \dots + p_m)$, $S_B^* = (q_1 + q_2 + \dots + q_n)$, які дають кожній стороні максимально можливий виграш (мінімальний програш).

Знайдемо спочатку S_A^* . Якщо гравець A застосує свою оптимальну стратегію, то в будь-якому випадку його виграш буде не менше, ніж v

$$\begin{cases} a_{11} \cdot p_1 + a_{21} \cdot p_2 + \dots + a_{m1} \cdot p_m \geq v; \\ a_{21} \cdot p_1 + a_{22} \cdot p_2 + \dots + a_{m2} \cdot p_m \geq v; \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{1n} \cdot p_1 + a_{2n} \cdot p_2 + \dots + a_{mn} \cdot p_m \geq v. \end{cases} \quad (2)$$

Розділимо нерівності (2) на величину ν і введемо позначення

$$x_1 = \frac{p_1}{\nu}, x_2 = \frac{p_2}{\nu}, \dots, x_m = \frac{p_m}{\nu} \quad (3)$$

Тоді умови (2) приймуть вигляд

$$\begin{cases} a_{11} \cdot x_1 + a_{21} \cdot x_2 + \dots + a_{m1} \cdot x_m \geq 1; \\ a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + \dots + a_{m2} \cdot x_m \geq 1; \\ \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\ a_{1n} \cdot x_1 + a_{2n} \cdot x_2 + \dots + a_{mn} \cdot x_m \geq 1, \end{cases} \quad (4)$$

де $x_1 + x_2 + \dots + x_m \geq 0$

З урахуванням значень (3) і того, що $p_1 + p_2 + \dots + p_m = 1$, змінні x_1, x_2, \dots, x_m задовольняють умовам

$$x_1 + x_2 + \dots + x_m = \frac{1}{\nu} \quad (5)$$

Так як ν - гарантований виграш, то, природно, гравець хоче зробити його максимальним, тобто значення $\frac{1}{\nu}$ мінімальним.

Таким чином, задача рішення гри приведена до математичної задачі: знайти невід'ємні значення змінних x_1, x_2, \dots, x_m , які будуть задовольняти лінійним нерівностям (4) та звертати в мінімум лінійну функцію цих змінних

$$L = x_1 + x_2 + \dots + x_m \Rightarrow \min \quad (6)$$

Таким чином, задача рішення гри *mхn* звелась до задачі лінійного програмування. Геометрична інтерпретація умови $L \Rightarrow \min$ дозволяє побудувати область допустимих рішень та визначити оптимальне рішення.

Оптимальна стратегія гравця B знаходиться аналогічно, з тою різницею, що B буде мінімізувати виграш.

Запропонований підхід дозволить удосконалити організаційне забезпечення розробки оперативних документів у сфері взаємо-

дії , а також може бути використаний під час розробки відповідних систем підтримки прийняття рішень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України // Офіційний вісник України - 2012 р. - № 89 – С. 9.
2. Кириченко І. О. Методологічні засади розробки механізму взаємодії між рятувальними формуваннями сил цивільного захисту МНС України та підрозділами внутрішніх військ МВС України при виникненні надзвичайних ситуацій. / Кириченко І.О., Неклонський І.М. // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України. –2011. - Вип. 14.– С. 84 - 97.
3. Неклонський І.М. Структурно-функціональна модель організації взаємодії організаційних систем при ліквідації надзвичайних ситуацій. / Неклонський І.М., Єлізаров О.В. // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України. –2012. - Вип. 16.– С. 69 - 81.
4. Венцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. / Венцель Е.С. - М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 208 с.

Неклонский И.М.

Игровые методы обоснования решений при организации взаимодействия подразделений разного подчинения при ликвидации чрезвычайных ситуаций

Для анализа приоритетных направлений взаимодействия при ликвидации последствий конкретного класса чрезвычайных ситуаций предложена математическая модель, которая составляется с помощью игровых методов теории игр и статистических решений

Ключевые слова: взаимодействие, структурно-функциональный анализ, игровые методы

Neklonsky I.M.

Gaming techniques inform decisions in the organization of interaction of different departments subordination in liquidation of emergency situations

For the analysis of priority areas of cooperation in the aftermath of a particular class of emergency mathematical model, which is made by means of game theory methods of games and statistical decisions

Key words: interaction, structural and functional analysis, gaming methods