

УДК 311.4

А.С. Рогозін, С.О. Склярів

Національний університет цивільного захисту України, Харків

## ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАЛУЧЕННЯ СИЛ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

В статті розглянуто процес ліквідації наслідків реалізації загроз природного та техногенного характеру на території України. На основі теоретичних досліджень та аналізу емпіричних даних «Урядової інформаційно-аналітичної системи виникнення надзвичайних ситуацій» визначено вид та параметри закону розподілу залучення сил цивільного захисту для ліквідації наслідків реалізації загроз природного та техногенного характеру на території України.

**Ключові слова:** загрози, реалізація, надзвичайна ситуація, закон розподілу, сили.

### Вступ

**Постановка проблеми.** В умовах активних змін, як в якісному, так і кількісному складі сил та засобів цивільного захисту [1 – 3], кризового стану ключових елементів інфраструктури країни, гостро стоять питання оптимального використання ресурсів, призначених для ліквідації надзвичайних ситуацій різного характеру.

Одним з перспективних напрямків забезпечення ефективного використання ресурсів в сфері цивільного захисту є оптимальне їх розміщення на території країни в залежності від інтенсивності реалізації небезпек різного характеру та масштабності їх наслідків. Оптимізацію кількісного та якісного складу сил цивільного захисту потрібно здійснювати на основі аналізу моделей процесів виникнення та ліквідації надзвичайних ситуацій на території регіонів країни.

Ключовим питанням при побудові моделей виникнення та ліквідації надзвичайних ситуацій на території адміністративно-територіальних одиниць є формалізація законів реалізації небезпек різного характеру та масштабності їх наслідків.

Отже оцінка та формалізація залучення сил для ліквідації наслідків реалізації загроз природного та техногенного характеру на території України є важливою та актуальною науковою задачею.

**Аналіз літератури.** Моделі виникнення та ліквідації надзвичайних ситуацій на території адміністративно-територіальних одиниць представлені в [1 – 2]. Методологія оцінки та моделювання величин стохастичної природи викладена в [3 – 4]. Оцінці загроз природного та техногенного характеру за інтегральним показником присвячена робота [5]. Групування регіонів України за показниками що характеризують територіальні особливості регіонів, інтенсивність реалізації загроз та масштабність їх наслідків розглядалися в роботах [6 – 7]. Питання формалізації залучення сил та засобів цивільного захисту при ліквідації надзвичайних ситуацій різно-

го характеру на території України не розглядалися.

**Постановка завдання.** Метою статті є визначення на основі теоретичних досліджень та аналізу емпіричних даних «Урядової інформаційно-аналітичної системи виникнення надзвичайних ситуацій» закон розподілу залучення сил та засобів цивільного захисту до ліквідації надзвичайних ситуацій на території України.

### Основна частина

На масштабність наслідків надзвичайних ситуацій і відповідно на об'єм ресурсів залучених до їх ліквідації впливає збіг різноманітних чинників, як детермінованого так і випадкового характеру, що дає підстави розглядати кількість сил та засобів, що залучається для ліквідації надзвичайних ситуацій, як випадкову величину. На основі аналізу емпіричних даних «Урядової інформаційно-аналітичної системи виникнення надзвичайних ситуацій» визначимо закон розподілу залучення сил та засобів цивільного захисту для ліквідації надзвичайних ситуацій різного характеру. В табл.1 представлено статистичні данні залучення особового складу сил цивільного захисту.

Таблиця 1

Статистичні дані залучення особового складу

| Залучення о/с | Кількість випадків | Залучення о/с | Кількість випадків |
|---------------|--------------------|---------------|--------------------|
| 0-10          | 77                 | 200-210       | 1                  |
| 10-20         | 35                 | 210-250       | 1                  |
| 20-30         | 29                 | 260-350       | 2                  |
| 30-40         | 26                 | 350-360       | 1                  |
| 40-50         | 6                  | 410-420       | 1                  |
| 50-60         | 4                  | 420-430       | 1                  |
| 60-70         | 3                  | 470-480       | 2                  |
| 70-80         | 8                  | 580-590       | 1                  |
| 80-90         | 4                  | 840-850       | 1                  |
| 110-120       | 2                  | 850-860       | 1                  |
| 160-170       | 1                  | 1000-1010     | 1                  |
| 170-180       | 1                  | 1750-1760     | 1                  |
| 180-190       | 1                  | 8370-8380     | 1                  |

В представленій вибірці спостерігається дуже значний розмах коливань випадкової величини, це обумовлено тим, що у вибірці присутні данні про надзвичайні ситуації які відбувались на території декількох регіонів і відповідно для цілей побудови моделі залучення особового складу в регіонах не придатні.

Уточненні дані залучення особового складу представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Дані залучення особового складу до ліквідації надзвичайних ситуацій

| Залучення о/с | Кількість випадків | Залучення о/с | Кількість випадків | Залучення о/с | Кількість випадків | Залучення о/с | Кількість випадків |
|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|
| 3             | 18                 | 16            | 1                  | 30            | 3                  | 49            | 1                  |
| 4             | 13                 | 17            | 1                  | 31            | 4                  | 51            | 1                  |
| 5             | 12                 | 18            | 4                  | 32            | 5                  | 52            | 1                  |
| 6             | 7                  | 19            | 4                  | 34            | 3                  | 54            | 1                  |
| 7             | 6                  | 22            | 4                  | 35            | 3                  | 58            | 1                  |
| 8             | 8                  | 23            | 1                  | 36            | 4                  | 64            | 1                  |
| 9             | 11                 | 24            | 1                  | 37            | 1                  | 70            | 2                  |
| 10            | 2                  | 24            | 1                  | 38            | 4                  | 71            | 4                  |
| 11            | 4                  | 25            | 4                  | 39            | 1                  | 78            | 3                  |
| 12            | 4                  | 26            | 2                  | 40            | 1                  | 80            | 1                  |
| 13            | 4                  | 27            | 1                  | 41            | 2                  | 81            | 2                  |
| 14            | 5                  | 28            | 5                  | 45            | 2                  | 82            | 1                  |
| 15            | 7                  | 29            | 2                  | 48            | 1                  | 86            | 1                  |

Проведемо оцінку кількісних характеристик статистичного розподілу, наведеного в табл. 2.

Середнє арифметичне

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1)$$

де  $x_i$  – значення випадкової величини;  
 $n$  – кількість спостережень.

Вибіркову дисперсію

$$\delta^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2. \quad (2)$$

Стандартне відхилення

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}. \quad (3)$$

Стандартну помилку середнього

$$S_x = \frac{\delta}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

Коефіцієнт варіації

$$V_x = \frac{\delta}{\bar{X}} \cdot 100\%, \quad (5)$$

обчислимо також коефіцієнт асиметрії ( $A_x$ ) та ексцес ( $E_x$ ) при розбитті статистичних даних на 10 інтервалів.

Результати розрахунків кількісних характеристик випадкової величини «кількість особового складу залученого до ліквідації надзвичайних ситуацій» представлено в табл. 3.

Таблиця 3

Кількісні характеристики випадкової величини «кількість особового складу залученого до ліквідації надзвичайних ситуацій»

| $\bar{X}$ | $\delta^2$ | $\delta$ | $S_x$ | $V_x$ | $A_x$ | $E_x$ |
|-----------|------------|----------|-------|-------|-------|-------|
| 22.098    | 411.1      | 20.276   | 1.456 | 91.8  | 1.42  | 1.51  |

На рис. 1 представлено данні, наведені в табл. 1, у вигляді гістограми.

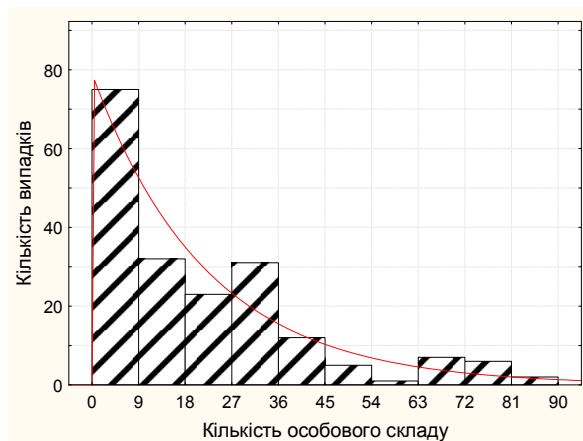


Рис. 1. Гістограма залучення особового складу цивільного захисту до ліквідації надзвичайних ситуацій

Кількісні характеристики випадкової величини та аналіз гістограми на рис. 1 дає підстави у якості гіпотези закону розподілу залучення особового складу до ліквідації надзвичайних ситуацій обрати показовий закон.

Перевірка гіпотези про розподілення випадкової величини, «кількість особового складу залученого до ліквідації надзвичайних ситуацій», за показовим законом здійснювалась за допомогою критерію К. Пірсона  $\chi^2$ :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(m_i - np_i)^2}{np_i}, \quad (5)$$

де  $p_i$  – ймовірність за показовим законом випадків залученого особового складу до ліквідації надзвичайних ситуацій для  $i$ -го інтервалу;

$m_i$  – кількість випадків залучення особового складу до ліквідації надзвичайних ситуацій в  $i$ -му інтервалі.

Показовий закон має один параметр і кількість ступенів свободи, визначається наступним чином:

$$df = w - c, \quad (6)$$

де  $w$  – кількість розрядів статистичного розподілу;

$c$  – кількість накладених зв'язків, для нашого випадку будемо враховувати перші два моменти і відповідно кількість зв'язків буде дорівнювати 3.

В табл. 4 наведено данні щодо результатів перевірки відповідності емпіричного розподілу (табл. 2) показового закону.

Таблиця 4

## Результати перевірки

| Кількість НС                   | Емпіричний розподіл | Розподіл за законом Пуассона |
|--------------------------------|---------------------|------------------------------|
| 0-5                            | 43                  | 39.3                         |
| 5-10                           | 34                  | 31.3                         |
| 10-15                          | 24                  | 24.9                         |
| 15-20                          | 11                  | 19.9                         |
| 20-25                          | 15                  | 15.9                         |
| 25-30                          | 13                  | 12.7                         |
| 30-35                          | 17                  | 10.1                         |
| 35-40                          | 11                  | 8.1                          |
| 40-45                          | 5                   | 6.41                         |
| 45-50                          | 2                   | 5.11                         |
| 50-55                          | 3                   | 4.1                          |
| 55-60                          | 1                   | 3.3                          |
| 60-65                          | 1                   | 2.6                          |
| 65-70                          | 2                   | 2.1                          |
| 70-75                          | 4                   | 1.7                          |
| 75-80                          | 4                   | 1.3                          |
| 80-85                          | 3                   | 1.1                          |
| 85-90                          | 1                   | 0.8                          |
| $\lambda$                      | 0.04525309          |                              |
| $\chi^2$                       | 14.609              |                              |
| P – рівень значимості критерію | 0.20111             |                              |

З отриманих результатів в табл. 4 можна побачити, що критерій Пірсона приймає невелике значення, при відносно високому рівні значимості, що дозволяє не відкидати гіпотезу про розподіл випадкової величини «кількість особового складу залученого до ліквідації надзвичайних ситуацій» за показовим законом.

## Висновки

Встановлення виду та параметрів закону розподілу залучення особового складу цивільного захисту для ліквідації надзвичайних ситуацій дозволить будувати моделі залучення сил з більш високим рівнем адекватності та підвищити ефективність здійснення функцій регулювання та координації в процесі управління в сфері цивільного захисту.

## Список літератури

1. Ямалов И.У. Концептуальное моделирование процессов возникновения и развития чрезвычайных ситуаций / И.У. Ямалов // Информационные технологии: науч.-техн. и науч.-произв. журн. – 2006. – Вып. № 7. – С. 54-57.
2. Рогозин А.С. Математична модель ліквідації надзвичайних ситуацій/ А.С. Рогозин, В.С. Хоменко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: НУЦЗУ, 2011. – Вип. 14. – С. 143-147.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1962. – 564 с.
4. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.
5. Боровков А.А. Математическая статистика: оценка параметров, проверка гипотез / А.А. Боровков. – М.: Физматлит, 1984. – 472 с.
6. Інтегральна система безпеки регіонів України, як складова державної територіально-часової параметричної системи. Принцип комплексної оцінки небезпеки / Є.М. Грінченко, О.Ю. Кірючкін, В.В. Тютюник [та ін.] // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: УЦЗУ, 2008. – Вип. 7. – С. 58-71.
7. Комплексні показники оцінювання стану природно-техногенної небезпеки / В.А. Андронов, Ю.П. Бабков, В.В. Тютюник [та ін.] // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: НУЦЗУ, 2010. – Вип. 12. – С. 9-20.
8. Розподіл регіонів України за рівнем реалізації загроз природного, техногенного та соціально-політичного характеру / А.С. Рогозин, В.С. Хоменко, Ю.М. Райз // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: НУЦЗУ, 2012. – Вип. 16. – С. 95-106.

Надійшла до редколегії 12.12.2013

Рецензент: д-р техн. наук О.М. Соболев, Національний університет цивільного захисту України, Харків.

### ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ СИЛ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ

А.С. Рогозин, С.А. Складаров

В статье рассмотрен процесс ликвидации последствий реализации угроз естественного и техногенного характера на территории Украины. На основе теоретических исследований и анализа эмпирических данных «Правительственной информационно-аналитической системы возникновения чрезвычайных ситуаций» определен вид и параметры закона распределения привлечения сил гражданской защиты для ликвидации последствий реализации угроз естественного и техногенного характера на территории Украины.

**Ключевые слова:** угрозы, реализация, чрезвычайная ситуация, закон распределения, силы.

### FORMALIZATION OF ATTRACTING FORCES OF CIVIL PROTECTION TO EMERGENCY SITUATIONS ON THE TERRITORY OF UKRAINE

A.S. Rogozin, S.A. Sklyarov

The article describes the process of eliminating the consequences of threats to the natural and technogenic character on the territory of Ukraine. On the basis of theoretical research and analysis of empirical data "Government information-analytical system of emergency" is defined the type and parameters of the distribution law of attraction civil defense forces to eliminate the consequences of threats to the natural and technogenic character on the territory of Ukraine.

**Keywords:** threats, implementation, emergency, law distribution, force.