

УДК 311.4

А.С. Рогозін, Р.Т. Левченко

Національний університет цивільного захисту України, Харків

АНАЛІЗ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ НА ТЕРИТОРІЇ КИЇВСЬКОЇ, ХАРКІВСЬКОЇ, ЛУГАНСЬКОЇ, ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ

В статті розглянуто процес ліквідації наслідків реалізації загроз природного та техногенного характеру на території Київської, Харківської, Луганської, Одеської областей. На основі емпіричних даних «Урядової інформаційно-аналітичної системи виникнення надзвичайних ситуацій» визначено параметри закону розподілу часу ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

Ключові слова: загрози, час, надзвичайна ситуація, ліквідація, закон, розподіл.

Вступ

Постановка проблеми. Для визначення оптимальної кількості сил цивільного захисту на території необхідно, по-перше, мати уявлення про інтенсивність реалізації небезпек на території, по-друге, мати знання про розподіл часу ліквідації деструктивних подій, по-третє, мати уявлення про математичне очікування кількості сил та засобів, які залучаються до ліквідації надзвичайних ситуацій. Всі названі змінні мають стохастичну природу і для визначення параметрів розподілу потребують використовувати статистичні підходи.

Саме час залучення сил та засобів в процесі ліквідації НС здійснює найбільший вплив на ймовірність того що на території буде залучена до ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (НС) певна кількість сил цивільного захисту [1]. Суттєві розбіжності в наслідках реалізації загроз природного та техногенного характеру в різних регіонах країни обумовлюють розглядати час залучення сил та засобів цивільного захисту окремо для кожного регіону.

Отже оцінка та формалізація процесу залучення сил та засобів цивільного захисту до ліквідації наслідків реалізації загроз природного та техногенного характеру в регіонах є важливою та актуальною науковою задачею.

Аналіз літератури. Групування регіонів України за показниками що характеризують територіальні особливості регіонів, інтенсивність реалізації загроз та масштабність їх наслідків розглядалися в роботі [2]. Формалізація процесу реалізації загроз природного та техногенного характеру в регіонах України присвячені роботи [3, 4]. Формалізації залучення сил цивільного захисту для ліквідації надзвичайних ситуацій на території України присвячена робота [5]. Питання формалізації законів розподілу тривалості залучення сил та засобів цивільного захисту в процесі ліквідації наслідків реалізації загроз природного та техногенного характеру на території Київської, Луганської, Одеської, Харківської областей не розглядалися.

Постановка завдання. Метою статті є представлення результатів дослідження законів розподілу випадкової величини «часу ліквідації надзвичайних ситуацій». В роботі [2] було здійснено розподіл регіонів України на три групи за показниками що характеризують територіальні особливості регіонів, інтенсивність реалізації загроз та масштабність їх наслідків. В групу регіонів з високим ступенем реалізації загроз увійшли наступні адміністративні одиниці: АР Крим, Львівська, Миколаївська, Ів. Франківська, Херсонська області.

На основі аналізу емпіричних даних «Урядової інформаційно-аналітичної системи з питань надзвичайних ситуацій» визначимо параметри закону розподілу часу ліквідації НС.

Основна частина

В [1, 6] визначено, що час ліквідації надзвичайних подій має розподіл за показовим законом. Отже в якості гіпотези щодо закону розподілу часу ліквідації надзвичайних ситуацій доцільно обрати показовий закон.

В табл. 1 представлені статистичні данні щодо часу ліквідації НС на території областей, за останні сім років.

Таблиця 1

Статистичні дані ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій

| Час ліквідації надзвичайних ситуацій днів | | | | | | | |
|---|-----|-----|----|----|-----|----|----|
| Одеська область | | | | | | | |
| 1 | 0 | 3 | 21 | 0 | 0 | 26 | 8 |
| 0 | 0 | 31 | 7 | 1 | 0 | 0 | 6 |
| 0 | 153 | 8 | 4 | 15 | 3 | 25 | 10 |
| 4 | 20 | 0 | 37 | 3 | 39 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 5 | 21 | 23 | 12 | 23 | 1 |
| 92 | 12 | 27 | 0 | 16 | 10 | 0 | 10 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 5 | 3 | 1 | 0 |
| 50 | 1 | 56 | 1 | 0 | 193 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 116 | 1 | 74 | 31 | 22 | 0 |
| 22 | 33 | 14 | 34 | 0 | 4 | 8 | 0 |
| 1 | 0 | 6 | | | | | |

Закінчення табл. 1

| Час ліквідації надзвичайних ситуацій діб | | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Київська область | | | | | | | | |
| 6 | 3 | 1 | 7 | 1 | 0 | 12 | 5 | 0 |
| 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 9 |
| 6 | 1 | 25 | 0 | 2 | 0 | 0 | 6 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 6 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 7 | 8 | 0 | 6 | 0 | 0 | 1 | 6 | 0 |
| 11 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 6 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 7 | 12 | 0 |
| 1 | 16 | 7 | 1 | 18 | 6 | 0 | 5 | 0 |
| 0 | 8 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 15 | 0 |
| 28 | 0 | 0 | 0 | 16 | 13 | 9 | 13 | 30 |
| 0 | 21 | 0 | 2 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Луганська область | | | | | | | | |
| 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 7 | 0 |
| 1 | 30 | 1 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 6 | 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 10 | 4 | 0 | 1 | 10 |
| 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 8 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | 10 | 0 | 0 | 2 | 0 | 37 | 0 |
| 8 | 0 | 9 | 9 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 16 | 16 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 12 | 7 | 6 | 7 |
| 0 | 12 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | 2 | 9 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | |
| 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | |
| 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| 0 | 27 | 0 | 0 | 12 | 31 | 6 | 2 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 17 | |
| Харківська область | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 9 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 20 | 1 | 6 |
| 1 | 1 | 63 | 16 | 19 | 10 | 14 | 28 | 12 |
| 15 | 0 | 40 | 0 | 25 | 11 | 15 | 0 | 17 |
| 9 | 16 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 5 | 16 | 18 | 21 | 0 | 13 |
| 50 | 0 | 1 | 10 | 0 | 6 | 15 | 12 | 18 |
| 12 | 1 | 44 | 11 | 8 | 14 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 8 | 1 | 3 | |
| 26 | 14 | 13 | 9 | 0 | 2 | 0 | 1 | |
| 35 | 1 | 0 | 25 | 19 | 0 | 0 | 17 | |
| 3 | 5 | 8 | 0 | 1 | 19 | 13 | 0 | |
| 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 15 | 9 | 15 | 63 | 11 | 2 | 90 | 31 | |
| 59 | 32 | 22 | 40 | 0 | 14 | 0 | 18 | |

Проведемо оцінку кількісних характеристик статистичних даних наведених в табл. 1.

Середнє арифметичне

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

де x_i – тривалість ліквідації i -ої надзвичайної ситуації;

n – кількість надзвичайних ситуацій.

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

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

Результати розрахунків кількісних характеристик випадкової величини «час ліквідації надзвичайних ситуацій» представлено в табл. 2.

Таблиця 2

Кількісні характеристики випадкової величини «час ліквідації надзвичайних ситуацій»

| Область | \bar{X} | δ^2 | δ | S_x |
|------------|-----------|------------|----------|-------|
| Одеська | 16,8 | 1369,3 | 37,01 | 3,84 |
| Київська | 3,6 | 42,7 | 6,53 | 0,59 |
| Луганська | 3,1 | 37,5 | 6,13 | 0,51 |
| Харківська | 12,3 | 393,3 | 19,83 | 1,75 |

Перевірка гіпотези про розподілення випадкової величини, «час ліквідації надзвичайних ситуацій», за показовим законом, здійснювалась за допомогою критерію К. Пірсона χ^2 .

В табл. 3 наведено данні щодо результатів перевірки відповідності емпіричних розподілів (табл. 1) показовому закону.

Таблиця 3

Результати перевірки

| Час ліквідації НС діб | Емпіричний розподіл | Розподіл за показовим законом |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Київська область | | |
| 0 – 5 | 88 | 90,56847 |
| 5 – 10 | 22 | 24,41808 |
| 10 – 15 | 6 | 6,58334 |
| 15 – 20 | 3 | 1,77493 |
| 25 – 30 | 2 | 0,47854 |
| 30 – 35 | 2 | 0,12902 |
| 35 – 40 | 1 | 0,03478 |
| 40 – 45 | 0 | 0,01284 |
| λ | 0,26215644 | |
| χ^2 | 3,07104 | |
| P – рівень значимості критерію | 0,07970 | |
| Луганська область | | |
| 0 – 5 | 112 | 115,2127 |

Закінчення табл. 3

| | | |
|--------------------------------|------------|----------|
| 1 | 2 | 3 |
| 5 – 10 | 23 | 24,2951 |
| 10 – 15 | 4 | 5,1232 |
| 15 – 20 | 3 | 1,0803 |
| 25 – 30 | 0 | 0,2278 |
| 30 – 35 | 2 | 0,0480 |
| 35 – 40 | 1 | 0,0101 |
| 40 – 45 | 1 | 0,0021 |
| λ | 0,31130063 | |
| χ^2 | 3,28859 | |
| P – рівень значимості критерію | 0,06976 | |
| Харківська область | | |
| 0 – 10 | 80 | 62,50000 |
| 10 – 20 | 30 | 23,43750 |
| 30 – 40 | 7 | 5,46875 |
| 40 – 50 | 5 | 3,90625 |
| 50 – 60 | 2 | 1,56250 |
| 60 – 70 | 1 | 0,78125 |
| 70 – 80 | 2 | 1,56250 |
| 80 – 90 | 0 | 0,00000 |
| 90 – 100 | 1 | 0,78125 |
| λ | 0,09674981 | |
| χ^2 | 3,99097 | |
| P – рівень значимості критерію | 0,13595 | |
| Одеська область | | |
| 0 – 20 | 71 | 76,34409 |
| 20 – 40 | 15 | 16,12903 |
| 40 – 60 | 2 | 2,15054 |
| 60 – 80 | 1 | 1,07527 |
| 80 – 100 | 1 | 1,07527 |
| 100 – 120 | 1 | 1,07527 |
| 120 – 140 | 0 | 0,00000 |
| 140 – 160 | 1 | 1,07527 |
| 160 – 180 | 0 | 0,00000 |
| 180 – 200 | 1 | 1,07527 |
| λ | 0,06714801 | |
| χ^2 | 2,90031 | |
| P – рівень значимості критерію | 0,42857 | |

Отримані результати вказують, що критерій Пірсона приймає невелике значення, при достатньо високому рівні значимості, що дозволяє для розглянутих регіонів не відкидати гіпотезу про розподіл часу ліквідації НС за показовим законом.

Висновки

Встановлення параметрів закону розподілу часу ліквідації НС природного та техногенного характеру дає можливість визначати ймовірності знаходження сил цивільного захисту в стані ліквідації різної кількості надзвичайних ситуацій на території адміністративно-територіальних одиниць та будувати оптимізаційні моделі розподілу сил по території України та нарощування групування сил для ліквідації надзвичайних ситуацій державного рівня.

Список літератури

1. Красавин А.В. *Нормирование ресурсов пожарной охраны* / А.В. Красавин. – М.: Эко-Пресс, 2009. – 194 с.
2. Розподіл регіонів України за рівнем реалізації загроз природного, техногенного та соціально-політичного характеру / А.С. Рогозін, В.С. Хоменко, Ю.М. Райз // *Проблеми надзвичайних ситуацій*. – Х.: НУЦЗУ, 2012. – Вип. 16. – С. 95-106.
3. Формалізація реалізації загроз природного та техногенного характеру в регіонах з високим рівнем техногенного навантаженням / А.С. Рогозін, В.С. Хоменко, Ю.М. Райз // *Проблеми надзвичайних ситуацій*. – Х.: НУЦЗУ, 2013. – Вип. 17. – С. 138-145.
4. Рогозін А.С. *Аналіз реалізації загроз природного та техногенного характеру на території Донецької області* / А.С. Рогозін // *Зб. наукових праць ХУПС*. – 2013. – Вип. 2(35). – С. 206-208.
5. Рогозін А.С. *Формалізація залучення сил цивільного захисту для ліквідації надзвичайних ситуацій на території України* / А.С. Рогозін, С.О. Скляр // *Системи обробки інформації*. – 2014. – Вип. 1(117). – С. 241-243.
6. *Безопасность городов: имитационное моделирование городских процессов и систем* / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, П. Вагнер [и др.]; – М.: изд. «ФАЗИС», 2004. – 172 с.

Надійшла до редколегії 12.06.2014

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

АНАЛИЗ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА ТЕРРИТОРИИ КИЕВСКОЙ, ХАРЬКОВСКОЙ, ЛУГАНСКОЙ, ОДЕССКОЙ ОБЛАСТЕЙ

А.С. Рогозин, Р.Т. Левченко

В статье рассмотрен процесс ликвидации последствий реализации угроз природного и техногенного характера на территории Киевской, Харьковской, Луганской, Одесской областей. На основе эмпирических данных «Правительственной информационно-аналитической системы возникновения чрезвычайных ситуаций» определены параметры закона распределения времени ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Ключевые слова: угрозы, время, чрезвычайная ситуация, ликвидация, закон, распределение.

ANALYSIS THE ELIMINATION EMERGENCY SITUATIONS OF NATURAL AND TECHNOGENIC CHARACTER IN THE KIEV, KHARKOV, LUGANSK, ODESSA REGION

A.S. Rogozin, R.T. Levchenko

The article deals with the process of liquidation of consequences of threats of natural and technogenic character in the Kiev, Kharkov, Lugansk, Odessa regions. Based on empirical data "government information-analytical system of emergency" the parameters of the distribution in time of natural disaster and technogenic character.

Keywords: threats, time, emergency, liquidation, law distribution.