

УДК 311.4

А.С. Рогозін

Національний університет цивільного захисту України, Харків

## АНАЛІЗ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАГРОЗ ПРИРОДНОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ НА ТЕРИТОРІЇ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

В статті розглянуто процес реалізації загроз природного та техногенного характеру на території Донецької області. На основі теоретичних досліджень та аналізу емпіричних даних «Урядової інформаційно-аналітичної системи виникнення надзвичайних ситуацій» визначено вид та параметри закону розподілу реалізації загроз природного та техногенного характеру на території Донецької області.

**Ключові слова:** загрози, реалізація, надзвичайна ситуація, закон, розподіл.

### Вступ

**Постановка проблеми.** В умовах кризових процесів в економіці, питання ефективного використання ресурсів держави, в тому числі і на забезпечення цивільного захисту населення та територій, набувають особливої гостроти.

Одним з основних критеріїв ефективності використання ресурсів, направлених на забезпечення належного рівня цивільного захисту, є адекватність ресурсного забезпечення функцій цивільного захисту відповідним загрозам природного та техногенного характеру на території регіонів країни.

Отже оцінка та формалізація процесу реалізації загроз природного та техногенного характеру в регіонах є важливою та актуальною науковою задачею.

**Аналіз літератури.** Методологія оцінки та моделювання величин стохастичної природи викладена в [1 – 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 законів розподілу реалізації загроз природного та техногенного характеру на території Донецької області не розглядалися.

**Метою статті** є визначення на основі теоретичних досліджень та аналізу емпіричних даних «Урядової інформаційно-аналітичної системи виникнення надзвичайних ситуацій» закони розподілу реалізації загроз природного та техногенного характеру на території Донецької області.

### Основна частина

В роботі [7] було здійснено розподіл регіонів України на три групи за показниками що характеризують територіальні особливості регіонів, інтенсивність реалізації загроз та масштабність їх наслідків.

Проведений аналіз показав, що серед всіх регіонів країни найбільша напруженість обстановки за

означеними показниками спостерігається в Донецькій області, що вимагає розглядати реалізацію загроз на цій території окремо від решти регіонів.

Виникнення надзвичайної ситуації (НС) обумовлено впливом збігу різноманітних чинників, як детермінованого так і випадкового характеру, що дає підстави розглядати виникнення надзвичайних ситуацій на інтервалі часу, як випадкову величину.

На основі теоретичних досліджень та аналізу емпіричних даних з «Урядової інформаційно-аналітичної системи виникнення надзвичайних ситуацій» визначимо закон розподілу реалізації загроз природного та техногенного характеру на території Донецької області.

Для обґрунтування гіпотези про закон розподілу зробимо припущення, що випадкове розподілення виникнення надзвичайних ситуацій задовольняє наступним умовам.

1. Виходячи з результатів аналізу виникнення надзвичайних ситуацій [8] ймовірність виникнення надзвичайної ситуації на відрізку часу  $t$  залежить тільки від його довжини.

Моменти реалізації загроз різного характеру розташовані з деякою постійною щільністю  $\lambda$ , ймовірність попадання на малу ділянку  $\Delta t$  двох і більше випадків виникнення надзвичайних ситуацій є невеликою в порівнянні з ймовірністю виникнення одного випадку виникнення надзвичайної ситуації.

2. Моменти виникнення надзвичайних ситуацій розподіляються на осі часу незалежно один від одного.

Знайдемо ймовірність ( $P_k$ ) того, що за відрізок довжиною  $h$  осі часу, відбудеться рівно  $k$  випадків виникнення надзвичайних ситуацій.

Розглянемо на осі часу малу ділянку  $\Delta t$ . Математичне очікування кількості надзвичайних ситуацій, що можуть виникнути за цей час, буде дорівнювати  $\lambda \Delta t$ . Згідно з умовою 1 для малої ділянки  $\Delta t$  можна знехтувати можливістю виникнення на цій ділянці двох та більше випадків виникнення надзвичайних ситуацій.

Відповідно ймовірність виникнення в  $\Delta t$  рівно одного випадку виникнення надзвичайної ситуації

наближено можна прийняти  $\lambda \Delta t$ . Поділимо відрізок  $h$  на  $n$  рівних частин довжиною  $\Delta t = h/n$ . Ймовірність того, що за відрізок  $\Delta t$  відбудеться виникнення надзвичайної ситуації дорівнює  $\lambda \Delta t = \lambda h/n$ .

Ймовірність того, що за відрізок  $\Delta t$  не буде виникнення надзвичайної ситуації  $1 - (\lambda h/n)$ . Оскільки випадки виникнення надзвичайних ситуацій у відрізках часу незалежні, відповідно виникнення або не виникнення надзвичайної ситуації у  $n$  відрізках можна розглядати як результати  $n$  незалежних дослідів.

Знайдемо ймовірність того, що серед  $n$  відрізків відбудеться  $k$  випадків виникнення надзвичайних ситуацій [3]:

$$C_n^k (p)^k (1-p)^{n-k} \quad (1)$$

Для розглядаемого випадку:

$$P_k(t) = C_n^k \left(\frac{\lambda h}{n}\right)^k \left(1 - \frac{\lambda h}{n}\right)^{n-k} \quad (2)$$

У [2] показано що при  $n \rightarrow \infty$  вираз (2) може бути перетворений до наступного виду:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda h)^k}{k!} e^{-\lambda h} \quad (3)$$

Таким чином, за прийнятими обмеженнями, ймовірність виникнення рівно  $k$  надзвичайних ситуацій у відрізок часу  $h$  буде розподілена за законом Пуассона. Отже, в якості гіпотези закону розподілу надзвичайних ситуацій на території, прийемо закон розподілу Пуассона. В табл.1 представлені статистичні данні виникнення надзвичайних ситуацій на території Донецької області на інтервалі часу 30 діб, за останні сім років.

Таблиця 1

Кількість надзвичайних ситуацій на інтервалі 30 діб

Кількість виникнення НС на інтервалі часу 30 діб	Кількість випадків
0	8
1	14
2	18
3	15
4	15
5	9
6	2
7	2
8	1

В табл. 2 представлено розподіл надзвичайних ситуацій на території Донецької області по роках.

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

Середнє арифметичне

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (4)$$

де  $x_i$  – значення випадкової величини на  $i$ -ом інтервалі часу;  $n$  – кількість інтервалів часу.

Таблиця 2

Розподіл надзвичайних ситуацій на території Донецької області

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Січень	4	3	4	7	4	3	3
Лютий	4	5	4	2	5	3	8
Березень	3	5	1	3	5	1	0
Квітень	2	2	3	1	0	4	1
Травень	2	5	6	1	0	2	0
Червень	4	2	2	1	5	3	1
Липень	0	2	3	6	5	5	1
Серпень	3	7	2	2	1	4	4
Вересень	4	4	0	4	3	0	3
Жовтень	5	2	1	1	4	2	2
Листопад	4	4	2	1	1	2	2
Грудень	3	3	3	1	2	2	0

Вибіркову дисперсію

$$\delta^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2 \quad (5)$$

Стандартне відхилення

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2} \quad (6)$$

Стандартну помилку середнього

$$S_x = \frac{\delta}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

Результати розрахунків кількісних характеристик випадкової величини «кількість виникнення надзвичайних ситуацій на інтервалі 30 діб» представлено в табл. 3.

Таблиця 3

Кількісні характеристики випадкової величини «кількість виникнення надзвичайних ситуацій на інтервалі 30 діб»

$\bar{X}$	$\delta^2$	$\delta$	$S_x$
2.785714	3.230637	1.797397	0.196112

Перевірка гіпотези про розподілення випадкової величини, «кількість виникнення надзвичайних ситуацій на інтервалі часу», за законом Пуассона, здійснювалась за допомогою критерію К. Пірсона  $\chi^2$ .

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(m_i - np_i)^2}{np_i} \quad (8)$$

де  $p_i = \frac{m_i}{n}$ , – частота випадків виникнення відповідної кількості НС на інтервалі часу;  $m_i$  – кількість випадків з  $i$ -тою кількістю НС на інтервалі часу.

Закон Пуассона має один параметр і кількість ступенів свободи визначалась наступним чином:

$$df = w - c, \quad (9)$$

де  $w$  – кількість розрядів статистичного розподілу;  $c$  – кількість накладених зв'язків, для закону Пуассона дорівнює 2.

В табл. 4 наведено данні щодо результатів перевірки відповідності емпіричних розподілів (табл. 1) закону Пуассона.

Таблиця 4  
Результати розрахунку

Кількість НС	Емпіричний розподіл	Розподіл за законом Пуассона
0	8	5.18154
1	14	14.43430
2	18	20.10491
3	15	18.66884
4	15	13.00151
5	9	7.24370
6	2	3.36315
7	2	1.33840
8	1	0.66365
$\lambda$	1.464	
$\chi^2$	4.02846	
P- рівень значимості критерію	0.40217	

З отриманих результатів в табл. 4 можна побачити, що критерій Пірсона приймає невелике значення, при достатньо високому рівні значимості, що дозволяє для Донецької області вважати випадкову величину «кількість виникнення надзвичайних ситуацій на інтегралі часу» розподілену за законом Пуассона.

## АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ УГРОЗ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА ТЕРРИТОРИИ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Рогозин

*В статье рассмотрен процесс реализации угроз природного и техногенного характера на территории Донецкой области. На основе теоретических исследований и анализа эмпирических данных «Правительственной информационно-аналитической системы чрезвычайных ситуаций» определен вид и параметры закона распределения реализации угроз природного и техногенного характера на территории Донецкой области.*

**Ключевые слова:** угрозы, реализация, чрезвычайная ситуация, закон, распределение.

## ANALYSIS OF THREATS OF NATURAL AND MAN-MADE IN THE DONETSK REGION

A.S. Rogozin

*This article describes the process of implementation of the threats of natural and man-made disasters in the Donetsk region. On the basis of theoretical research and analysis of empirical data "government awareness-analytical system of emergency situations" The form and parameters of the distribution of threats of natural and man-made disasters on the territory of Donetsk region.*

**Keywords:** Threats, implementation, emergency situation, a law, distribution.

## Висновки

Встановлення виду та параметрів закону розподілу реалізації загроз природного та техногенного характеру для Донецького регіону першим кроком на шляху побудови моделей процесу забезпечення цивільного захисту населення та території з більш високим рівнем адекватності.

## Список літератури

1. Кендалл М. *Статистические выводы и связи* / М. Кендалл, А. Стьюарт. – М.: Наука, 1973. – 900 с.
2. Вентцель Е.С. *Теория вероятностей* / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1962. – 564 с.
3. Гмурман В.Е. *Теория вероятностей и математическая статистика* / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.
4. Боровков А.А. *Математическая статистика: оценка параметров, проверка гипотез* / А.А. Боровков. – М.: Физматлит, 1984. – 472 с.
5. *Інтегральна система безпеки регіонів України, як складова державної територіально-часової параметричної системи. Принцип комплексної оцінки безпеки* / Є.М. Грінченко, О.Ю. Кірючкін, В.В. Тютюнник [та ін.] // *Проблеми надзвичайних ситуацій*. – Х.: УЦЗУ, 2008. – №7. – С. 58-71.
6. *Комплексні показники оцінювання стану природно-техногенної безпеки* / В.А. Андронов, Ю.П. Бабков, В.В. Тютюнник [та ін.] // *Проблеми надзвичайних ситуацій*. – Х.: НУЦЗУ, 2010. – №12. – С. 9-20.
7. *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. – №16. – С. 95-106.
8. *Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні 2010 році* – К.: Чорнобильінтерінформ, 2011. – 257с. [Електрон. ресурс] – Режим доступу: [http://www.mns.gov.ua/content/annual\\_report\\_2010.html](http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2010.html).

Надійшла до редколегії 5.03.2013

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