

УДК 681.5

*Рогозін А.С., канд. техн. наук, докторант, НУЦЗУ,
Хоменко В.С., викл., НУЦЗУ,
Райз Ю.М., викл., НУЦЗУ*

ФОРМАЛІЗАЦІЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАГРОЗ ПРИРОДНОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ В РЕГІОНАХ З ВИСОКИМ РІВНЕМ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

(представлено д-ром техн. наук Соболев О.М.)

Визначено вид та параметри законів розподілу виникнення надзвичайних ситуацій на території Харківської, Запорізької, Дніпропетровської, Луганської, Київської, Одеської областей

Ключові слова: загрози, реалізація, надзвичайна ситуація, закон розподілу, випадкова величина

Постановка проблеми. На сучасному етапі, 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 існуючим загрозам природного та техногенного характеру на території країни.

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

Аналіз останніх досліджень та публікацій. 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 розглядались в роботах [6-7].

Питання формалізації законів розподілу реалізації загроз природного та техногенного характеру на території регіонів з високим рівнем техногенного навантаження не розглядались.

Постановка завдання та його вирішення. 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.

В групу регіонів з високим ступенем реалізації загроз увійшли наступні адміністративні одиниці: Київська, Луганська, Одеська, Харківська, Запорізька, Дніпропетровська області.

Виникнення надзвичайної ситуацій (НС) обумовлено збігом 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 «Урядової інформаційно-аналітичної системи з питань надзвичайних ситуацій» визначимо закони розподілу реалізації загроз природного та техногенного характеру на території означених регіонів.

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 [8-10], ймовірність виникнення надзвичайної ситуації на відрізку часу t залежить тільки від його довжини.

Моменти реалізації загроз різного характеру розташовані з деякою постійною щільністю λ , ймовірність попадання на малу ділянку Δt 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 Δt . Математичне очікування кількості надзвичайних ситуацій, що можуть виникнути за цей час, буде дорівнювати $\lambda \Delta t$. Згідно з умовою 1 для малої ділянки Δt можна знехтувати можливістю виникнення на цій ділянці двох та більше випадків виникнення надзвичайних ситуацій. Відповідно ймовірність виникнення в Δt 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 Δt відбудеться виникнення надзвичайної ситуації дорівнює $\lambda \Delta t = \lambda h/n$. Ймовірність того, що за відрізок Δt не буде виникнення надзвичайної ситуації $1 - (\lambda h/n)$.

Оскільки випадки виникнення надзвичайних ситуацій у відрізки 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.

Таблиця 1

Область	Кількість виникнення НС на інтервалі часу 30 діб							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Київська	21	28	21	6	5	3	0	0
Дніпропетровська	27	30	14	10	1	2	0	0
Запорізька	29	27	19	6	1	2	0	0
Луганська	21	28	14	13	6	0	1	1
Харківська	26	30	20	6	0	0	0	2
Одеська	32	24	19	5	4	0	0	0

Рогозін А.С., Хоменко В.С., Райз Ю.М.

Отже, в якості гіпотези закону розподілу надзвичайних ситуацій на території, прийmemo закон розподілу Пуассона.

В табл.1 представлені статистичні данні виникнення надзвичайних ситуацій на території адміністративних одиниць на інтервалі часу 30 діб, за останні сім років.

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.

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.2

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

Таблиця 2

Області	Середнє арифметичне	Вибіркова дисперсія	Стандартне відхилення	Стандартна помилка середнього
Київська	1.464	1.698	1.303	0.142
Дніпропетровська	1.238	1.413	1.188	0.130
Запорізька	1.155	1.337	1.156	0.126
Луганська	1.571	2.103	1.450	0.263
Харківська	1.214	1.664	1.290	0.141
Одеська	1.107	1.278	1.130	0.123

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.

Таблиця 3

Кількість НС на інтервалі часу 30 діб	Емпіричний розподіл	Розподіл за законом Пуассона	λ	χ^2	Р-рівень значимості критерію
1	2	3	4	5	6
Київська область					
0	21	19.42443	1.464	4.02846	0.40217
1	28	28.44290			
2	21	20.82426			
3	6	10.16423			
4	5	3.72083			
5	3	1.42335			

Рогозін А.С., Хоменко В.С., Райз Ю.М.

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6
Дніпропетровська область					
0	26	24.35463	1.238	4.48057	0.34486
1	30	30.15333			
2	15	18.66635			
3	10	7.70357			
4	1	2.38444			
5	2	0.73767			
Запорізька область					
0	29	26.47114	1.155	5.06490	0.28070
1	27	30.56786			
2	19	17.64930			
3	6	6.79358			
4	1	1.96124			
5	2	0.55689			
Луганська область					
0	21	17.45086	1.571	4.09988	0.25088
1	28	27.42275			
2	14	21.54645			
3	13	11.28624			
4	6	4.43388			
5	0	1.39350			
6	1	0.36497			
7	1	0.10135			
Харківська область					
0	26	24.94146	1.214	0.73650	0.69194
1	30	30.28604			
2	20	18.38796			
3	6	7.44274			
4	0	2.25940			
5	0	0.54871			
6	0	0.11105			
7	2	0.02264			
Одеська область					
0	32	27.76216	1.107	2.38609	0.30330
1	24	30.73668			
2	19	17.01494			
3	5	6.27933			
4	4	2.20689			

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

З наведених даних в табл.3 можна побачити, що критерій Пірсона приймає невеликі значення, при достатньо великих рівнях значимості, що дозволяє для Київської, Луганської, Одеської, Харківської, Запорізької, Дніпропетровської областей вважати випадкову величину «кількість виникнення надзвичайних ситуацій на інтервалі часу» розподілену за законом Пуассона.

Висновки. Встановлення виду та параметрів закону розподілу реалізації загроз природного та техногенного характеру для регіонів зі значним техногенним навантаженням є першим кроком на шляху побудови моделей процесу забезпечення цивільного захисту населення та відповідних територій з більш високим рівнем адекватності.

ЛІТЕРАТУРА

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 небезпеки / Є.М. Грінченко, О.Ю. Кірючкін, В.В. Тютюник [та ін.] // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: УЦЗУ, 2008. – Вип. 7. – С. 58 – 71.
6. Комплексні показники оцінювання стану природно-техногенної небезпеки/ В.А. Андронов, Ю.П. Бабков, В.В. Тютюник [та ін.] // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: НУЦЗУ, 2010. – Вип. 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. – Харків: НУЦЗУ, 2012. – Вип. 16. – С. 95 – 106.
8. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні 2008 році – К.:Чорнобильінтерінформ, 2009. –

- 230с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2008.html15
9. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні 2009 році – К.:Чорнобильінтерінформ, 2010. – 252с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2009.html16
10. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні 2010 році – К.:Чорнобильінтерінформ, 2011. – 257с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2010.html17

Рогозин А.С., Хоменко В.С., Райз Ю.М.

Формализация реализации угроз природного и техногенного характера в регионах с высоким уровнем техногенной нагрузки

Определен вид и параметры закона распределения возникновения чрезвычайных ситуаций на территории Харьковской, Запорожской, Днепропетровской, Луганской, Киевской, Одесской областей

Ключевые слова: угрозы, реализация, чрезвычайная ситуация, закон распределения, случайная величина

Rogozin A.S., Homenko V.S., Rayz Y.M.

Formalization of realization threats of natural and technogenic character in regions with high level of technogenic loading

The look and parameters the law of distribution origin of emergency situations in the territory of the Kharkov, Zaporozhye, Dnepropetrovsk, Lugansk, Kiev, Odessa areas is defined

Key words: threats, realization, emergency situation, distribution law, random variable