

УДК 658.56

Чеберячко С. І., д.т.н., професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки
Чеберячко Ю. І., д.т.н., професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки
Решетар К. А., студентка гр. 263м-21-1

(Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна)

**ПРОГНОЗУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ НАСТУПУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
(ШТОРМИ ТА УРАГАНИ)**

Проводилась оцінка часових інтервалів виникнення надзвичайних ситуацій (шторми та урагани).

Для прогнозування функції ризику і визначення ймовірності настання руйнівного вітру проводилась оцінка статистичних даних щодо часу очікування чергової ситуації результати зведені до таблиці 1.

Таблиця 1

Статистичне розподілення часу очікування наступної штормів та ураганів

Часткові інтервали, місяці	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14
Середнє значення τ_i , міс.	3	5	7	9	11	13
Частоти n_i	4	1	2	4	1	2

На першому етапі було визначено на основі моделі повторюваності надзвичайних ситуацій та ймовірність відмови протягом інтервалу часу ($\tau_{нс}$, τ). Модель містить два параметри ($p=2$): $\tau_{нс} = 0,01$ і τ_c - середня тривалість інтервалу між двома суміжними надзвичайними ситуаціями.

Обчислимо відносні частоти W_i окремих значень τ_i :

$$W_i = \frac{n_i}{n},$$

де $n = 25$, а також розрахуємо значення емпіричної функції ризику

Знайдемо середні значення часу очікування τ_c і емпіричної функції розподілу H_i

$$H_i = \sum_{j=1}^i W_j \text{ місяці};$$

де $i = 1, 2, \dots, m$, $m = j$ - число рівнів величини τ .

Результати розрахунків наведені в табл. 1.3:

Таблиця 2.

Значення емпіричної функції ризику

τ_i , міс.	3	5	7	9	11	13
W_i	0,2	0,05	0,1	0,2	0,05	0,1
H_i	0,2	0,25	0,35	0,55	0,6	0,7

Як значення параметрів τ_c і $\tau_{нс}$ беруться їх вибіркові точкові оцінки:

$$\tau_c = \bar{\tau} = \frac{\sum_{i=1}^m \tau_i n_i}{n}$$

$$\tau_{нс} = \bar{\tau}_{нс} = \frac{\sum_{i=1}^{m'} \tau_{нс} n'_i}{n'}$$

Параметр α - функції ризику визначається за емпіричними даними методом найменших квадратів:

$$\alpha = 1 + \frac{A}{B} = 1,1$$

$$\text{де: } A = \sum_{i=1}^m \ln\left(\frac{\tau_{\text{чс}}}{\tau_i}\right) \ln(1 - H_i) = 26,3$$

$$B = \sum_{i=1}^m \ln^2\left(\frac{\tau_{\text{чс}}}{\tau_i}\right) = 260,8$$

Більш точно відповідає досвідченим даним функція ризику, що мінімізує суму квадратів різниць її розрахункових та емпіричних значень:

$$S = \sum_{i=1}^m (H(\tau_i) - H_i)^2 \rightarrow \min.$$

Таблиця 3

Значення теоретичної функції ризику і їх відхилення від значень

τ_i , міс.	3	5	7	9	11	13
H_{τ_i}	0,437	0,617	0,739	0,823	0,879	0,918
$H_i^* - H_{\tau_i}$	0,788	0,816	0,832	0,843	0,851	0,858

Для обох функцій ризику обчислимо суму квадратів нев'язок:

$$S_{\text{п}} = \sum_{i=1}^6 (H_{\text{п}i} - H_i)^2 = 0,5$$

$$S_{\text{с}} = \sum_{i=1}^6 (H_{\text{с}i} - H_i)^2 = 1,07.$$

Порівнюючи значення $S_{\text{п}}$ і $S_{\text{с}}$ приходимо до висновку, що показникова функція ризику набагато точніше відповідає наявним досвідченим даним.

Знайдемо ймовірність виникнення урагану протягом року:

$$P = H(\tau = 1) = 1 - \exp\left(-\frac{0,99}{4,95}\right) = 0,17.$$

Перелік посилань:

1. Акімов В.А. Безпека життєдіяльності. Безпека у надзвичайних ситуаціях природного та техногенного характеру. Навчальний посібник / В. А. Акімов, Ю. Л. Воробйов, М. М. Фалєєв та ін - М.: Вищ. шк., 2006.-592 с.
2. Rosowsky, D.V. Projecting the Effects of a Warming Climate on the Hurricane Hazard and Insured Losses: Methodology and Case Study. Struct. Saf. 2021, 88, 102036. [CrossRef]
3. Pachauri, R.K.; Allen, M.R.; Barros, V.R.; Broome, J.; Cramer, W.; Christ, R.; Church, J.A.; Clarke, L.; Dahe, Q.; Dasgupta, P. Climate Change 2014: Synthesis Report. In Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC: Geneva, Switzerland, 2014.
4. Van Vuuren, D.P.; Edmonds, J.; Kainuma, M.; Riahi, K.; Thomson, A.; Hibbard, K.; Hurtt, G.C.; Kram, T.; Krey, V.; Lamarque, J.-F. The Representative Concentration Pathways: An Overview. Clim. Chang. 2011, 109, 5–31. [CrossRef]
5. Why Hurricane Risk Modelling Has to Change|Swiss Re. Available online: <https://www.swissre.com/risk-knowledge/mitigating-climate-risk/why-hurricane-risk-modelling-has-to-change.html> (accessed on 11 January 2022).
6. Pinelli, J.-P.; Roueche, D.; Kijewski-Correa, T.; Plaz, F.; Prevatt, D.; Zisis, I.; Elawady, A.; Haan, F.; Pei, S.; Gurley, K. Overview of Damage Observed in Regional Construction during the Passage of Hurricane Irma over the State of Florida. In Forensic Engineering 2018: Forging Forensic Frontiers; American Society of Civil Engineers: Reston, VA, USA, 2018; pp. 1028–1038.
7. Zhou, Z.; Gong, J.; Hu, X. Community-Scale Multi-Level Post-Hurricane Damage Assessment of Residential Buildings Using Multi-Temporal Airborne LiDAR Data. Autom. Constr. 2019, 98, 30–45. [CrossRef]
8. Tilon, S.; Nex, F.; Kerle, N.; Vosselman, G. Post-Disaster Building Damage Detection from Earth Observation Imagery Using Unsupervised and Transferable Anomaly Detecting Generative Adversarial Networks. Remote Sens. 2020, 12, 4193. [CrossRef]
8. Herseth, A.; Ashley, E. FEMA Mitigation Assessment Team Program: Observations and Recommendations since Hurricane Andrew. In Advances in Hurricane Engineering: Learning

from Our Past; American Society of Civil Engineers: Washington, DC, USA, 2013; pp. 630–645.