

Запобігання та ліквідація надзвичайних ситуацій

УДК 614.8

Г.В. Іванець

Національний університет цивільного захисту України, Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ПРОЦЕСУ ЗМІНИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ НА ПРОТЯЗІ РОКУ

У статті проведено дослідження наявності періодичної складової процесу зміни надзвичайних ситуацій природного характеру на протязі року. Вхідну емпіричну основу для проведення досліджень складають статистичні дані, які щорічно наводяться у Національних доповідях «Про стан техногенної та природної безпеки в Україні».

Ключові слова: надзвичайна ситуація, періодична складова, χ^2 -розподіл, логарифм відношення найбільшої правдоподібності.

Вступ

Загальна постановка проблеми. Успіх застосування сил і засобів Державної Служби з надзвичайних ситуацій (ДСНС), операції щодо ліквідації і попередження надзвичайних ситуацій (НС) залежить від спроможності відповідних керівників підрозділів знати реальну обстановку, передбачати її зміни, швидко приймати обґрунтовані рішення і своєчасно ставити задачі виконавцям.

При плануванні заходів цивільного захисту в системі ДСНС України для локалізації та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій досить часто виникає проблема щодо наявності у розпорядженні фахівців, які займаються цим питанням, не тільки прогнозних оцінок можливої кількості надзвичайних ситуацій, але й їх розподілу на протязі року. Наявні дослідження не в повній мірі дозволяють отримувати достовірні дані, які використовуються при плануванні заходів цивільного захисту в ДСНС України для ефективного залучення сил і засобів підрозділів оперативного-рятувальної служби цивільного захисту щодо локалізації та ліквідації можливих наслідків надзвичайних ситуацій.

Аналіз літератури. Аналіз наукової літератури показав, що при плануванні раціонального використання ресурсів для ліквідації чи запобігання НС природного характеру не завжди враховується періодичність зміни кількості надзвичайних ситуацій на протязі року. Тому задача виявлення прихованої періодичності зміни НС природного характеру на протязі року є актуальною.

Мета статті. Проведення досліджень щодо наявності періодичної складової процесу зміни кількості надзвичайних ситуацій природного характеру на протязі року і оцінки її значень.

Викладення матеріалів досліджень

НС природного характеру в Україні обумовлюються в основному природними умовами – особливостями природно – кліматичних умов району, місцями розташування, які можуть створювати потенційно небезпечний стан і виникнення НС.

НС природного характеру – це порушення нормальних умов життя і діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, пов'язане з небезпечним геофізичним, геологічним явищем, деградацією ґрунтів чи надр, пожежею у природних екологічних системах, зміною стану повітряного басейну, інфекційною захворюваністю та отруєнням людей, інфекційним захворюванням свійських тварин, масовою загибеллю диких тварин, ураженням сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками тощо [1].

За багаторічними даними відмічається деякі періодичні зміни кількості природних явищ за місяцями року. Аналіз повторюваності явищ дає можливість висунути гіпотезу про наявність періодичної складової в процесі зміни НС природного характеру. Періодична функція цілком визначається частотою ω і значеннями коефіцієнтів ряду Фур'є [4].

Для виділення періодичних складових можна використовувати і різні перетворення вихідних функцій $Y(t)$, які посилюють роль періодичної компоненти в перетвореному процесі [4]. Усі подібні селекційні або сфокусовані перетворення можна поділити на два класи: лінійні перетворення і нелінійні перетворення. Застосування таких перетворень дає можливість виділити періодичну складову будь-якої частоти із заданого діапазону.

Слід відзначити, що вихідна функція може містити декілька періодичних складових. Кожну з ви-

явлених періодичних складових можна екстраполювати на довільний час випередження Δt . У випереджений час $t + \Delta t$, беручи суму екстрапольованих періодичних складових, дістаємо передбачене значення періодичної частини процесу. Але в усіх цих методах необхідно чітко знати частоту (період) періодичної складової.

В роботі [3] розроблена методика оцінки періоду періодичної складової випадкового процесу зміни НС природного характеру на основі методу найбільшої правдоподібності. Для перевірки гіпотези про наявність періодичної складової зміни кількості НС природного характеру на протязі року у відповідності із методикою [3] знаходимо максимум логарифму відношення правдоподібності для всіх можливих значень періоду періодичної складової:

$$\ln l(Y) = \ln \frac{P_y(Y/X \neq 0)}{P_y(Y/X = 0)},$$

$$\text{де } P_y(Y/X \neq 0) = \frac{1}{(\sqrt{2\pi}\sigma)^n} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} (Y-1 \otimes X)^T \times \right. \\ \left. \times (Y-1 \otimes X) \right\} -$$

умовна щільність розподілу дискретних значень Y при наявності в реалізації періодичної складової (функція правдоподібності);

$$P_y(Y/X = 0) = \frac{1}{(\sqrt{2\pi}\sigma)^n} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} Y^T Y \right\} -$$

умовна щільність розподілу дискретних значень Y при відсутності в реалізації періодичної складової, у вигляді:

$$\ln l(Y) = \frac{1}{2\sigma^2} \left[2Y^T (1 \otimes X) - q(X^T X) \right], \quad (1)$$

де $Y = (y_0, y_1, \dots, y_{n-1})^T$ – матриця значень кількості

НС за місяцями розмірністю $n \times 1$; $1 = (1, 1, 1, \dots, 1)^T$ –

матриця розмірністю $q \times 1$; $X = (\hat{x}_0, \hat{x}_1, \dots, \hat{x}_{p-1})^T$ –

матриця оцінок значень періодичної складової за період розмірністю $p \times 1$, $\hat{x}_i = q^{-1} \sum_{s=0}^{q-1} y_{i+sp}$, $i = 0, 1, 2, \dots, (p-1)$; \otimes – символ добутку Кроннекера; $n = q \cdot p$ – довжина реалізації вимірюваного параметру; p – період періодичної складової; q – кількість періодів періодичної складової в реалізації.

В якості критерію для перевірки справедливості висунутої гіпотези використовується випадкова величина d , яка підпорядкована χ^2 розподілу [3]:

$$d = \sum_{i=0}^{p-1} \left(\sqrt{q/\sigma^2} \hat{x}_i \right)^2, \quad (2)$$

де $\hat{\sigma}^2$ – оцінки дисперсії для різних p :

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n} (Y-1 \otimes \hat{X})^T (Y-1 \otimes \hat{X}). \quad (3)$$

З виразу (2) видно, що d – це сума квадратів p випадкових незалежних нормально розподілених величин $\sqrt{q/\sigma^2} \hat{x}_i$ з нульовими середніми і одиничними дисперсіями, а це означає що вона підпорядковується розподілу χ^2 із p ступенями волі [5,6]. Тоді $\langle d \rangle = p$, а $\sigma_d^2 = 2p$.

Якщо статистичне значення випадкової величини d перевищує критичне значення, знайдене за таблицями розподілу χ^2 при заданих ймовірностях помилок 1 та 2 роду, то приймається рішення про наявність періодичної складової періоду p і оцінки її значень обчислюються у відповідності з виразом:

$$\hat{x}_i = \frac{1}{q} \sum_{s=0}^{q-1} y_{i+sp}. \quad (4)$$

Дані моніторингу НС природного характеру за місяцями в Україні на протязі трьох років [2] представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Дані моніторингу НС природного характеру за місяцями в Україні на протязі трьох років

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
НС	14	14	11	9	19	8	9	17	11	8	2	10
НС	7	6	13	7	10	23	10	17	15	14	10	5
НС	12	11	13	7	12	19	21	21	7	5	8	6

Результати дослідження даних моніторингу НС природного характеру показали, що найбільше значення логарифму відношення правдоподібності $\ln l(Y) = 207,9$ спостерігається для значення $p = 12$. Для цього значення p статистичний критерій дорівнює $d_{\text{стат}} = 415,83$, а табличний з рівнем значимос-

ті $\alpha = 0,001$ – 31,3. Так як статистичне значення критерію більше табличного, то на даному рівні значимості нема підстав відхилити гіпотезу про наявність періодичної складової. Оцінки значень періодичної складової із періодом $p = 12$, обчислені у відповідності з виразом (3) показані на рис. 1.

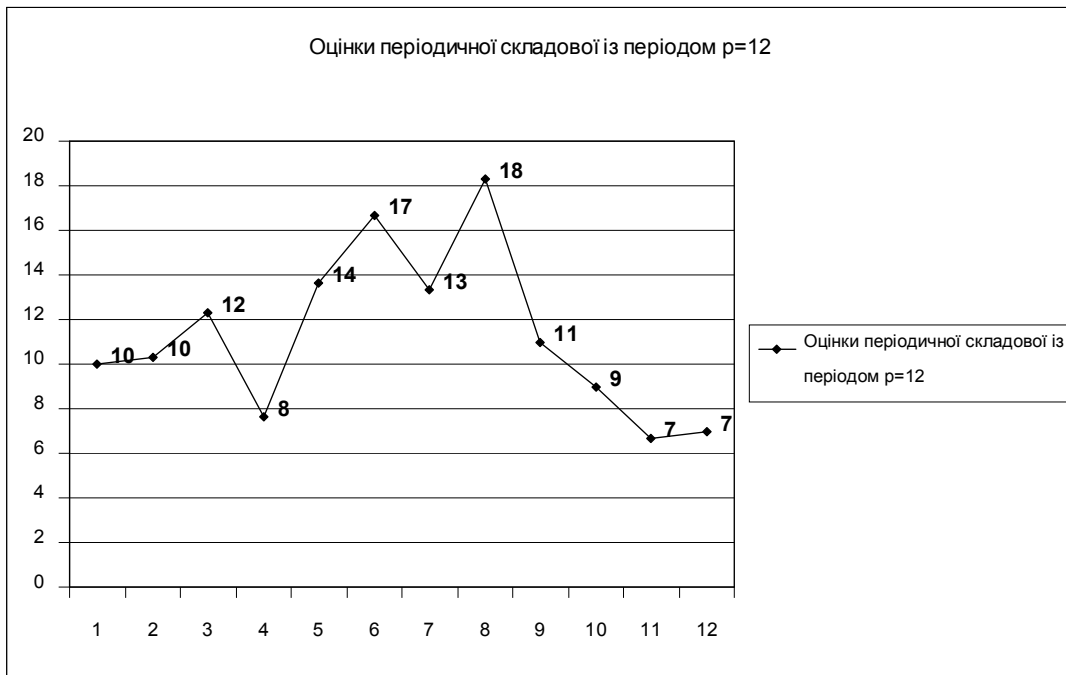


Рис. 1. Оцінки значень періодичної складової із періодом $p = 12$

Висновки

На основі проведених досліджень встановлено, що процес зміни кількості природних надзвичайних ситуацій на протязі року носить періодичний характеру.

Найбільша середня кількість надзвичайних ситуацій природного характеру (до 18) характерна для червня - серпня місяців, а найменша кількість (до 7) – для листопада, грудня та квітня місяців.

На протязі інших місяців спостерігається кількість надзвичайних ситуацій природного характеру близько 10-12.

2. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2013 році. УНДІ ЦЗ ДСНС України. Київ, 2014. – 542 с.

3. Іванець. Г.В. Методика оцінки періоду періодичної складової випадкового процесу зміни узагальненого параметру надзвичайних ситуацій природного характеру / Г.В. Іванець, Є.І. Стецюк, І.О. Толкунов // Проблеми надзвичайних ситуацій. Вип. 22. – Х.: НУЦЗ, 2015. – С. 46-53.

4. Серебренников М.Г., Первозванский А.А. Выявление скрытых периодичностей. – М.: Наука, 1965. – 340 с.

5. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебник для вузов / Н.Ш. Кремер. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 543 с.

6. Справочник по вероятностным расчетам / Г.Г. Абезгауз, А.П. Тронь, Ю.Н. Копенкин, И.А. Коровина. – М. Воениздат. 1970. – 536 с.

Список літератури

1. Шоботов В.М. Цивільна оборона: Навчальний посібник / В.М. Шоботов. Вид. 2-е перероб. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 438 с.

Рецензент: д-р техн. наук, старший науковий співробітник В.В. Тютюнник, Національний університет цивільного захисту України, Харків.

Надійшла до редколегії 1.03.2016

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПРОЦЕССА ИЗМЕНЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА НА ПРОТЯЖЕНИИ ГОДА

Г.В. Иванец

В статье проведено исследование наличия периодической составляющей процесса изменения чрезвычайных ситуаций природного характера на протяжении года. Входную эмпирическую основу исследований составляют статистические данные, которые ежегодно приводятся в Национальных докладах «О состоянии техногенной и природной безопасности в Украине».

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, периодическая составляющая, χ^2 -распределение, логарифм отношения правдоподобия.

STUDY THE PROCESS OF CHANGING THE FREQUENCY OF EMERGENCIES NATURAL NATURE THROUGHOUT THE YEAR

G.V. Ivanets

The paper studied the presence of a periodic component the process of changing natural emergencies throughout the year. The input empirical basis of the study was the statistical data that are annually in the national report "On the state of man-made and natural security Ukraine."

Keywords: emergency, periodic component, the distribution χ^2 , the log likelihood ratio.