

Dolzhangsky A.N., Kanak Yo.V. The distribution of indirect expenses with the using of complex article and the normative approach

The outer suggests the methodology of the distribution of indirect expenses with the using of the integrated method providing some complex article witch are divided according to their bases of the distribution. The author worked out the methodology of calculation and indirect expenses according to the normative method of the complex article in the system of sythethic accounts for printing industry.

Keywords: indirect costs, base distribution, integrated expenditure, normative method, the cost of manufactured products.

УДК 614.843 (075.32)

Доц. І.О. Мовчан, канд. техн. наук;
проф. Е.М. Гуліда, д-р техн. наук – Львівський ДУ БЖД

ВИБІР МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ

На підставі аналізу основних положень теорії надійності та методу статистичного моделювання показників надійності отримано математичні моделі для визначення пожежного ризику для різних об'єктів господарювання міста. Розроблено методологію обґрунтованого вибору для відповідних об'єктів експоненціального закону розподілу, розподілу Вейбула та нормального (закону Гауса). Це дає змогу значно підвищити якість прогнозу під час виконання дій, які пов'язані з оптимізацією та управлінням пожежними ризиками міста, використанням критеріїв, що враховують прямі збитки від пожеж та витрати на спорядження протипожежного захисту об'єктів.

Ключові слова: пожежний ризик, модель пожежного ризику, метод статистичного моделювання, експоненціальний розподіл, розподіл Вейбула, нормальний розподіл.

Сучасний стан проблеми. Результати аналізу статистичних даних показують, що з кожним роком кількість пожеж у містах України зростає з одночасним зростанням кількості загиблих людей унаслідок пожеж. Тому в державі необхідно впроваджувати такі заходи, які зменшували б кількість жертв у будь-яких надзвичайних ситуаціях. У цьому напрямку основним заходом запобігання надзвичайним ситуаціям, зокрема і пожеж, є визначення на підставі прогнозу пожежного ризику виникнення надзвичайних ситуацій. У світовій практиці використовують класифікацію ризиків (за імовірністю) стосовно участі людини у надзвичайних ситуаціях та відповідними наслідками від них. Наприклад, згідно з рекомендаціями [1] пожежні ризики класифікують так: 1) незначний ризик $\varepsilon \leq 10^{-6}$; 2) прийнятний ризик $\varepsilon = 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-5}$; 3) високий (терпимий) ризик $\varepsilon = 5 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-4}$; 4) неприйнятний ризик $\varepsilon > 5 \cdot 10^{-4}$.

Вперше ризики почали визначати у США для обґрунтування не виникнення надзвичайних ситуацій під час побудови атомних електростанцій та для розроблення заходів щодо їх зменшення [2]. У деяких випадках поняття ризик використовують для визначення основних чинників пожежогасіння [3]. Перші спроби теоретично визначити значення пожежного ризику для споруд виробничого призначення наведено в роботі [4]. За основу для визначення пожежного ризику ε прийнято розподіл Вейбула¹, тобто

¹ Розподіл Вейбула (англ. Weibull distribution) – неперервний розподіл ймовірностей. Названий на честь Валоді Вейбула (англ. Waloddi Weibull), який навів детальний опис цього розподілу в 1951 році, хоча першим його відкрив Фреше (1927), а застосував Розін та Рамлер в 1933 р. для опису розподілу розміру гранул.

$$\varepsilon = 1 - \exp \left[- \left(\frac{\tau}{a} \right)^b \right], \quad (1)$$

де: a – параметр масштабу; b – параметр форми густини розподілу; τ – загальне значення напрацювання об'єкта.

Загалом можна стверджувати, що в Україні ще не розроблено методології визначення пожежного ризику, за допомогою якої була б можливість прогнозувати виникнення різних надзвичайних ситуацій, зокрема і пожеж. Тому ставиться задача в першому наближенні розробити методологію обґрунтованого вибору математичної моделі для визначення пожежного ризику в місті для різних об'єктів господарювання.

Мета роботи. Розробити методологію обґрунтованого вибору математичної моделі для визначення пожежного ризику об'єктів господарювання міста, що забезпечить прогнозування пожеж та їх запобігання.

Постановка задачі та її розв'язання. Аналізуючи основні положення теорії надійності [5-7], встановлено, що для обґрунтування вибору математичної моделі визначення пожежного ризику найбільш доцільно використовувати розподіл Вейбула, густину якого можна визначити за залежністю

$$f(\tau) = \frac{b}{a} \left(\frac{\tau}{a} \right)^{b-1} \cdot \exp \left[- \left(\frac{\tau}{a} \right)^b \right], \quad (2)$$

де: a – параметр масштабу, наприклад, середнє значення напрацювання об'єкта на відмову T_B ; b – параметр форми густини розподілу; τ – загальне значення напрацювання об'єкта.

Розглянемо вплив значення параметра форми густини розподілу b на форму функції густини розподілу Вейбула. Для розгляду цього питання прийемо такі вихідні дані: 1) параметр форми густини розподілу $b = 1; 2; 3; 4$; 2) параметр масштабу $a = 100$ год; 3) тривалість часу $\tau = 0; 20; 40; 60; 80; 100$ год. При $b = 1$ залежність (1) набуває вигляду

$$f(\tau) = \frac{1}{a} \cdot \exp \left[- \left(\frac{\tau}{a} \right) \right]. \quad (3)$$

Використовуючи залежність (3) та вихідні дані, отримуємо відповідно значення $f(\tau) = 0,01; 0,00819; 0,0067; 0,00549; 0,00449; 0,00368$. Аналогічні розрахунки виконуємо для інших вихідних даних і за отриманими результатами будемо графічні залежності (рис. 1).

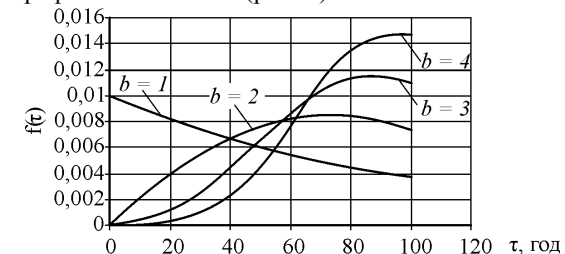


Рис. 1. Графічні залежності функції густини розподілу Вейбула від значення параметра форми b

Аналізуючи результати отриманих графічних залежностей функції густини розподілу Вейбула від значення параметра форми b (рис. 1), можна зробити такі висновки.

1. У випадку, коли параметр форми $b \leq 1$, розподіл Вейбула перетворюється в експоненціальний, який визначають за залежністю з параметром $1/a = \lambda = \text{const}$ – інтенсивність відмов

$$f(\tau) = \lambda \exp(-\lambda \tau). \quad (4)$$

Інтенсивність відмов для експоненціального розподілу визначають за залежністю

$$\lambda = \frac{1}{T_B}, \quad (5)$$

де: T_B – середнє значення часу (або іншого чинника) напрацювання на відмову. Безперервний час напрацювання на відмову наведено в стандартах і його значення отримують на підставі результатів експерименту або експлуатації відповідного об'єкта

$$T_B = \frac{1}{m_k} \sum_{i=1}^k T_{Bi}, \quad (6)$$

де: T_{Bi} – час безперервної роботи об'єкта після відновлення між двома суміжними відмовами; k – загальна кількість відмов при дослідженні N об'єктів; m_k – математичне сподівання кількості відмов N об'єктів до напрацювання T_B .

$$m_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N k_i, \quad (7)$$

де k_i – одинична відмова за час T_{Bi} безперервної роботи об'єкта.

Тоді пожежний ризик можна визначити за залежністю

$$\varepsilon = \int_0^{\tau} \lambda e^{-\lambda \tau} d\tau = 1 - e^{-\lambda \tau} = 1 - \exp(-\lambda \tau). \quad (8)$$

2. У випадку, коли параметр форми $1 < b \leq 2$, пожежний ризик можна визначати з використанням розподілу Вейбула. У цьому випадку

$$\varepsilon = 1 - \exp \left[- \left(\frac{\tau}{T_B} \right)^b \right]. \quad (9)$$

3. У випадку, коли параметр форми $b > 2$, пожежний ризик можна визначати з використанням нормального розподілу, що підтверджується результатами графічних залежностей функцій густини розподілу (рис. 1). В цьому випадку пожежний ризик можна визначати за залежністю

$$\varepsilon = 0,5 + \Phi(u_p), \quad (10)$$

де: $\Phi(u_p)$ – функція Лапласа (ця функція є непарною, тобто $\Phi(-u_p) = -\Phi(u_p)$); u_p – квантиль нормального розподілу.

Функцію Лапласа і квантиль нормального розподілу можна визначити за залежностями (5, 6):

$$\Phi(u_p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{u_p} e^{-\frac{u_p^2}{2}} du_p; \quad (11)$$

$$u_p = \frac{\tau - T_B}{S_\tau}, \quad (12)$$

де S_τ – середнє квадратичне відхилення напрацювання τ , яке визначають за залежністю для випадку, коли $N \leq 25$

$$S_\tau = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\tau_i - T_B)^2}; \quad (13)$$

τ_i – час напрацювання на відмову одного i -го об'єкта з N об'єктів, які досліджуються.

Для визначення функції Лапласа необхідно спочатку визначити квантиль нормального розподілу за залежністю (12) для відповідного часу τ , а потім з використанням довідникової літератури, в якій розміщені таблиці функції Лапласа, вибрати значення $\Phi(u_p)$.

Результати виконаних досліджень показують, що модель для визначення пожежного ризику в першу чергу залежить від значення параметра b форми функції густини розподілу Вейбула. Тому розглянемо методологію визначення параметра форми b з використанням методу статистичного моделювання показників надійності [5], який полягає в наступному. За основу при виконанні статистичного моделювання приймають залежність для визначення імовірності не виникнення пожежі

$$R_i(\tau) = e^{-\left(\frac{\tau}{a}\right)^b}. \quad (14)$$

Для уточнення параметрів розподілу a і b залежності (14) приймаємо значення параметра $a = T_B$ згідно з даними ДСТУ для об'єкта, який розглядається, а параметр форми $b = 2$ згідно із рекомендаціями [5]. Метод статистичного моделювання полягає в використанні випадкових чисел, які розподілені в інтервалі $[0, 1]$. Ці числа X_i приймаються як імовірність не виникнення пожежі на об'єкті $R_i(\tau)$. Результат статистичної оцінки використання кількості випадкових чисел для одного експеримента, тобто кількості числових експериментів N , показав, що їх кількість може не перевищувати $N = 10$ [5]. Окрім цього, для визначення часу τ_i безпосередньої експлуатації об'єкта до прогнозованої можливості виникнення пожежі, прологарифмуємо залежність (14), на підставі чого отримуємо

$$\tau_i = a \sqrt[b]{-\ln R_i(\tau)} = T_B \sqrt[b]{-\ln R_i(\tau)}. \quad (15)$$

Для статистичної оцінки імовірності того, що час безвідмовної роботи τ_i не перевищить значення T_B , використовуємо залежність (5)

$$R(\tau)_i = 1 - \frac{i}{N+1}, \quad (16)$$

де $i = 1; 2; 3; \dots; N$ – цілі числа, які вказують номер проведення числового експерименту від першого ($i = 1$) до N .

Для виконання методу статистичного моделювання виконаємо такі математичні операції: прологарифмуємо залежність (14) за допомогою десятичного логарифму

$$\lg R(\tau)_i = -\left(\frac{\tau}{a}\right)^b \lg e,$$

де $\lg e = 0,4343$. Тоді

$$\lg R(\tau)_i = -\left(\frac{\tau}{a}\right)^b 0,4343. \quad (17)$$

Отриману залежність (17) прологарифмуємо ще раз і отримаємо

$$\lg(-\lg R(\tau)_i) = \lg 0,4343 + b \lg \tau - b \lg a, \quad (18)$$

де $\lg 0,4343 = -0,362$. Тоді

$$\lg(-\lg R(\tau)_i) = -0,362 - b \lg a + b \lg \tau. \quad (19)$$

Позначимо

$$c = 0,362 + b \lg a. \quad (20)$$

Тоді

$$\lg(-\lg R(\tau)_i) = b \lg \tau - c. \quad (21)$$

Для визначення параметрів розподілу будемо графічну залежність $\lg(-\lg R(\tau)_i)$ (вісь ординат) за даними $R(\tau)_i$ залежності (16) від $\lg \tau_i$ (вісь абсцис) з використанням даних τ_i залежності (15) та програмного пакета Microsoft Excel. Після побудови залежності $\lg(-\lg R(\tau)_i)$ від $\lg \tau_i$ накладаємо на неї лінію тренда і отримуємо рівняння прямої

$$y = bx - c, \quad (22)$$

де: b – визначене значення параметра форми на підставі результатів методу статистичного моделювання; c – вільний член, який вказує, що отримана залежність не проходить через початок координат.

В отриманому рівнянні (22) $y = \lg(-\lg R(\tau)_i)$; $x = \lg \tau_i$; $c = 0,362 + b \lg a$. Розглянемо наведені результати методу статистичного моделювання на незалежному прикладі, для якого за отриманими значеннями $\lg(-\lg R(\tau)_i)$ і $\lg \tau_i$ в системі Microsoft Excel побудована графічна залежність (рис. 2) та отримано рівняння

$$y = 2,9178x - 11,068, \quad (23)$$

з якого значення параметра форми буде $b = 2,9178$, а значення вільного члена $c = 11,068$.

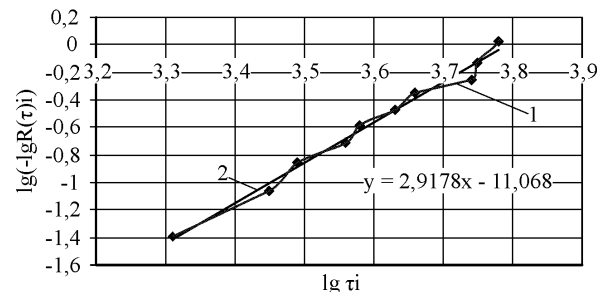


Рис. 2. Графічне відображення статистичного моделювання розподілу Вейбула (незалежний приклад): 1) крива за результатами моделювання; 2) лінія тренда

Значення параметра масштабу a можна визначити з урахуванням залежності (20) і того факту, що десятичний логарифм має основу 10. Тоді

$$a = 10^{\frac{c-0,362}{b}}. \quad (24)$$

Для наведеного незалежного прикладу параметр масштабу a буде таким:

$$a = 10^{\frac{c-0,362}{b}} = 10^{\frac{11,068-0,362}{2,9178}} = 10^{3,67} = 4677 \text{ год.}$$

Аналізуючи результати статистичного моделювання незалежного прикладу, можна зробити висновок про те, що параметри надійності необхідно визначати з урахуванням нормального закону розподілу ($b > 2$), а саме, наприклад, при $S_\tau = 900$ год, $\tau = 2000$ год квантиль нормального розподілу буде таким:

$$u_p = \frac{\tau - T_B}{S_\tau} = \frac{2000 - 4677}{900} = -2,97,$$

а функція Лапласа згідно з визначеним квантелом за таблицями цієї функції довідникової літератури буде таким:

$$\Phi(u_p) = \Phi(-2,97) = -\Phi(2,97) = -0,4985.$$

Тоді значення пожежного ризику визначаємо за залежністю (10)

$$\varepsilon = 0,5 + \Phi(u_p) = 0,5 + (-0,4985) = 0,5 - 0,4985 = 0,0015 = 1,5 \cdot 10^{-3}.$$

Висновки

1. Розроблено методологію вибору моделі визначення пожежного ризику для об'єктів господарювання, яка дає змогу підвищити точність прогнозування можливого виникнення пожеж. Багаточисельні розрахунки, які не наведено в цій роботі, показали, що точність прогнозу можливого виникнення пожеж підвищується приблизно в 1,4...1,8 разів.
2. Найбільше на вибір моделі визначення пожежного ризику впливає параметр форми функції густини розподілу b . При $b \leq 1$ визначення пожежного ризику необхідно виконувати за експоненціальним законом розподілу; при $1 < b \leq 2$ – за законом розподілу Вейбула; при $b > 2$ – за нормальним законом розподілу (за законом Гаусса).
3. Необхідна подальша робота з метою удосконалення та спрощення методу для прогнозування ризику виникнення пожеж об'єктів господарювання з метою нагромадження та розширення банку даних.

Література

1. Бегун В.В. Безпека життєдіяльності : навч. посібн. / В.В. Бегун, І.М. Науменко. – К. : Вид-во "Либідь", 2004. – 328 с.
2. Бегун В. Всі знають, що дешевше запобігти, але так хочеться вірити, що пронесе / В. Бегун // Надзвичайна ситуація : журнал. – 2010. – № 6. – С. 60-63.
3. Брушлинский Н.Н. Моделирование оперативной деятельности пожарной службы / Н.Н. Брушлинский. – М. : Стройиздат, 1981. – 96 с.
4. Гуліда Е.М. Оцінювання пожежного ризику для споруд виробничого призначення / Е.М. Гуліда, І.О. Мовчан // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.9. – С. 118-128.
5. Решетов Д.Н. Надежность машин / Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1988. – 238 с.

6. Диллон Б. Инженерные методы обеспечения надежности систем / Б. Диллон, Ч. Сингх. – М.: Изд-во "Мир", 1984. – 318 с.

7. Проников А.С. Надежность машин / А.С. Проников. – М.: Изд-во "Машиностроение", 1978. – 592 с.

Мовчан И.А., Гулида Э.Н. Выбор модели определения пожарного риска для хозяйственных объектов

На основании анализа основных положений теории надежности и метода статистического моделирования показателей надежности были получены математические модели для определения пожарного риска для различных хозяйственных объектов города. Разработаны методологии обоснованного выбора для соответствующих объектов экспоненциального закона распределения, распределения Вейбулла и нормального (закона Гаусса). Это позволяет значительно повысить качество прогноза при выполнении действий, связанных с оптимизацией и управления пожарными рисками города, использованием критериев, учитывающих прямые убытки от пожаров и расходы на снаряжение противопожарной защиты объектов.

Ключевые слова: пожарный риск, модель пожарного риска, метод статистического моделирования, экспоненциальное распределение, распределение Вейбулла, нормальное распределение.

Movchan I.O., Hulida Ye.M. The choice of a fire risk determining model for management facilities

Based on the analysis of the main provisions of reliability theory and method of statistical modeling of reliability indices were derived mathematical models for determining the fire risk for a variety of enterprises of the city. Developed techniques informed choice for corresponding objects exponential law distribution, Weibull distribution and normal (Gauss law). This can significantly improve the quality of prediction when performing actions associated with the optimization and management of fire risk map, using criteria that take into account direct losses from fires and the cost of fire protection equipment objects.

Keywords: fire risk, fire risk model, the method of statistical modeling, exponential distribution, Weibull distribution, the normal distribution.

УДК 502.3 *Доц. М.В. Одрехівський, д-р екон. наук – Дрогобицький ДПУ ім. Івана Франка; ст. викл. Л.Є. Угрин – НУ "Львівська політехніка"*

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОЦІНЮВАННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНІВ ЕКОСИСТЕМ

Розкрито особливості екосистем. Здійснено оцінку показників впливу на навколишнє природне середовище. Розглянуто механізми, які визначають динамічні властивості процесів, що відбуваються у певному середовищі. Досліджено можливість створення математичної моделі для оцінки станів екологічної безпеки території та її подальше використання для прогнозування станів екосистем за допомогою інформаційних систем.

Ключові слова: екосистема, моделювання процесів, теорія марківських ланцюгів, диференціальні рівняння Колмогорова.

Постановка проблеми. Оптимальне керування станами екосистем вимагає використання сучасних технологій при їх дослідженні, які б базувались на застосуванні інтелектуальних інформаційних систем. Розроблення відповідного інформаційного апарату про стани природного середовища потребує сталий розвиток регіону, як цілісна соціо-еколого-економічна система. Однак прогнозування повинно базуватись на певних методах моделювання оцінки станів екосистем, що й стало проблемою цього дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми моделювання економічних процесів і систем різних рівнів досліджує багато вітчизняних та зарубіжних вчених. Особливий внесок у цей напрям наукових досліджень зробили: І.С. Благун, В.В. Вітлінський, В.М. Гейц, А.К. Прикарпатський, М.В. Одрехівський, М.І. Скрипниченко, Б.В. Гнеденко, І.М. Коваленко, А.В. Яцик, А.Б. Качинський, В.І. Мунтян. Та для дослідження екосистем потрібно застосовувати комплексний підхід до моделювання станів, щоб розробити таку методологію, яку можна було б використовувати для будь-яких екосистем, різних регіонів.

Постановка завдання. Вибір математичного апарату має особливе значення у створенні моделі і особливо у моделюванні станів екосистем, що впливає на інформаційні процеси нагромадження знань і перетворення їх в інформаційні ресурси, з метою аналізу, оцінки та прогнозування. Математична модель стає основним інструментом дослідження складних екологічних систем, засобом отримання необхідної інформації про об'єкти дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів. Математичні моделі дають змогу здійснити оцінку екологічної безпеки території та прогнозувати стани екосистем за допомогою інформаційних систем.

Виклад основного матеріалу. Не вирішені екологічні проблеми становлять серйозну загрозу для сталого розвитку будь-якого регіону країни. Тому питання екологічної безпеки набувають пріоритетного значення. Створення систем екобезпеки разом із вдосконаленням соціально-економічної системи безпеки є новим елементом національної безпеки [2].

Екологічна безпека, як одна з найважливіших складових економічної безпеки території, забезпечує створення населенню країни найбільш сприятливих умов щодо існування та плідного життя. Тому, під час розроблення стратегії забезпечення економічної безпеки в сенсі екологічної складової доцільно керуватися такими принципами [1]:

- пріоритет екології над економікою;
- первинність екологічних критеріїв, показників і вимог (тобто при оцінці та виборі варіантів господарських, техніко-економічних й організаційних рішень, перевагу треба надавати тим, які є кращими не лише за економічними, а насамперед за екологічними критеріями і показниками);
- оптимальне поєднання галузевого та територіального управління природокористуванням та охороною довкілля, переміщення центру ваги і відповідальності за вирішення ресурсо-екологічних проблем на місцеві органи влади й управління, при збереженні за центром функцій контролю за неодмінним дотриманням суб'єктами господарювання екологічних обмежень, нормативів і стандартів;
- жорсткий контроль за дотриманням вимог екологічного законодавства, раціонального використання ринкових і державних економічних інструментів, адміністративних важелів регулювання екологічних відносин, систем і методів природокористування та природоохорони;
- інтеграція екологічного й економічного підходів до розвитку й розміщення продуктивних сил держави в єдиний еколого-економічний підхід за допомогою прогнозування, планування, проектування й будівництва народногосподарських об'єктів з розробленням і використанням інтегральних еколого-економічних критеріїв, показників, нормативів і стандартів.