

Ю. П. Ключка, д.т.н., с.н.с., нач. каф., НУЦЗУ,
В. О. Липовий, к.т.н., доц. каф., НУЦЗУ,
О. М. Семків, д.т.н., проф., проректор, НУЦЗУ,
Х. Ш. Гасанов, к.т.н., заст. нач. фак., АЦЗРА

ОЦІНКА ЧАСУ РЕАГУВАННЯ НА ПОЖЕЖІ В ОБЛАСТІ

На основі інформації про більш ніж 10000 пожеж за 2016-2018 рік проведено аналіз часу прибуття аварійно-рятувальних підрозділів, локалізації та ліквідації пожежі в області. Для випадкових величин t_1 , t_2 , t_3 отримано величини математичного сподівання та середньоквадратичного відхилення. Побудовані щільності ймовірності та функції розподілу для t_1 , t_2 , t_3 .

Ключові слова: пожежа, час реагування, ліквідація, локалізація, ймовірність.

Постановка проблеми. Відомо, що у більшості розвинених країн Європи та світу забезпечення безпеки об'єктів складається з аналізу й оцінки ризику, що дає можливість розробляти технології управління цими ризиками з метою цілеспрямованого зниження їх значень до прийнятних рівня [1]. Оцінка ризику, а також раціональність прийняття тих чи інших заходів захисту ґрунтується на оцінці повторюваності небезпечних ситуацій і збитків від них. Знаючи ймовірність виникнення пожеж, очікувану величину втрат від них та здійснюючи ряд управлінських заходів, можна запобігти складним пожежам, мінімізувати наслідки від них, а також передбачити ефективні компенсуючі заходи. При цьому проблемою являється отримання необхідної вхідної інформації, що впливає на величину ризиків, в тому числі й часових характеристик при реагуванні та ліквідації пожеж.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Статистика пожеж в Україні досить детально розглянуто в [2]. Однак в даній роботі не приділяється увага реагуванню на виникнення НС.

Відомо, що виникнення та ліквідація НС (пожеж) на території регіонів України може розглядатися як випадковий процес, що дозволяє отримувати ймовірності тих чи інших подій.

Так в [3] проведений аналіз статистики пожеж в країнах Азії та продемонстровано, що кожна країна має свої проблеми, які, залежать від клімату, природного та побудованого середовища та економіки.

В [4] проведено аналіз основного інтегрального пожежного ризику на території районів Харківської області протягом 2012–2015 років. Зроблено висновок, що найбільший рівень ризику зафіксовано на території Ізюмського, Куп'янського, Лозівського та Первомайського районів. Зроблено висновок, що середнє значення у світі і по районах Харківської

області близькі по величині, але в окремих районах спостерігають великі значення розрахованих величин. В той же час в роботі не проведена оцінка реагування аварійно-рятувальних підрозділів до місця пожежі.

Дослідження статистичних даних про пожежі дозволило встановити час виникнення пожежі, повідомлення, прибуття підрозділів до місця пожежі, її локалізації та ліквідації.

Приклад таких даних для однієї з областей України наведено в табл. 1.

Табл. 1. Час виникнення пожежі, повідомлення, прибуття підрозділів до місця пожежі, її локалізації та ліквідації

Виникнення	Повідомлення	Прибуття	Локалізація	Ліквідація
2:00	4:04	4:08	4:12	6:34
8:45	8:54	9:04	9:09	10:15
19:00	19:09	19:25	19:15	19:18
1:30	1:41	2:05	2:15	5:20
14:00	14:14	14:30	14:37	14:57
12:45	13:00	13:21	13:33	15:30

Постановка завдання та його вирішення. Метою даної роботи являється оцінка часу реагування на пожежі на прикладі однієї з областей України.

Для цього на основі статистичних даних було отримано понад 10 тисяч можливих варіантів часу від моменту виникнення пожежі до моменту прибуття, локалізації та ліквідації пожежі: t_1 – різниця часу між повідомленням про пожежу та її виникненням, хв., t_2 – різниця часу між прибуттям до місця пожежі та повідомленням про неї, хв., t_3 – різниця часу між прибуттям до місця пожежі та її виникненням, хв.

З метою визначення законів розподілу випадкових величин для t_1 , t_2 , t_3 було проведено розбиття на n інтервалів $(\tau_{i(\min)}; \tau_{i(\max)})$, виходячи з наступного виразу

$$N=3,3 \cdot \lg(N)+1 \quad (1)$$

Аналіз даних дозволив отримати значення математичного очікування μ і дисперсії σ^2 для трьох випадкових величин, які наведені в табл. 2.

Табл. 2. Параметри випадкових величин

	Рік								
	2016			2017			2018		
	t_1	t_2	t_3	t_1	t_2	t_3	t_1	t_2	t_3
σ	11,9	10,96	22,87	12,60	13,11	25,80	–	13,8	–
μ	14,9	13,73	28,66	15,57	16,41	32,03	–	17,19	–

Встановлено, що випадкова величина часу може бути описана розподілом Релея [5]

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x}{\sigma^2} \cdot \exp\left(-\frac{x^2}{2 \cdot \sigma^2}\right), & x \geq 0; \\ 0, & x < 0. \end{cases} \quad (2)$$

Тоді щільність імовірності можна записати у вигляді

$$f(\tau_i) = \frac{\pi\tau}{2\mu_i^2} \cdot \exp\left(-\frac{\tau^2\pi}{\mu_i^2}\right), \quad \tau \in [0; +\infty). \quad (3)$$

Оцінка узгодженості обраного теоретичного розподілу з експериментальними даними проводилась відповідно до критерію Пірсона (критерій χ^2):

$$\chi_p^2 = N \sum_i^n \frac{(P_i^{th} - P_i^{emp})^2}{P_i^{th}}, \quad (4)$$

де P_i^{th} – передбачувана ймовірність попадання в i -й інтервал

$$P_i^{th} = \int_{\tau_{i-1}}^{\tau_i} f(\tau) d\tau. \quad (5)$$

При цьому χ_i^2 визначалися, як:

$$\chi_i^2 = N \frac{(P_i^{th} - P_i^{emp})^2}{P_i^{th}}. \quad (6)$$

На основі отриманих значень математичного сподівання були побудовані функції розподілу для t_1 , t_2 , які представлені на рис. 1, 2.

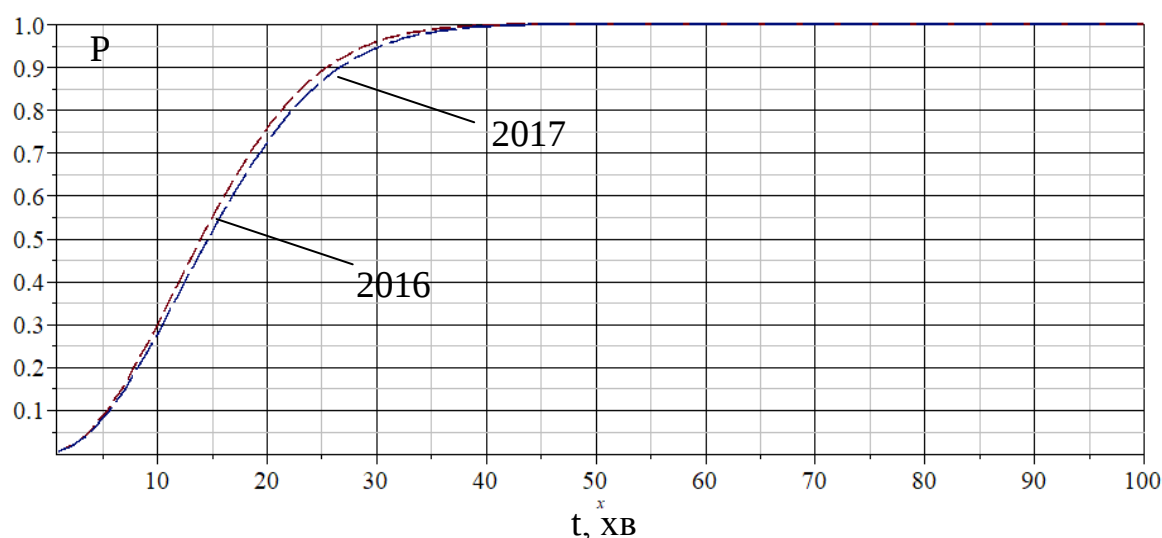


Рис. 1. Функція розподілу часу повідомлення підрозділів про пожежу t_1

На даному рисунку наведені імовірності виконання операції (t_1) протягом t хвилин. Так, наприклад, обираємо час 10 хвилин. В 2016 році імовірність того що протягом 20 хвилин буде повідомлено про пожежу складало 75%, а в 2017 на декілька відсотків менше.

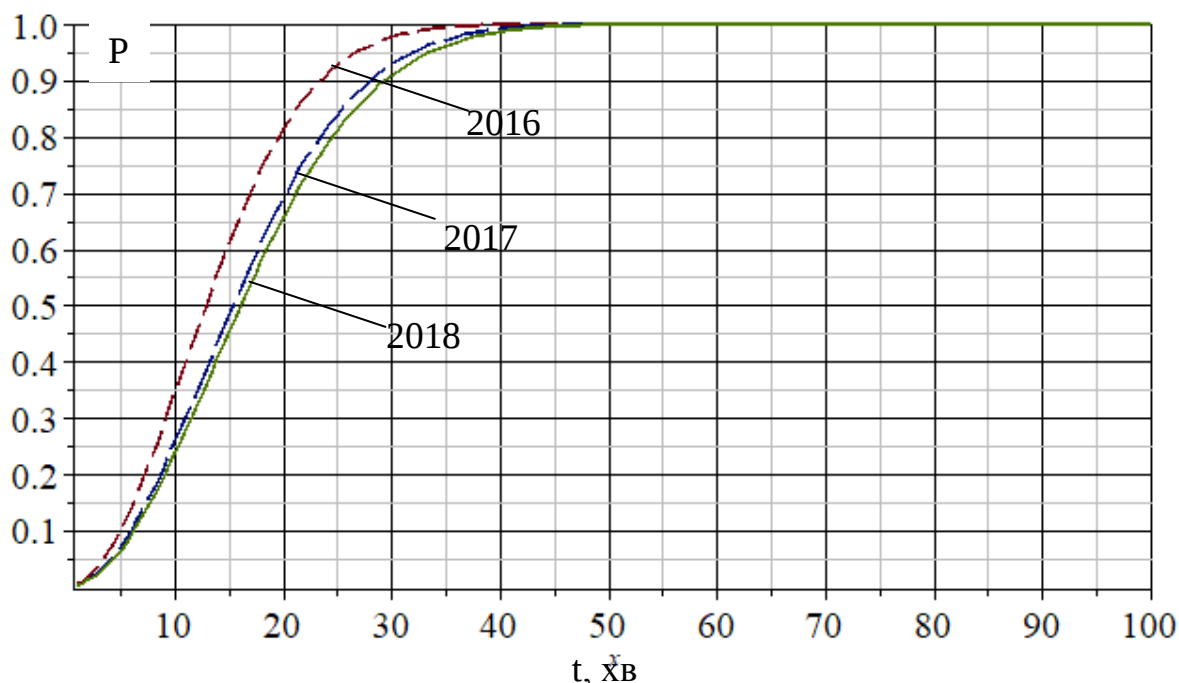


Рис. 2. Функція розподілу часу прибуття підрозділів до місця пожежі після повідомлення про неї t_2

На рис. 3. наведені функції розподілу часу t_3 .

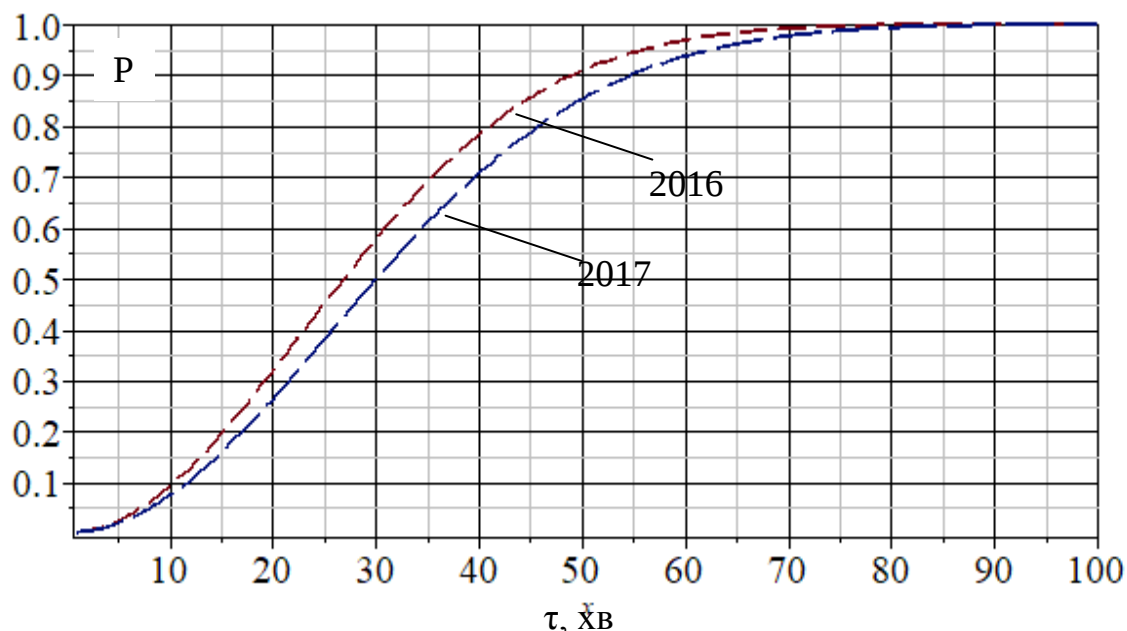


Рис. 3. Функція розподілу часу прибуття підрозділів до місця пожежі після її виникнення t_3

Аналіз рисунку показує зниження імовірності близько на 0,05, а по величині часу на 10–15%.

Висновки. В результаті проведеної роботи: на основі інформації про більш ніж 10000 пожеж за 2016-2018 рік проведено аналіз часу прибуття аварійно-рятувальних підрозділів, локалізації та ліквідації пожежі в області; для випадкових величин t_1 , t_2 , t_3 отримано величини математичного сподівання та середньоквадратичного відхилення. Підтверджено гіпотезу про розподіл даних величин згідно з розподілом Релея; побудовані функції розподілу для t_1 , t_2 , t_3 .

ЛІТЕРАТУРА

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 22 січня 2014 р. № 37-р “Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру” (Офіційний вісник України, 2014 р., № 10, ст. 333).
2. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні URL:<https://undicz.dsns.gov.ua/ua/Analitichniy-oglyad-stanu-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v-Ukrayini.html>
3. Tseng, W., Chien, S. and Shen, T., 2008. Comparative Analysis of Taiwan Fire Risk with Asia/Oceania Countries and Other Countries around the World. Fire Safety Science 9: 981-990. doi:10.3801/IAFSS.FSS. 9-981
4. Кравців С. Я., Соболь О. М. Аналіз інтегрального пожежного ризику на території районів Харківської області. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. Технічні науки. Харків, 2016. № 4 (49). С. 177–179.
5. Свешников А. А. Прикладные методы теории случайных функций. А.А.Свешников М.: Наука, 1968. С. 64.

Отримано редколегією 08.01.2020

Ю. П. Ключка, В. А. Липовой, О. М. Семкив, Х. Ш. Гасанов

Оценка времени реагирования на пожары в области

На основе информации о более чем 10000 пожаров за 2016–2018 год проведен анализ времени прибытия аварийно-спасательных подразделений, локализации и ликвидации пожара в области. Для случайных величин t_1 , t_2 , t_3 получено величины математического ожидания и среднеквадратичного отклонения. Построены плотности вероятности и функции распределения для t_1 , t_2 , t_3 .

Ключевые слова: пожар, время реагирования, ликвидация, локализация, вероятность.

Yu. Klyuchka, V. Lipovyi, O. Semkiv, Kh. Hasanov

Estimation of the fire response time in region

On the basis of information about more than 10,000 fires in 2016–2018, the time of arrival of emergency rescue units, localization and liquidation of fire in region was analyzed. For random variables t_1 , t_2 , t_3 , the values of mathematical expectation and root mean-square distance are obtained. Probability densities and distribution functions for t_1 , t_2 , t_3 are constructed.

Keywords: fire, response time, liquidation, localization, probability.