

МЕТОД УПРАВЛІННЯ ІНТЕГРАЛЬНИМ ПОЖЕЖНИМ РИЗИКОМ

Запропоновано метод управління інтегральним пожежним ризиком за допомогою управління параметрами, що впливають на цей ризик. Наведено рівняння регресії для прогнозування інтегрального пожежного ризику залежно від часу слідування пожежно-рятувальних підрозділів до місця пожежі. Встановлено наявність зв'язку між часом прямування підрозділу до місця пожежі та коефіцієнтом покриття відповідної території (задана область з дискретними елементами) районами обслуговування оперативно-рятувальних підрозділів (центрів безпеки). Зроблено висновок, що задача мінімізації інтегрального пожежного ризику може бути зведена до задачі оптимального покриття заданої області районами обслуговування центрів безпеки.

Ключові слова: інтегральний пожежний ризик, мінімізація ризику, коефіцієнт покриття.

S. Ya. Kravtsiv

METHOD OF INTEGRATED FIRE RISK MANAGEMENT

In this paper we propose a method for integral fire risk management by controlling parameters that affect this risk. The regression equation for prediction of integral fire risk depending on the running time of fire and rescue units is given. Interconnection between the the running time of fire and rescue unit and the fire coverage ratio of the relevant territory (a specified area with discrete elements) is determined. The conclusion shows that the task of minimizing the integral fire risk can be reduced to the problem of optimal fire coverage of a given area.

Key words: integral fire risk, risk minimization, fire coverage ratio.

Постановка проблеми. Відповідно до Концепції управління ризиками [1], однією з проблем, що потребує вирішення, є необхідність впровадження концептуальних засад управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій, викликана наявністю небезпечних чинників техногенного та природного характеру. Постає задача запровадження сучасних методів управління ризиками для зменшення кількості та мінімізації соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій, забезпечення досягнення гарантованого рівня безпеки громадян і суспільства. На сьогодні механізми управління ризиками, спрямовані на зменшення їх значень, не набули широкого практичного застосування. Так, кількісна оцінка ризиків використовується лише в окремих областях, а саме, під час аналізу безпеки атомних електричних станцій, декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. Разом з тим, недосконалі нормативно-правові, організаційні та технічні методи управління ризиками не дають змоги сьогодні досягти рівнів ризиків, що відповідають рівням економічно розвинутих держав.

Слід відзначити, що в Україні рівень техногенних ризиків, зокрема пожежних, перевищує припустимі значення, що обумовлює впровадження нових методів управління та подальшої мінімізації зазначених ризиків.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В попередніх роботах проведено аналіз нормування ризиків [2], визначені діапазони значень, проведений аналіз основних інтегральних пожежних ризиків та визначені адміністративно-територіальні одиниці з високим ступенем ризику [3]. Робота [4] встановила тісний зв'язок між інтегральним пожежним ризиком та часом слідування пожежно-рятувальних підрозділів (ПРП) до місця пожежі. Зокрема, в роботі [5] побудовано математичну модель управління даним інтегральним пожежним ризиком та визначені основні фактори, що впливають на рівень ризику для людини загинути від пожежі

за одиницю часу (в нашому випадку – це рік). В США оцінкою та управлінням пожежного ризику займається агенція FEMA, причому результати її діяльності наведені в [6, 7]. Разом з тим, дані роботи не містять інформації щодо залежності величина ризику від часу прямування ПРП до місця надзвичайної ситуації. Аналогічний висновок можна зробити під час аналізу методів оцінки ризику у різних країнах світу, що наведені в Глобальній концепції побудови протипожежної безпеки [8-10].

Метою роботи є створення методу мінімізації інтегрального пожежного ризику для людини загинути від пожежі за рік за допомогою управління параметрами, що впливають на цей ризик.

Виклад основного матеріалу. Виходячи з роботи [4], на основі кореляційної матриці (таблиця 1) було встановлено тісні взаємозв'язки між інтегральним пожежним ризиком R_3 та досліджуваними параметрами: часом прямування ПРП до місця пожежі $\tau_{\text{прям}}$ та часом локалізації ПРП пожежі $\tau_{\text{лок}}$.

Можна зробити висновок, що одним із способів мінімізації цього інтегрального ризику є вплив на параметри $\tau_{\text{прям}}$ та $\tau_{\text{лок}}$. Обґрунтуванням застосування цього способу є значення відповідних коефіцієнтів кореляції.

Таблиця 1

Кореляційна матриця основних параметрів

	R_3	$N_{\text{пож}}$	$N_{\text{жертв}}$	$\tau_{\text{прям}}$	$\tau_{\text{лок}}$	$\tau_{\text{лікв}}$
R_3	1,000	-0,396	1,000	0,551	0,517	-0,403
$N_{\text{пож}}$	-0,396	1,000	-0,396	-0,673	-0,591	0,641
$N_{\text{жертв}}$	1,000	-0,396	1,000	0,551	0,517	-0,403
$\tau_{\text{прям}}$	0,551	-0,673	0,551	1,000	0,789	-0,197
$\tau_{\text{лок}}$	0,517	-0,591	0,517	0,789	1,000	-0,603
$\tau_{\text{лікв}}$	-0,403	0,641	-0,403	-0,197	-0,603	1,000

У роботі [11] проведено групування адміністративно-територіальних одиниць України за рівнем інтегрального пожежного ризику за допомогою кластерного аналізу. Цей аналіз розділив області України та місто Київ на чотири кластери. Наприклад, до другого кластеру входять Чернівецька, Херсонська, Полтавська, Запорізька, Дніпропетровська, Черкаська, Харківська, Одеська та Вінницька області. За допомогою статистичних даних розрахуємо інтегральний пожежний ризик R_3 за формулою

$$R_3 = \frac{N_{\text{жертв}}}{N_{\text{нас}} \cdot T}, \quad (1)$$

де $N_{\text{жертв}}$ – кількість жертв протягом періоду T , жертв; $N_{\text{нас}}$ – кількість населення, що проживає на досліджуваній території (в нашому випадку це кількість населення в областях, об'єднаних у кластер), осіб.

За розрахованим ризиком та статистичними даними стосовно часу слідування побудуємо діаграму залежності (рис. 1).

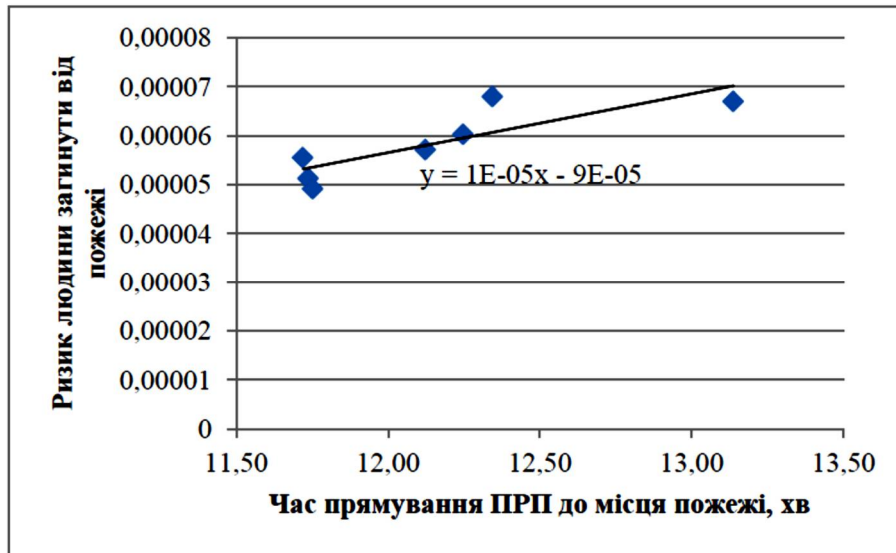


Рисунок 1 – Діаграма залежності пожежного ризику R_3 від часу прямування ПРП $\tau_{\text{прям}}$

За допомогою методу найменших квадратів проводимо лінію регресії, відповідно до якої рівняння регресії буде мати такий вигляд

$$R_3 = (\tau_{\text{прям}} - 9)10^{-5} \quad (2)$$

Лінія тренда показує, що із збільшенням часу прямування ПРП ризик R_3 також зростає, тому задача мінімізації ризику переходить в задачу мінімізації часу слідування пожежних підрозділів до місця виникнення пожежі. Цей час напряму залежить від області обслуговування ПРП. Виникає нова задача, що полягає в оптимізації покриття заданої області з дискретними елементами (населені пункти, об'єкти підвищеної небезпеки, потенційно небезпечні об'єкти) районами обслуговування центрів безпеки.

Було зроблено припущення, що час слідування оперативно-рятувальних підрозділів до місця виникнення небезпечної події та, як наслідок, час локалізації та ліквідації небезпечної події залежить від коефіцієнта покриття відповідної території (задана область з дискретними елементами) районами обслуговування оперативно-рятувальних підрозділів (центрів безпеки). Цей коефіцієнт обчислюється за допомогою такого виразу:

$$k_{\text{cover}} = \frac{S\left(\bigcup_{q=1}^{N_q} P_q\right)}{S(S_0)} \quad (3)$$

де N_q – кількість наявних оперативно-рятувальних підрозділів; P_q – район обслуговування q -го підрозділу; S_0 – область покриття; $S(\cdot)$ – функція обчислення площі відповідного геометричного об'єкта. $\tau_{\text{прям}}$

На рис. 2 наведено залежність часу реагування на небезпечну подію від коефіцієнта покриття для Харківської області (яка входить до другого кластеру), а також обчислено коефіцієнт кореляції та побудовано лінію тренда за допомогою методу найменших квадратів. Для проведення дослідження було розроблено програмне забезпечення у середовищі IntelliJ IDEA з використанням бібліотеки JavaFX. Область обслуговування розраховувалась відповідно до Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій [7], а саме, визначення необхідної кількості пожежно-рятувальних підрозділів (пожежних

частин) місцевої і добровільної пожежної охорони в об'єднаних територіальних громадах, їх чисельності, місць дислокації з урахуванням часу прибуття до місця виклику (10 хвилин – у місті та 20 хвилин – у сільській місцевості).

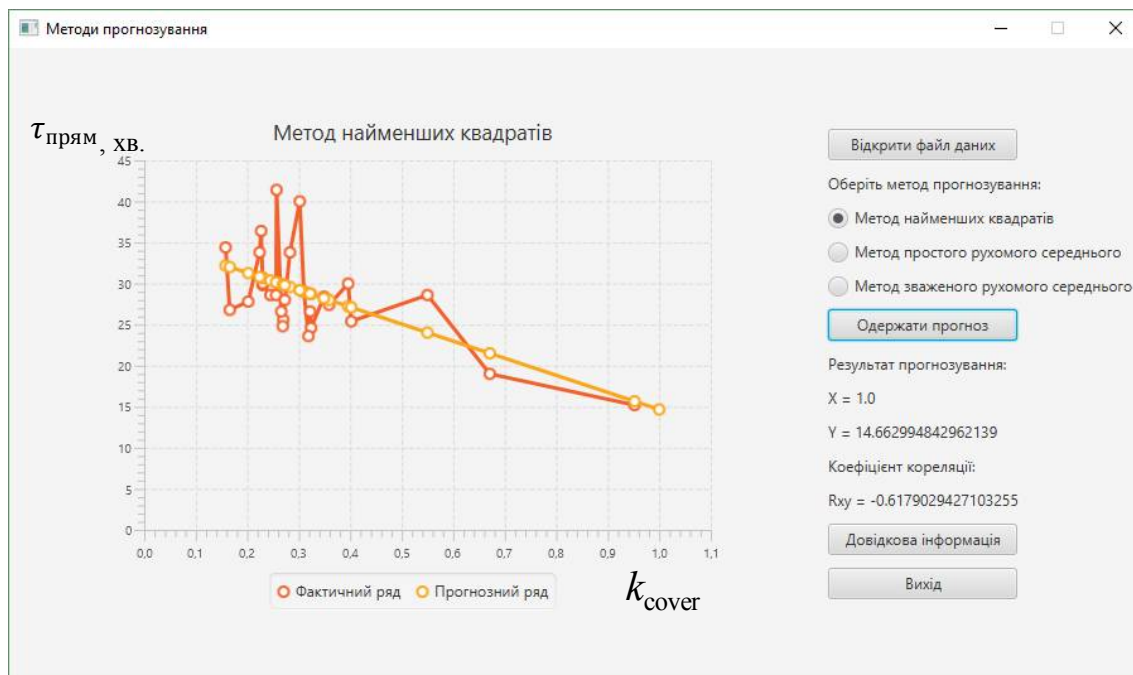


Рисунок 2 – Залежність часу реагування на небезпечну подію від коефіцієнта покриття для Харківської області

Таким чином, можна зробити висновок про наявність зв'язку між часом прямування ПРП до місця пожежі та коефіцієнтом покриття. Саме це визначає перспективу подальших досліджень на розробку моделей та методів оптимізаційного покриття неопуклими багатокутниками заданої області з дискретними елементами.

Висновки. Ця робота присвячена розробці методу управління інтегральним пожежним ризиком, що полягає у зміні параметрів, які впливають на ризик. В роботі наведено рівняння регресії для прогнозування ризику R_3 , яке показує, що із збільшенням часу прямування ПРП ризик також зростає, тому задача мінімізації ризику переходить в задачу мінімізації часу слідування пожежних підрозділів до місця виникнення пожежі. Встановлено наявність зв'язку між часом прямування ПРП до місця пожежі та коефіцієнтом покриття відповідної території (задана область з дискретними елементами) районами обслуговування оперативно-рятувальних підрозділів (центрів безпеки). Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку моделей та методів оптимізаційного покриття неопуклими багатокутниками заданої області з дискретними елементами.

Список літератури:

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 22.01.2014 № 37-р «Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/37-2014-p>.
2. Кравців С.Я. Аналіз закордонного досвіду державного регулювання рівня прийнятного ризику / С.Я. Кравців, О.М. Соболь // Вісник НУЦЗ України. – Харків: НУЦЗУ, 2016. – Вип. 2 (5) – С. 297-302. – Режим доступу: [http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/PublicAdministration/vol5/Visnyk_NUCZU_41_2016_2\(5\).pdf](http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/PublicAdministration/vol5/Visnyk_NUCZU_41_2016_2(5).pdf).

3. Kravtsiv S.Ya. The analysis of integral risks of the territory of Ukraine / S.Ya. Kravtsiv, O.M. Sobol, A.V. Maksimov // Проблеми надзвичайних ситуацій: збірник наукових праць. – Харків: НУЦЗУ, 2016. – Вип. 23. – С. 53-60. – Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol23/Kravtsiv.pdf>.
4. Кравців С. Я. Оцінювання параметрів впливу на інтегральний пожежний ризик за допомогою факторного аналізу / С. Я. Кравців, О. М. Соболю, В. В. Тютюник // Пожежна безпека : зб. наук. праць. – Львів : ЛДУБЖД, 2017. – Вип. 30 – С. 99-104. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/4899/1/30-13.pdf>.
5. Соболю О. М. Математична модель управління інтегральним пожежним ризиком та її особливості / О. М. Соболю, С. Я. Кравців // Вісник Херсонського національного технічного університету – Херсон: ХНТУ, 2017 – Вип. 3 (62) Том 2. – С. 317-321. Режим доступу: http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/6630/1/Соболю_Кравців.pdf.
6. Risk Management Practices in the Fire Service [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://apps.usfa.fema.gov/publications/display?id=1071>.
7. State fire death rates and relative risk [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.usfa.fema.gov/data/statistics/fire_death_rates.html.
8. Global Concepts In Residential Fire Safety: Part 1 – Best Practices from England, Scotland, Sweden, and Norway, CDC, prepared by TriData Corporation, 2007.
9. Global Concepts in Residential Fire Safety: Part 2 - Australia, New Zealand, and Japan, CDC, prepared by TriData Corporation, 2008.
10. Global Concepts In Residential Fire Safety: Part 3 – Best Practices from Canada, Puerto Rico, Mexico, and Dominican Republic, CDC, prepared by TriData Corporation, 2009.
11. Кравців С. Я. Групування адміністративно-територіальних одиниць України по рівню інтегрального пожежного ризику за допомогою кластерного аналізу / С. Я. Кравців, О. М. Соболю // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків : НУЦЗУ, 2017. – Вип. 26. – С. 79-86. – Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/6410/1/kravtsiv.pdf>.

References:

1. Rozporyadzhennya Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 22.01.2014 № 37-r «Pro sxvalennya Konceptiyi upravlinnya ryzykamy vynykennya nadzvyčajnyx sytuacij texnogenogo ta pryrodного характеру» [Elektronnyj resurs] // Rezhym dostupu: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/37-2014-p>.
2. Kravciv S.Ya. Analiz zakordonnogo dosvidu derzhavnogo regulyuvannya rivnya pryjnyatnogo ryzyku / S.Ya. Kravciv, O.M. Sobol // Visnyk NUCzZ Ukrayiny. – Харків: NUCzZU, 2016. – Вyp. 2 (5) – С. 297-302. – Rezhym dostupu: [http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/PublicAdministration/vol5/Visnyk_NUCZU_41_2016_2\(5\).pdf](http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/PublicAdministration/vol5/Visnyk_NUCZU_41_2016_2(5).pdf).
3. Kravtsiv S.Ya. The analysis of integral risks of the territory of Ukraine / S.Ya. Kravtsiv, O.M. Sobol, A.V. Maksimov // Problemy nadzvyčajnyx sytuacij: zbirnyk naukovyx prac. – Харків: NUCzZU, 2016. – Вyp. 23. – С. 53-60. – Rezhym dostupu: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol23/Kravtsiv.pdf>.
4. Kravtsiv S.Ya. Otsiniuvannya parametriv vplyvu na intehralnyi pozhezhnyi ryzyk za dopomohoiu faktornoho analizu / S.Ya. Kravciv, O.M. Sobol, V.V. Tiutiunyk // Pozhezhna bezpeka: zb. nauk. prats. – Lviv: LDUBZhD, 2017. – Вyp. 30 – С. 99-104. Rezhym dostupu: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/4899/1/30-13.pdf>.
5. Sobol O.M. Matematychna model upravlinnia intehralnym pozhezhnym ryzykom ta yii osoblyvosti / Sobol O.M., S.Ya. Kravciv // Visnyk Khersonskoho natsionalnogo tekhnichnogo universytetu – Kherson: KhNTU, 2017 – Вyp. 3 (62) Том 2. – С. 317-321. Rezhym dostupu: http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/6630/1/Соболю_Кравців.pdf.
6. Risk Management Practices in the Fire Service [Electronic resource]. – Rezhym dostupu: <https://apps.usfa.fema.gov/publications/display?id=1071>.

7. State fire death rates and relative risk [Electronic resource]. – Rezhym dostupu: https://www.usfa.fema.gov/data/statistics/fire_death_rates.html.
8. Global Concepts In Residential Fire Safety: Part 1 – Best Practices from England, Scotland, Sweden, and Norway, CDC, prepared by TriData Corporation, 2007.
9. Global Concepts in Residential Fire Safety: Part 2 – Australia, New Zealand, and Japan, CDC, prepared by TriData Corporation, 2008.
10. Global Concepts In Residential Fire Safety: Part 3 – Best Practices from Canada, Puerto Rico, Mexico, and Dominican Republic, CDC, prepared by TriData Corporation, 2009.
11. Kravtsiv S. Ya. Hrupuvannia administratyvno-terytorialnykh odynyts Ukrainy po rivniu intehralnoho pozhezhnoho ryzyku za dopomohoiu klasternoho analizu / S. Ya. Kravciv, O. M. Sobol // Problemy nadzvyhajnyx situacij: zbirnyk naukovyx pracz. – Xarkiv: NUCzZU, 2017. – Vyp. 26. – S. 79-86. – Rezhym dostupu: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/6410/1/kravtsiv.pdf>.

