

*Е. М. Гуліда, І. О. Мовчан*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

## ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ ЗАХИСТУ

**Постановка проблеми.** Для міст України проблема запобігання виникненню пожеж і мінімізації їх наслідків має особливе значення. Зменшення кількості пожеж та збитків від них потребує вдосконалення системного підходу, що забезпечить взаємодію всіх зацікавлених органів та організацій до вирішення вказаної проблеми.

Виходячи з наведеного можна констатувати, що для міст України існує проблема, яка полягає в розробленні основних напрямків зниження ризиків виникнення пожеж на об'єктах міста.

**Мета роботи.** Розробити методологію зниження ризиків виникнення пожеж на відповідних об'єктах захисту та мінімізацію їх наслідків у випадку виникнення пожежі (збитків об'єктів від пожежі і витрат пожежно-рятувальних підрозділів на її ліквідацію).

**Постановка задач та їх розв'язання.** Згідно із статистичними показниками стану з пожежами в Україні, наприклад, за 2017 рік, основними причинами виникнення пожеж є: 1) підпал; 2) несправність виробничого обладнання; 3) порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок; 4) порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації теплогенеруючих агрегатів та установок; 5) необережне поводження з вогнем; 6) пустощі дітей з вогнем; 7) інші причини.

Найбільша кількість пожеж виникла на спорудах житлового сектора, що становить 73,8%. Основною причиною цих пожеж (до 71,2%) є необережне поводження з вогнем. Тому основні задачі, які необхідно розв'язати і які пов'язані зі зниженням ризиків виникнення пожеж на відповідних об'єктах захисту, будуть такі:

1. Встановити вплив значення пожежного ризику, який пов'язаний з ризиком виникнення пожежі, на тривалість вільного горіння під час пожежі.

2. Визначити прямі збитки від пожежі для об'єкта залежно від тривалості вільного горіння.

3. Визначити витрати пожежно-рятувальних підрозділів, які пов'язані з ліквідацією пожежі.

4. Встановити вплив значення пожежного ризику на сумарні збитки від пожежі.

5. Розробити методологію зниження ризиків виникнення пожеж на об'єктах захисту.

Визначення ризику виникнення пожежі виконуємо на підставі статистичних даних про пожежі ГУ ДСНС України у Львівській області (відомості форми Ф-701 станом на 31 грудня 2017 року). Загальна кількість пожеж на об'єктах Львівської області  $N_n = 3137$ , а  $N_o = 474521$  – загальна кількість об'єктів за ЄДРПОУ, які розташовані на площі області (дані Головного управління статистики у Львівській області). Тоді  $\epsilon_o = 0,00661$ . Після обробки отриманих результатів методом математичної статистики було отримано залежність для визначення тривалості вільного горіння залежно від пожежного ризику.

Для визначення прямих збитків від пожежі для об'єкта захисту залежно від тривалості вільного горіння скористаємося залежністю  $Z_o = C_o S_{II}$ , де  $C_o$  – середня вартість одного квадратного метра площі об'єкта захисту, яка знищена пожежею, грн/м<sup>2</sup>;  $S_{II}$  – площа об'єкта, яка знищена пожежею, м<sup>2</sup>.

Визначаємо витрати  $B_n$  пожежно-рятувальних підрозділів  $B_n = C_n \tau_{з.н.п.}$ , де  $C_n$  – середня вартість однієї години роботи ПРП в процесі ліквідації пожежі за час  $\tau_{з.н.п.}$ , грн/хв.

Для розроблення основних заходів із зниження «ризиків виникнення пожеж» на об'єктах захисту були наведені основні напрямки.

### **Висновки та конкретні пропозиції:**

1. Встановлено вплив значення пожежного ризику, який пов'язаний з ризиком виникнення пожежі, на тривалість вільного горіння при пожежі, що дає можливість виконувати аналіз і прогнозувати вплив ризику виникнення пожежі на загальні збитки від пожежі і знижувати значення цього ризику.

2. В роботі показано, що тривалість вільного розвитку пожежі має лінійну залежність від пожежного ризику в межах його класифікації.

3. Показано, що площа пожежі в процесі її локалізації збільшується і це необхідно враховувати при її визначенні за час вільного розвитку пожежі.

**Постановка проблеми.** За даними масивів карток обліку пожеж, що надійшли від територіальних органів управління ДСНС України, протягом 2017 року в Україні зареєстровано 83 116 пожеж. За цей період спостерігається збільшення кількості пожеж порівнянно з таким же періодом 2016 року на 12,0 %, прямих матеріальних збитків – на 25,3 %, а побічних – на 64,4 % [1]. Аналогічна ситуація із збільшенням кількості пожеж та матеріальних збитків триває і у 2018 році. Це можна пояснити тим, що більшість об'єктів у містах не споряджена в повному обсязі протипожежними засобами, не вживає невідкладних та адекватних заходів із запобігання пожежам, зменшення їх наслідків і відповідно завданих збитків. Для міст України проблема запобігання виникненню пожеж і мінімізації їх наслідків має особливе значення. Щоб зменшити кількість пожеж та збитків від них необхідно вдосконалити системний підхід до проблеми, що забезпечить взаємодію всіх зацікавлених органів та організацій до її вирішення.

Виходячи з наведеного можна констатувати, що для міст України існує проблема, яка полягає в розробленні основних напрямків зниження ризиків виникнення пожеж на об'єктах міста.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Таким чином на сьогодні актуальність розробки та впровадження стратегії щодо зниження ризику виникнення пожеж на об'єктах міст обумовлена багатьма чинниками. В пожежній практиці користуються терміном «*пожежний ризик*», тобто це є рівень можливої реалізації пожежної небезпеки об'єкта захисту та її наслідків для людей і матеріальних цінностей. Гарантування пожежної безпеки об'єктів захисту складається з визначення, аналізу та оцінювання ризику, що дає змогу розробляти і впроваджувати відповідні заходи для зменшення їх значень до прийнятного рівня.

Згідно з рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я і Постанови Кабінету міністрів України від 29 лютого 2012 р. № 306, «*пожежні ризики*» класифікують так: 1) незначний ризик  $\varepsilon \leq 10^{-6}$ ; 2) середній ризик  $\varepsilon = 10^{-6} \dots 5 \cdot 10^{-5}$ ; 3) високий (терпимий) ризик  $\varepsilon = 5 \cdot 10^{-5} \dots 5 \cdot 10^{-4}$ ; 4) неприйнятний ризик  $\varepsilon > 5 \cdot 10^{-4}$  [2].

Наведені «*пожежні ризики*» розглядають лише з точки зору реалізації пожежної небезпеки об'єкта захисту від наслідків пожежі. Тому можна констатувати, що сам «*пожежний ризик*» та його значення не впливає на виникнення пожежі. Пожежа на об'єкті може виникнути при різному значенні ризику, а наслідки від неї можуть бути різними. Тому «*пожежний ризик*» дає можливість тільки реалізувати пожежну небезпеку об'єкта захисту завдяки забезпеченню його необхідними протипожежними засобами [3]. При

забезпеченні допустимого значення пожежного ризику для об'єкта існує імовірність проводити евакуацію людей [4, 5], викликати пожежно-рятувальні підрозділи (ПРП), а також своєчасно приступити до гасіння і ліквідації пожежі. В цьому випадку на об'єкті можна значно зменшити збитки від пожежі і уникнути загибелі людей.

Крім «*пожежного ризику*», розглядають ще «*ризик виникнення пожежі*» на об'єктах захисту, який визначають за залежністю [6]

$$\varepsilon_i = \frac{N_n}{N_o}, \quad (1)$$

де  $N_n$  – загальна кількість пожеж на об'єктах міста, області або регіону, які розглядаються;  $N_o$  – загальна кількість об'єктів за ЄДРПОУ, які розташовані на площі міста, області або регіону.

В свою чергу «*ризик виникнення пожежі*» вказує на відповідну імовірність виникнення пожежі на відповідних об'єктах захисту. Тому, знаючи імовірність виникнення пожежі на об'єкті захисту та визначивши очікувану величину втрат, можна здійснювати управлінські заходи і тим самим уникнути пожежі або, у випадку її виникнення, мінімізувати наслідки від неї та передбачити ефективні компенсаційні заходи.

На підставі аналізу значної кількості результатів досліджень в роботі [7] наведено допустиме значення «*пожежного ризику*» для виробничих приміщень ( $[\varepsilon_e] = 10^{-7}$ ), а для житлового сектора значення складових «*пожежного ризику*» наведено в роботі [8].

Для забезпечення пожежної безпеки об'єктів захисту в першу чергу необхідно знижувати значення «*ризик виникнення пожежі*». В цьому випадку бажано враховувати рекомендації, які були прийняті на III Всесвітній конференції з зниження ризиків лих (14-18 березня 2015 року, м. Сендай, Японія) урядами 187 країн Сендайської рамочної програми із зниження ризику лих на 2015-2030 роки [9] та резолюції Генеральної Асамблеї ООН № 70/1 «Перетворення нашого світу: порядок денний в області сталого розвитку на період до 2030 року» [10].

Таким чином, для розв'язання поставленої проблеми необхідно не тільки проводити боротьбу з пожежами, а і переходити до зниження ризиків їх виникнення.

**Мета роботи.** Розробити методологію зниження ризиків виникнення пожеж на відповідних об'єктах захисту та мінімізації їх наслідків у випадку виникнення пожежі (збитків об'єктів від пожежі і витрат пожежно-рятувальних підрозділів на її ліквідацію).

**Постановка задач та їх розв'язання.** Згідно із статистичними показниками стану з пожежами в Україні, наприклад, за 2017 рік [1] основними при-

чинами виникнення пожеж є: 1) підпал; 2) несправність виробничого обладнання; 3) порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок; 4) порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації теплогенеруючих агрегатів та установок; 5) необережне поводження з вогнем; 6) пустощі дітей з вогнем; 7) інші причини.

Найбільша кількість пожеж виникає у житловому секторі, що становить 73,8%. Основною причиною цих пожеж (до 71,2%) є необережне поводження з вогнем [1]. Тому основними задачами, які необхідно розв'язати і які пов'язані зі зниженням ризиків виникнення пожеж на відповідних об'єктах захисту, будуть такі:

1. Встановити функціональну залежність пожежного ризику, який пов'язаний з ризиком виникнення пожежі, на тривалість вільного розвитку пожежі.

2. Встановити функціональну залежність прямих збитків від пожежі на об'єкті захисту від тривалості вільного розвитку пожежі.

3. Встановити витрати пожежно-рятувальних підрозділів на ліквідацію пожежі.

4. Встановити функціональну залежність пожежного ризику із сумарними збитками від пожежі.

5. Розробити методологію зниження ризиків виникнення пожеж на об'єктах захисту.

Для розв'язання *першої задачі* скористаємося залежністю, за допомогою якої визначають прогнозований час вільного горіння

$$\tau_{в.г} = \tau_{в.в} + \tau_{сн} + \tau_{о.о} + \tau_{з.с} + \tau_{зб} + \tau_{сл} + \tau_{роз}; \quad (2)$$

де  $\tau_{в.в}$  – час з моменту виникнення до виявлення пожежі, хв (тривалість з моменту виникнення до виявлення пожежі без використання системи протипожежної сигналізації 6...9 хв; за наявності системи протипожежної сигналізації 1...2 хв [7]);  $\tau_{сн}$  – час з моменту виявлення пожежі до сповіщення про неї в пожежно-рятувальний підрозділ, хв (за відсутності системи протипожежного захисту  $\tau_{сн} = 3...5$  хв; за наявності системи протипожежного захисту  $\tau_{сн} = 1...2$  хв [7]);  $\tau_{о.о}$  – час на отримання та опрацювання сповіщення про пожежу, хв ( $\tau_{о.о} = 1$  хв [11]);  $\tau_{з.с}$  – час на залучення сил та засобів гарнізону для гасіння пожежі, хв ( $\tau_{з.с} = 3$  хв, згідно з наказом МВС України №325 від 01.07. 1993);  $\tau_{зб}$  – час збору особового складу, хв ( $\tau_{зб} = 1$  хв [11]);  $\tau_{сл}$  – час слідування на пожежу, хв

$$\tau_{сл} = \frac{60Lk_n}{V_{сл}}; \quad (3)$$

$L$  – відстань від пожежно-рятувальної частини до об'єкта, на якому виникла пожежа, км;  $k_n$  – коефіцієнт, який враховує непрямолінійність вуличної мережі (в містобудівній практиці його

максимальне значення приймають  $k_n = 1,4$ );  $V_{сл}$  – середня швидкість руху пожежних автомобілів, км/год (в денний час  $V_{сл} = 32$  км/год; вночі – до 60 км/год [12]);  $\tau_{роз}$  – час оперативного розгортання, хв; ( $\tau_{роз} = 7$  хв [13]).

На підставі отриманих даних та з урахуванням найбільшої відстані обслуговування від пожежного депо до об'єкта захисту ( $L = 3$  км), будемо мати:

1. тривалість вільного розповсюдження пожежі за наявності на об'єкті захисту засобів протипожежного захисту, згідно з наведеними даними, буде  $\tau_{в.г} = 23,9$  хв;

2. тривалість вільного розповсюдження пожежі за відсутності на об'єкті захисту лише приймально-контрольного пристрою пожежної сигналізації, а також пожежних сповіщувачів, буде  $\tau_{в.г} = 25,9$  хв;

3. тривалість вільного розповсюдження пожежі за відсутності на об'єкті захисту жодного протипожежного засобу захисту  $\tau_{в.г} = 33,9$  хв.

Значення пожежного ризику для об'єкта захисту визначають за залежністю [14]

$$\varepsilon_o = \varepsilon_n P_l \varepsilon_{н.к.л} \varepsilon_{н.с} \varepsilon_{н.о} \varepsilon_{н.з} \varepsilon_{е.д} (1 - P_e), \quad (4)$$

де  $\varepsilon_n$  – ризик виникнення пожежі в приміщенні об'єкта захисту (ризик виникнення пожежі пов'язаний з пожежним ризиком і розраховується на підставі статистичних даних);  $P_l$  – імовірність присутності людей в приміщенні

$$P_l = \frac{\tau_l}{24}; \quad (5)$$

$\tau_l$  – час присутності людей на об'єкті, год (в більшості випадків  $\tau_l = 16...24$  год);  $\varepsilon_{н.к.л}$  – ризик відмови приймально-контрольного пристрою пожежної сигналізації;  $\varepsilon_{н.с}$  – ризик відмови пожежного сповіщувача;  $\varepsilon_{н.о}$  – ризик відмови звукового пожежного оповіщувача;  $\varepsilon_{н.з}$  – ризик відмови системи протидимного захисту;  $\varepsilon_{е.д}$  – ризик відмови евакуйовальних дверей з системою їх автоматичного відкриття;  $P_e$  – імовірність евакуювання людей із об'єкта у випадку виникнення пожежі.

Для визначення значень складових залежності (4) скористаємося даними, які наведені в роботі [15]. Почнемо із визначення складових залежності (4) за умови, що об'єкт захисту обладнаний всіма протипожежними засобами.

Визначення ризику виникнення пожежі виконуємо на підставі статистичних даних про пожежі ГУ ДСНС України у Львівській області (відомості форми Ф-701 станом на 31 грудня 2017 року). При цьому використовуємо залежність (1). Загальна кількість пожеж на об'єктах Львівської області  $N_n = 3137$ , а  $N_o = 474521$  – загальна кількість об'єктів за ЄДРПОУ, які розташовані на площі області (дані Головного

управління статистики у Львівській області).  
Тоді

$$\varepsilon_i = \frac{3137}{474521} = 0,00661.$$

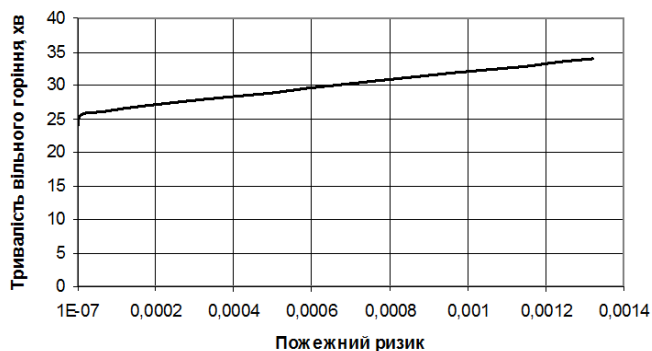
Також були отримані значення складових залежності (4) для першого випадку:  $P_n = 1,0$ ;  $\varepsilon_{n.k.n} = 0,1$ ;  $\varepsilon_{n.c} = 0,1$ ;  $\varepsilon_{n.o} = 0,25$ ;  $\varepsilon_{n.z} = 0,4$ ;  $\varepsilon_{e.d} = 0,25$ ;  $P_e = 0,9$ . На підставі визначених даних пожежний ризик для об'єкта буде дорівнювати

$$\varepsilon_o = 0,00661 \cdot 1 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,25 \cdot 0,4 \cdot 0,25(1-0,9) = 1,65 \cdot 10^{-7}.$$

Для другого випадку при  $\varepsilon_{n.k.n} = 1$  та  $\varepsilon_{n.c} = 1$  значення пожежного ризику для об'єкта буде  $\varepsilon_o = 1,65 \cdot 10^{-5}$ .

В третьому випадку, коли на об'єкті відсутні засоби протипожежного захисту, буде  $\varepsilon_{n.k.n} = 1$ ;  $\varepsilon_{n.c} = 1$ ;  $\varepsilon_{n.o} = 1$ ;  $\varepsilon_{n.z} = 1$ ;  $\varepsilon_{e.d} = 1$ ;  $P_e = 0,8$ , пожежний ризик для об'єкта буде  $\varepsilon_o = 1,32 \cdot 10^{-3}$ .

На підставі отриманих результатів будемо графічну залежність (рис. 1) впливу пожежного ризику для об'єкта захисту  $\varepsilon_o$  на тривалість вільного горіння  $\tau_{e.z}$  у випадку виникнення пожежі.



**Рисунок 1** – Вплив значення пожежного ризику на тривалість вільного розвитку пожежі

Після обробки отриманих результатів методом математичної статистики була отримана залежність (6) для визначення тривалості вільного розвитку пожежі залежно від пожежного ризику

$$\tau_{e.z} = 6874,9\varepsilon_o + 23,898, \text{ хв.} \quad (6)$$

Для розв'язку *другої задачі* необхідно визначити прямі збитки від пожежі для об'єкта захисту залежно від тривалості вільного розвитку пожежі. В цьому випадку збитки від пожежі  $Z_o$  будуть

$$Z_o = C_o S_{II}, \quad (7)$$

де  $C_o$  – середня вартість одного квадратного метра площі об'єкта захисту, яка знищена пожежею, грн/м<sup>2</sup>;  $S_{II}$  – площа об'єкта, яка знищена пожежею, м<sup>2</sup>.

Для визначення площі  $S_{II}$  візьмемо за основу рекомендації роботи [16]. Тоді

$$S_{II} = S_{II1} + S_{II2} + S_{II3}, \quad (8)$$

де  $S_{II1}$  – площа пожежі за перші 10 хв тривалості розвитку пожежі, м<sup>2</sup>;  $S_{II2}$  – площа пожежі за час тривалості подальшого вільного розвитку пожежі, м<sup>2</sup>;  $S_{II3}$  – площа пожежі за тривалості локалізації пожежі, м<sup>2</sup>.

Площа пожежі за перші 10 хв її вільного розвитку

$$S_{II1} = (0,5V_l)^2 10^2 \alpha = 25V_l^2 \alpha, \quad (9)$$

де  $V_l$  – лінійна швидкість розповсюдження пожежі, м/хв;  $\alpha$  – кутовий коефіцієнт, який враховує форму пожежі: кругова (360°)  $\alpha = 3,14$  рад; кутова (180°)  $\alpha = 1,57$  рад; кутова (90°)  $\alpha = 0,785$  рад.

Площа пожежі  $S_{II2}$  після перших 10 хв

$$S_{II2} = (\tau_{e.z} - 10\tau_{e.z})^2 V_l^2 \alpha. \quad (10)$$

Площа пожежі  $S_{II3}$  за період локалізації ( $\tau_{лок}$ ) пожежі [16]

$$S_{II3} = [(\tau_{e.z} - 5 + 0,5\tau_{лок})^2 - (\tau_{e.z} - 5)^2] V_l^2 \alpha. \quad (11)$$

Тривалість локалізації пожежі  $\tau_{лок}$  визначаємо за залежністю [17]

$$\tau_{лок} = \frac{6,39S_{лок}^{0,893}}{2N_A + N_B^I} K_I K_d, \quad (12)$$

де:  $S_{лок} = [2V_l(\tau_{e.z} - 5)h - h^2]\alpha$  – площа локалізації, м<sup>2</sup>;  $h$  – глибина подачі вогнегасної речовини в осередок пожежі  $h$ , м;  $K_I = 1,62 - 3,04I_n^I$  – коефіцієнт, який враховує інтенсивність подання  $I_n^I$  (л/м<sup>2</sup>с) в осередок пожежі вогнегасної речовини;  $K_d = 1,4983 - 0,0262d$  – коефіцієнт, який враховує вплив діаметра насадки  $d$  (мм) ствола;  $N_A$  – кількість стволів  $A$  на гасіння пожежі;  $N_B^I$  – кількість стволів  $B$  на гасіння пожежі.

Збитки об'єкта від пожежі з урахуванням  $S_{II}$  будуть

$$Z_o = C_o V_l^2 \alpha [\tau_{e.z}^2 - 10\tau_{e.z} + \tau_{лок}(\tau_{e.z} - 4,75) + 25]. \quad (13)$$

Для розв'язання *третьої задачі* скористаємося залежністю для визначення прогнозованого часу зайнятості  $\tau_{з.н.н}$  пожежно-рятувальних підрозділів (ПРП) для ліквідації пожежі

$$\tau_{з.н.н} = \tau_{e.z} - (\tau_{e.g} + \tau_{en}) + \tau_{лок} + \tau_z + \tau_{лік}, \text{ хв,} \quad (14)$$

де  $\tau_z$  – тривалість гасіння пожежі

$$\tau_z = \tau_{лок} \left( \frac{S_{II}}{S_{лок}} - 1 \right), \text{ хв} \quad (15)$$

$S_{лок}$  – площа локалізації, м<sup>2</sup>;  $\tau_{лік}$  – час кінцевої ліквідації пожежі

$$\tau_{лік} = 0,25(\tau_{лок} + \tau_z), \text{ хв.} \quad (16)$$

Визначаємо витрати  $B_n$  ПРП

$$B_n = C_n \tau_{з.н.н}, \quad (17)$$

де  $C_n$  – вартість однієї хвилини роботи ПРП при виконанні робіт, які пов'язані з ліквідацією пожежі, грн/хв.

Розв'язання *четвертої задачі* полягає у встановленні функціонального зв'язку між сумарними збитками  $Z_{\Sigma}$  від пожежі і пожежним ризиком. Сумарні збитки від пожежі на об'єкті захисту складаються зі збитків об'єкта та витрат ПРП на ліквідацію пожежі. Тоді

$$Z_{\Sigma} = Z_o + B_n. \quad (18)$$

Після підстановки значень залежностей (13), (17) і (14) в залежність (18), отримаємо

$$Z_{\Sigma} = C_o V_n^2 \alpha [\tau_{\epsilon,2}^2 - 10\tau_{\epsilon,2} + \tau_{лок} (\tau_{\epsilon,2} - 4,75) + 25] + C_n [\tau_{\epsilon,2} - (\tau_{\epsilon,2} + \tau_{cn}) + \tau_{лок} + \tau_{\epsilon} + \tau_{лік}] \quad (19)$$

Для встановлення функціонального зв'язку між сумарними збитками від пожежі і пожежним ризиком підставимо в залежність (19) значення  $\tau_{\epsilon,2} = f(\epsilon_o)$  із залежності (6).

$$Z_{\Sigma} = C_o V_n^2 \alpha \{ (6874,9\epsilon_o + 23,898)^2 - 10(6874,9\epsilon_o + 23,898) + \tau_{лок} (6874,9\epsilon_o + 19,148) + 25 \} + C_n \{ (6874,9\epsilon_o + 23,898) - (\tau_{\epsilon,2} + \tau_{cn}) + \tau_{лок} + \tau_{\epsilon} + \tau_{лік} \}. \quad (20)$$

В свою чергу значення пожежного ризику  $\epsilon_o$  залежить від значення ризику виникнення пожежі  $\epsilon_n$ . Тому для зниження ризику виникнення пожеж на об'єктах захисту розглянемо основні методологічні напрямки дій і заходи, які впливають на зниження цього ризику.

Розв'язання *п'ятої задачі* присвяtimo розробці методології зниження «*ризиків виникнення пожеж*» на об'єктах захисту, що призведе відповідно і до зниження «*пожежного ризику*».

Для розроблення основних заходів із зниження «*ризиків виникнення пожеж*» на об'єктах захисту скористаємося рекомендаціями, які наведені на підставі результатів досліджень в роботах [18, 19]:

1. Службами ДСНС України проводити не менше одного разу на квартал аудит (наглядову діяльність) об'єктів захисту. Особливо це відноситься до потенційно небезпечних об'єктів та об'єктів підвищеної небезпеки. Такий підхід буде сприяти зниженню ризику виникнення пожеж в межах 10...12%.

2. Службами газопостачання та електропостачання проводити не менше одного разу на два квартали наглядову діяльність об'єктів захисту, особливо в житловому секторі, де використовується велика кількість газу – та електроприладів. Цей захід дасть змогу знизити ризик виникнення пожеж в межах 12...14%.

3. На підставі результатів запланованих і проведених заходів ризику виникнення пожеж та пожежні ризики об'єктів захисту повинні бути знижені. Отримані результати заносять в мапу ризиків, що відображає порівняльну оцінку (було / стало) рівня ризиків за групами ризикових факторів для подальшого контролю і виконання.

## Висновки

1. Встановлено вплив значення пожежного ризику, який пов'язаний з ризиком виникнення пожежі, на тривалість вільного розвитку пожежі, що дає можливість аналізувати і прогнозувати вплив ризику виникнення пожежі на загальні збитки від пожежі і знижувати значення цього ризику.

2. В роботі показано, що тривалість вільного розвитку пожежі залежить лінійно від пожежного ризику в межах його допустимого значення.

3. Показано, що площа пожежі в процесі її локалізації збільшується і це необхідно враховувати при її визначенні за час вільного розвитку пожежі.

## Список літератури:

1. Аналіз масиву карток обліку пожеж – ДСНС України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://undicz.dsns.gov.ua/ua/Analiz-masivu-kartok-obliku-pozhezh.html>.

2. Гуліда Е. М. Вплив пожежного ризику на величину збитків від пожежі в приміщеннях різних об'єктів. / Е.М. Гуліда // Пожежна безпека: Збірник наукових праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2016. – № 28. – С. 36-42.

3. Fire risk assessments. // [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.gov.uk/...fire.../fire-risk-assessment>.

4. Fire safety in the workplace. // [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.gov.uk/workplace-fire-safety-your-responsibilities/fire-risk-assessments>.

5. Henderson L. F. On the fluid mechanics of human crowd motion. // Transportation Research, 1974, vol. 8, № 6. – P. 28-36.

6. Климась Р. Визначення ймовірності виникнення пожеж у будівлях і спорудах різного призначення / Р. Климась, Д. Матвійчук // Надзвичайна ситуація № 11, 2011. – С. 44-45.

7. Самошин Д. А. Расчет пожарных рисков для общественных, жилых и административных зданий / Д. А. Самошин – 46 с. // [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.akademygps.ru>.

8. Гуліда Е. М. Прогнозування виникнення пожеж в житловому секторі на підставі аналізу техногенного ризику. / Е. М. Гуліда, О. І. Башинський, І. О. Мовчан // Пожежна безпека: Збірник наукових праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2012. – № 20. – С. 150-154.

9. Сендайська рамочна програма по зниженню ризику лих на 2015-2030 роки. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dag.un.org/bitstream/handle/11176/148619/A>.

10. Перетворення нашого світу: резолюція А/RES/70/1, яка прийнята Генеральною Асамблеєю ООН 25 вересня 2015 року. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ares70d1>.

11. Нормативи по пожежно-стройовій підготовці. – К.: УДПО МВС України, 1995. – 14 с.

12. Мовчан І. О. Вибір критеріїв для прийняття рішень в системі пожежогасіння / І. О. Мовчан, М. І. Васильєв // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності № 8. – Львів: ЛДУ БЖД, 2013. – С. 146-154.

13. Бут В. П. Практичний посібник з пожежної тактики. / В. П. Бут, Б. В. Куцішій, Б. В. Болібрux – Львів: СПОЛЮМ, 2003. – 133 с.

14. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (Приложение к приказу МЧС РФ от 30.06.2009 № 382). – М.: МЧС РФ, 2009. – 10 с.

15. Гуліда Е. М. Забезпечення пожежної безпеки та ліквідація пожеж на деревообробних підприємствах. / Е.М. Гуліда, О.М. Коваль. – Львів: ПАІС, 2017. – 272 с.

16. Пархоменко Р. В. Пожежна тактика / Р. В. Пархоменко, Б. В. Болібрux, Д. О. Чалий – Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2013. – 416 с.

17. Мовчан І. О. Визначення прогнозованого часу гасіння пожежі на промислових підприємствах. / І. О. Мовчан, Е. М. Гуліда, Д. П. Войтович // Проблеми пожежної безпеки. – Харків: УЦЗ України, 2008. – Вип. 23. – С. 241-247.

18. Заходи щодо зниження ризику. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://stud.com.ua/20986/strahova\\_sprava/zahodi\\_s\\_chodo\\_znizhennya\\_riziku](https://stud.com.ua/20986/strahova_sprava/zahodi_s_chodo_znizhennya_riziku).

19. Концепція по ризикам. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/2013/1/31/Konceptsia\\_21.01.13.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/2013/1/31/Konceptsia_21.01.13.pdf).

### References

1. Analysis of the array of fire fighting records -DNSS of Ukraine. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://undicz.dsns.gov.ua/ua/Analiz-masivu-kartok-obliku-pozhezh.html>.

2. Gulida E. M. Effect of fire risk on the magnitude of damage from the fire in the premises of various objects. / E. M. Gulida // Fire safety: Collection of scientific works. – Lviv: LDU BZD, 2016. – No. 28. – P. 36-42.

3. Fire risk assessments. // [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.gov.uk/...fire.../fire-risk-assessment>.

4. Fire safety in the workplace. // [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.gov.uk/workplace-fire-safety-your-responsibilities/fire-risk-assessments>.

5. Henderson L. F. On the fluid mechanics of human crowd motion. // Transportation Research, 1974, vol. 8, № 6. – P. 28-36.

6. Klimas R. Determination of the probability of the occurrence of fires in buildings and structures of different purposes / R. Klimas, D. Matviichuk // Emergency Situation No. 11, 2011. – P. 44-45.

7. Samoshin D.A. Calculation of fire risks for public, residential and administrative buildings / Samoshin DA – 46 p. // [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.akademygps.ru>.

8. Gulida E. M. Forecasting of fires in the residential sector on the basis of analysis of technogenic risk. / E. M. Gulida, O. I. Bashinsky, I. O. Movchan // Fire safety: Collection of scientific works. – Lviv: LDU BZD, 2012. – No. 20. – P. 150-154.

9. The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction for 2015-2030. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dag.un.org/bitstream/handle/11176/148619/A>.

10. Transformation of our world: resolution A / RES / 70/1, adopted by the UN General Assembly on September 25, 2015. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/a-res70d1>.

11. Norms for fire-fighting training. – К. : UDPO of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, 1995. – 14 p.

12. Movchan I. O. Selection of criteria for decision-making in the fire extinguishing system / I. O. Movchan, M. I. Vasiliev // Visnyk of the Lviv State University of Life-of-Life Safety No. 8. – Lviv: LDU BZD, 2013. – P. 146-154.

13. But V. P. Practical manual on fire tactics. / V. P. Booth, B. V. Kutsischiy, B. V. Bolibruch – Lviv: СПОЛОМ, 2003. – 133 p.

14. The method for determining the calculated values of fire risk in buildings, structures and structures of various classes of functional fire hazard (Annex to the order of the Emergency Situations Ministry of the Russian Federation of June 30, 2009 No. 382). – М. : MES RF, 2009. – 10 p.

15. Gulida E. M. Providing fire safety and eliminating fires at woodworking enterprises. / E. M. Gulida, O. M. Koval. – Lviv: ПАІС, 2017. – 272 p.

16. Parkhomenko R. V. Fire tactics / R. V. Parkhomenko, B. V. Bolibruch, D. O. Chaly – Kamyanets-Podilsky: PE "Medobory-2006", 2013. – 416 p.

17. Movchan I. O. Determination of projected fire extinguishing time at industrial enterprises. / I. O. Movchan, E. M. Gulida, D. P. Voitovich // Fire safety issues. – Kharkiv: UGS of Ukraine, 2008. – Vyp. 23. – P. 241-247.

18. Risk reduction measures. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://stud.com.ua/20986/strahova\\_sprava/zahodi\\_schodo\\_znizhennya\\_riziku](https://stud.com.ua/20986/strahova_sprava/zahodi_schodo_znizhennya_riziku).

19. Concept on risks. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/2013/1/31/Koncepcia\\_21.01.13.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/2013/1/31/Koncepcia_21.01.13.pdf).

*E. M. Gulida, I. O. Movchan*

## MAIN WAYS OF REDUCING THE FIRE DAMAGE RISKS ON PROTECTING OBJECTS

**Formulation of the problem.** For the cities of Ukraine, the problem of preventing the occurrence of fires and minimizing their consequences is of particular importance. Reducing the number of fires and losses from them requires an improved system approach that will ensure the interaction of all interested bodies and organizations to solve the problem.

Proceeding from the above we can state that there is a problem for the cities of Ukraine that the main directions of reducing the risks of fires on the objects of the city are developed.

**The goal of the work.** To develop a methodology for reducing the risks of fire on the relevant objects of protection and minimizing their consequences in the event of a fire (damage to the objects from the fire and expenses of fire and rescue units for its elimination).

**Setting tasks and their solutions.** According to statistical indicators of the state of fires in Ukraine, for example, in 2017, the main causes of the fires are: 1) arson; 2) malfunction of production equipment; 3) violation of the rules of fire safety in the installation and operation of electrical installations; 4) violation of the rules of fire safety in the installation and operation of heat-generating units and installations; 5) careless handling of the fire; 6) the wisdom of children with fire; 7) other reasons.

The largest number of fires occurred in the residential sector, accounting for 73.8%. The main cause of these fires (up to 71.2%) is the careless handling of fire. Therefore, the main tasks to be solved and related to reducing the risks of fire on the relevant security objects will be as follows:

1. Determine the effect of the fire risk value associated with the risk of fire, on the duration of free burning during the fire.

2. Determine the direct damage from the fire for the object, depending on the duration of free burning.

3. Determine the expenses of the fire and rescue units that are associated with the elimination of the fire.

4. Determine the effect of the fire risk value on the total fire damage.

5. Develop a methodology for reducing the risks of fire on objects of protection.

Determination of the risk of a fire is performed on the basis of the statistics of the fire of the State DPSU of Ukraine in the Lviv region (information form F-701 as of December 31, 2017). The total number of fires on the objects of the Lviv region  $N_n = 3137$ , and  $N_o = 474521$  – the total number of objects for the Unified State Register of Deputies of Ukraine, located on the area of the region (data of the Main Directorate of Statistics in the Lviv region). Then  $\varepsilon_o = 0,00661$ . After processing the obtained results by the method of mathematical statistics, dependence was obtained for determining the duration of free burning depending on the fire risk.

To determine the direct damage from the fire for the object of protection, depending on the duration of free burning, we will use the dependence, where  $C_o$  is the average cost per square meter of the area of the fire protection object, UAH / m<sup>2</sup>;  $S_p$  – area of the object destroyed by a fire, m<sup>2</sup>.

Determine the expenses of the  $B_f$  of the fire and rescue units, where  $C_n$  - the average cost of one minute of the operation of the PRP during the firefighting process during the time  $\tau_{z,p,p}$ , UAH / min.

The main directions were devised to develop the main measures to reduce the "risks of fire" at the protection objects.

### Conclusions and specific suggestions:

1. Influence of the fire risk, which is connected with the risk of fire, on the duration of free burning during a fire is established, which makes it possible to carry out the analysis and predict the impact of the risk of a fire on the total fire damage and reduce the value of this risk.

2. The work shows that the duration of the free development of a fire has a linear dependence on the fire risk within its classification.

3. It is shown that the area of the fire in the process of its localization increases and it is necessary to take into account when it is determined during the time of free development of the fire.