

УДК 614.849

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНЮВАННЯ ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ

Р.В. Климась, В.В. Ніжник, канд. техн. наук, ст. наук. співроб., О.О. Сізіков, канд. техн. наук, ст. наук. співроб., О.П. Якименко, канд. техн. наук, А.В. Нетреба, канд. фіз.-мат. наук., Н.М. Довгошеєва*
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 04.10.2016
Пройшла рецензування: 09.12.2016

КЛЮЧОВІ СЛОВА

ризик-орієнтований підхід, ступінь ризику від провадження господарської діяльності, ризик, пожежний ризик, методи оцінювання пожежного ризику.

На теперішній час в Україні законодавчо встановлено [1], що державний нагляд у сфері господарської діяльності та терміни здійснення планових заходів мають бути диференційовані залежно від ступеня ризику, зокрема у сфері техногенної та пожежної безпеки встановлено критерії, за якими суб'єкти господарювання відносяться до одного з трьох ступенів ризику їх діяльності: високого, середнього та незначного [2]. Розподіл суб'єктів господарювання за ступенем ризику їх діяльності проводиться декларативно, адже кількісних значень прийнятності ризику від провадження господарської діяльності у сфері техногенної та пожежної безпеки поки ще не встановлено. Разом з цим це є ключовим аспектом у запровадженні ризик-орієнтованого підходу, що забезпечить об'єктивний диференційований підхід до здійснення наглядової діяльності відносно суб'єктів господарювання, а саме: суб'єкти малого та середнього ступенів ризику отримають альтернативу плановим перевіркам - добровільне страхування; обов'язкові перевірки проводитимуться лише для суб'єктів високого ступеня ризику та державних установ. Для реалізації цього необхідно встановити кількісні показники ступенів ризику, розробити методики, що дозволить на основі статистичних даних за довгостроковий період про пожежі та їх наслідки в Україні провести розрахунки з визначення таких значень.

Таким чином, метою цієї роботи є удосконалення методичних підходів щодо оцінювання ризику негативних наслідків від пожеж, що

АНОТАЦІЯ

Проведено аналіз інформаційних джерел щодо визначення кількісного значення пожежного ризику та існуючих методів оцінювання пожежного ризику. Запропоновано нові методичні підходи для розрахунку значення ступеня ризику негативних наслідків від пожежі через провадження господарської діяльності. Запропоновано концептуальні зміни до нормативного документу, що визначає критерії, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки.

сталися через провадження господарської діяльності.

Об'єкт дослідження - оцінювання ризику негативних наслідків від пожеж, що сталися через провадження господарської діяльності.

Предмет дослідження - чинники, що впливають на кількісне значення ризику негативних наслідків від пожеж, що сталися через провадження господарської діяльності.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- проаналізувати нормативні документи, що встановлюють кількісне значення пожежного ризику;

- проаналізувати методики для визначення кількісного значення пожежного ризику;

- визначити чинники, що впливають на кількісне значення ризику негативних наслідків від пожеж, що сталися через провадження господарської діяльності;

- удосконалити методичні підходи з визначення кількісного значення ризику негативних наслідків від пожеж, що сталися через провадження господарської діяльності;

- запропонувати зміни до нормативного документу, що визначає критерії, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки.

Концепцією [3] зазначено, що основою нормативної бази ризиків є два основних нормативних рівні ризиків: мінімальний ризик - менший або який дорівнює $1 \cdot 10^{-8}$ та гранично до-

*E-mail: nignyk@ukr.net

пустимий ризик, який дорівнює $1 \cdot 10^{-5}$. Крім того в ГОСТ 12.1.004 [4] встановлено, що допустимий рівень пожежної небезпеки для людей повинен бути не більше 10^{-6} дії небезпечних чинників пожежі, що перевищують гранично-допустимі значення, в рік із розрахунку на кожну людину. Проектом зміни до постанови Кабінету Міністрів України від 29.02.2012 № 306 [2] запропоновано наступні значення прийняттого ризику, які були отримані у результаті раніше проведених досліджень [5] :

для високого ступеню ризику:

$$5 \cdot 10^{-6} < R \leq 1 \cdot 10^{-5};$$

для середнього ступеню ризику:

$$1 \cdot 10^{-6} < R \leq 5 \cdot 10^{-6};$$

для незначного ступеню ризику:

$$R \leq 1 \cdot 10^{-6}.$$

Слід також зазначити, що нормативні значення пожежних ризиків у зарубіжних країнах коливаються в межах від 10^{-4} до 10^{-8} [6].

Впровадження кількісних значень пожежних ризиків потребує наявності методик їх оцінювання. Огляд сучасних методів оцінювання пожежних ризиків свідчить про те, що як імовірнісні так й індексні методи є потужними інструментами, кожен з яких може застосовуватись під час кількісної оцінки ризиків. Імовірнісні методи вимагають проведення детального аналізу стану пожежної безпеки об'єкту із застосуванням відповідного математичного апарату та програмних продуктів. Їх застосування для розрахунків пожежного ризику у будівлях представляє значні труднощі через необхідність проведення розрахунків динаміки розвитку пожежі та ймовірності безпечної евакуації людей на основі польових моделей для багатьох сценаріїв можливої пожежі. Індексні методи, навпаки, дозволяють оцінювати рівень пожежної небезпеки та ризику з мінімальними обчислювальними витратами, однак успішність їх використання кардинально залежить від правильності бальної експертної оцінки різних факторів та інтерпретації результату, що обумовлює його суб'єктивність.

Одним із основних документів, що набув широкого використання для визначення пожежних ризиків у Російській Федерації, є "Методика определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности" [7,8], що розроблена відповідно до Технічного регламенту [9] та постанови уряду Російської Федерації [10] та була затверджена в червні 2009 року.

Ця Методика встановлює порядок визначення розрахункових значень пожежного ризику в

будівлях і спорудах різного класу функціональної пожежної небезпеки. Розрахунки по оцінці пожежного ризику здійснюються шляхом порівняння розрахункових значень пожежного ризику з нормативним значенням пожежного ризику, встановленим Технічним регламентом [9].

Згідно з Методикою [7,8] визначення розрахункових значень пожежних ризиків полягає в розрахунку індивідуального пожежного ризику для мешканців, персоналу та відвідувачів в будівлі. Кількісним вираженням індивідуального пожежного ризику є частота дії небезпечних чинників пожежі на людину, що перебуває в будівлі.

Зазначена Методика [7,8] застосовується в Російській Федерації упродовж семи років. Досвід її використання свідчить про певні недоліки, складнощі проведення розрахунків. Так, наприклад, у роботі [11] автор обґрунтовує висновок про непридатність Методики [7,8] для розрахунку індивідуального пожежного ризику методами математичного опису параметрів внутрішніх пожеж твердих горючих речовин за чисельними значеннями небезпечних чинників пожежі, оскільки неможливо отримати розрахунок значень цих параметрів з похибкою менше ніж від 500% до 1000%.

Серед імовірнісних методів, за допомогою яких можна оцінити кількісне значення пожежного ризику, можна виділити методи імовірнісного аналізу безпеки (ІАБ). Найбільш розповсюдженими з них є код з використанням моделей "дерев подій" (ДП) і "дерев відмов" (ДВ) IRRAS, а також більш сучасна його версія SAPHIRE [12].

Методологія імовірнісного аналізу безпеки надає значно більше можливостей моделювання пожежного ризику й аналізу та розробки заходів запобігання. Але за своєю складністю, обумовленою необхідністю збирання значної кількості вихідних даних щодо показників надійності технологічного обладнання та систем протипожежного захисту, а також потреби спеціального навчання фахівців, які мають виконувати розрахунки, вона поки що не знаходить поширення у сфері техногенної та пожежної безпеки.

Одним із методів, що відноситься до групи експертних експрес-методів та отримав широке застосування у всьому світі завдяки можливості комплексного багатофакторного оцінювання стану пожежної небезпеки об'єкту є метод Грентенера [13].

В основу цього методу закладено розрахунок числового значення рівня пожежної небез-

пеки, яке порівнюється із "1" та робиться висновок щодо достатності чи не достатності запропонованих заходів на об'єкті, що забезпечують його протипожежний стан. Якщо розраховане значення менше 1, то об'єкт вважається досить захищеним. В іншому випадку, тобто якщо значення більше 1, об'єкт має підвищену пожежну небезпеку.

Зазначений метод дозволяє провести кількісну оцінку рівня пожежної небезпеки об'єкта, кількісну оцінку ефективності запропонованих заходів щодо протипожежного захисту об'єкта та їх вплив на рівень пожежної небезпеки об'єкту в цілому, порівняння рівнів пожежної небезпеки об'єктів однакових за функціональним призначенням, оцінку достатності (недостатності) рівня пожежної небезпеки об'єкта. Однак, цей метод не дозволяє провести оцінку пожежного ризику на об'єкті.

Ураховуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що методичні підходи, які на сьогодні застосовуються для оцінювання ризиків, не дозволяють достовірно визначити розрахункове значення саме ризику виникнення пожежі на об'єкті через провадження господарської діяльності.

Таким чином, аналіз вищезазначених методичних підходів з визначення рівня пожежного ризику свідчить, що для реалізації запропонованих змін до Постанови КМУ № 306 [2] вони потребують удосконалення.

Перш за все, автори пропонують надати визначення терміну "пожежний ризик" у такому формулюванні: пожежний ризик це ступінь ризику негативних наслідків від пожежі через провадження господарської діяльності.

В якості однієї з характеристик негативних наслідків, перш за все, слід розглядати частоту події, настання якої впливає на ступінь ризику господарської діяльності (у нашому випадку пожежа) та негативні наслідки від такої події (у нашому випадку загибель людей, їх травмування та матеріальні втрати від пожежі). Слід відмітити, що зазначені чинники залежать від достовірності та повноти статистичних даних і можуть різнитися тільки по об'єктам відповідних груп, наприклад за функціональним призначенням. Для характеризування індивідуального об'єкту необхідно ввести чинник оснащеності об'єкту системами протипожежного захисту, так звані ймовірнісні фактори, що впливають на управління пожежним ризиком. Серед таких чинників, що впливають на виникнення та розвиток пожежі є системи пожежної сигналізації, системи пожежогасіння, системи внутрішнього і зовнішнього водопостачання, системи опові-

щення і управління евакуацією людей, системи протидимного захисту, наявність пожежних формувань, ступінь запровадженості організаційних заходів протипожежного захисту.

Враховуючи зазначене, а також те, що у законодавстві України [1] термін "ризик" трактується як кількісна міра небезпеки, що враховує ймовірність виникнення негативних наслідків від здійснення господарської діяльності та можливий розмір втрат від них, математично можна виразити його таким чином:

$$R_n = Q_n \cdot U_{насл} \cdot Z_{упр} \quad (1)$$

де R_n – ступінь ризику негативних наслідків від пожежі через провадження господарської діяльності;

Q_n – ймовірність виникнення пожежі на об'єкті;

$U_{насл}$ – ймовірність негативних наслідків від пожежі;

$Z_{упр}$ – ймовірнісні фактори, що впливають на управління пожежним ризиком.

Таким чином можна провести оцінювання деякого узагальнення показника ризику виникнення негативних факторів, які спричинюються пожежею. Відповідно до (6) до таких негативних факторів віднесені такі події, як матеріальні втрати внаслідок пожеж, травмування чи загибель людей.

Частота виникнення пожежі на об'єкті Q_n визначається за формулою:

$$Q_n = \frac{N_n}{N_o} \quad (2)$$

де N_n – середня кількість пожеж на об'єктах певного функціонального призначення за період часу;

N_o – середня кількість об'єктів певного функціонального призначення за період часу.

Ймовірність негативних наслідків від пожежі це добуток:

$$U_i = U_1 \cdot U_2 \cdot U_3 \quad (3)$$

$$U_1 = \frac{N_{мат.втр.об.}}{N_{мат.втр.}} \quad (4)$$

де U_1 – ймовірність матеріальних втрат від пожежі

$N_{мат.втр.об}$ – середня сума матеріальних втрат на об'єктах певного функціонального призначення за період часу;

$N_{мат.втр}$ – середня сума матеріальних втрат

від усіх пожеж за період часу.

$$U_2 = \frac{N_{заг.люд.об.}}{N_{зайн.люд.об.}} \quad (5)$$

U_2 – ймовірність загибелі людей унаслідок пожежі

$N_{заг.люд.об.}$ – середня кількість загиблих людей на об’єктах певного функціонального

призначення за період часу;

$N_{зайн.люд.об.}$ – середня кількість зайнятих людей на об’єктах певного функціонального призначення за період часу.

$$U_3 = \frac{N_{травм.люд.об.}}{N_{зайн.люд.об.}} \quad (6)$$

U_3 – ймовірність травмування людей унаслідок пожежі

$$Z_{упр} = (1 - K_{спс}) \cdot (1 - K_{аспг}) \cdot (1 - K_{пв}) \cdot (1 - K_{спс} \cdot K_{со}) \cdot (1 - K_{спс} \cdot K_{спдз}) \cdot (1 - K_{орг.зах.}) \cdot (1 - K_{пож.форм.}) \quad (7)$$

де $K_{спс}$ – ймовірність ефективного спрацювання системи пожежної сигналізації;

$K_{аспг}$ – ймовірність ефективного спрацювання автоматичної системи пожежегасіння;

$K_{пв}$ – ймовірність ефективного спрацювання систем внутрішнього і зовнішнього водопостачання;

$N_{травм.люд.об.}$ – середня кількість травмованих людей на об’єктах певного функціонального призначення за період часу;

$N_{зайн.люд.об.}$ – середня кількість зайнятих людей на об’єктах певного функціонального призначення за період часу.

Впливати на величину пожежного ризику можна та рахунок вжиття комплексу заходів технічного та організаційного характеру. Кожен з таких заходів повинен мати певну ймовірність успішного впливу на ліквідацію чи запобігання пожежі. Таким чином, згаданий раніше інтегральний показник пожежного ризику повинен суттєво зменшуватися при застосуванні таких заходів.

Ймовірнісні фактори, що впливають на управління пожежним ризиком визначається за формулою:.

$K_{со}$ – ймовірність ефективного спрацювання системи оповіщення і управління евакуацією людей;

$K_{спдз}$ – ймовірність ефективного спрацювання системи протидимного захисту

$K_{орг.зах.}$ – коефіцієнт запровадження організаційних заходів протипожежного захисту;

$K_{пож.форм.}$ – коефіцієнт наявності протипожежних формувань.

Таким чином, загальна формула (1) набуває такого вигляду:

$$R_n = Q_n \cdot \prod_{i=1}^3 U_i \cdot \prod_{j=1}^3 (1 - K_j) \cdot \prod_{l=1}^2 (1 - K_l) \cdot \prod_{m=1}^2 (1 - K_m) \quad (8)$$

де: $K_j^1 = K_{спс}$, $K_j^2 = K_{аспг}$, $K_j^3 = K_{пв}$;

$K_l^1 = K_{спс} \cdot K_{со}$, $K_l^2 = K_{спс} \cdot K_{спдз}$;

$K_m^1 = K_{орг.зах.}$;

$K_m^2 = K_{пож.форм.}$.

Вихідні дані для проведення розрахунків з визначення частоти виникнення пожежі на об’єкті (Q_n) та ймовірності негативних наслідків від пожежі ($U_{насл}$) отримують з бази статистичних даних про пожежі та їх наслідки, що формується на підставі масиву карток обліку пожеж (POG_STAT) за певний період часу [14]. Інформацію про середню кількість об’єктів

різного призначення, середню кількість зайнятого в них населення можна отримати за даними Державної служби статистики України також за певний період часу.

Добуток зазначених величин, а саме частоти виникнення пожежі на об’єкті, ймовірності негативних наслідків від пожежі на об’єкті дозволяє отримати значення ризику виникнення

пожежі на об'єкті на підставі статистичних даних.

Для того щоб впливати на значення ризику виникнення пожежі на об'єкті, тобто зменшувати його, необхідно здійснювати заходи управління пожежним ризиком.

Заходи управління пожежним ризиком передбачають наявність та ефективність спрацювання протипожежних інженерних систем та технічних засобів, а також ефективність організаційних заходів і наявність на об'єкті протипожежних формувань.

У методиці розрахунку передбачено, що такі протипожежні системи як оповіщення і управління евакуацією людей та протидимного захисту функціонують спільно з системою пожежної сигналізації.

Значення ймовірності ефективного спрацювання протипожежних інженерних систем отримується за даними технічної документації щодо вірогідності їх безвідмовної роботи. У разі відсутності відповідної системи, значення ймовірності ефективного спрацювання таких протипожежних систем приймається рівним нулю.

Коефіцієнт запровадження організаційних заходів протипожежного захисту у разі їх виконання у повній відповідності до вимог нормативних документів приймається рівним 0,9, у разі невиконання, або виконання не в повному обсязі – нулю. Такі самі значення приймаються для коефіцієнта наявності протипожежних формувань: при наявності – 0,9, при відсутності – 0.

Проведені дослідження дозволяють запропонувати концептуальні зміни до постанови Кабінету Міністрів України від 29.02.2012 № 306 [2], а саме:

- 1) введення додаткового критерію щодо кількісного значення пожежного ризику об'єкта;
- 2) введення доповнення стосовно можливості суб'єкта господарювання визначати кількісне значення пожежного ризику об'єкту, що належать йому на правах власності, володіння чи користування;
- 3) встановлення кількісних значень для кожного з трьох ступенів ризику.

Таким чином, у роботі запропоновано удосконалений методичний підхід з визначення кількісних показників пожежного ризику, який базується на статистичних даних про стан з пожежами та їх наслідками в Україні за довгостроковий період і враховує частоту виникнення пожеж, ймовірність настання негативних наслідків (загибель людей унаслідок пожежі, їх

травмування та матеріальні втрати від пожежі) та заходи управління пожежним ризиком.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України від 05 квітня 2007 р. № 877-V “Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності” (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2007 р., № 29, ст. 389).
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 29 лютого 2012 р. № 306 “Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки” (Офіційний вісник України, 2012 р., № 30, ст. 1115).
3. 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).
4. Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004-91. – [Введен в действие 1978-12-15]. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 45 с.
5. Звіт про науково-дослідну роботу Провести дослідження з оцінювання пожежних ризиків. – К.: УкрНДІПБ МНС України, 2010. – 754 с.
6. Михайлова А.В. Щодо зарубіжного досвіду з визначення пожежного ризику/ А.В. Михайлова, В.В. Ніжник//Науковий вісник УкрНДІПБ. – К.: №1(27), 2013, с. 100-105.
7. Приказ МЧС Российской Федерации от 30 июня 2009 г. № 382 “Об утверждении Методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности”.
8. Приказ МЧС Российской Федерации от 12 декабря 2011 г. № 749 “О внесении изменений в методику определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утверждённую приказом МЧС России от 30.06.2009 № 382”.
9. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ “О требованиях пожарной безопасности”.
10. Постановление правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. № 272 “О порядке проведения расчётов по оценке пожарного риска”.
11. Абдурагимов И.М. Еще раз о принципиальной невозможности выполнения расчетов пожарных рисков детерминированными методами/ И.М. Абдурагимов// Пожаровзрывобезопасность. – М.: № 6 (22), 2013. – С. 13-21.
12. Бегун В.В. Безпека життєдіяльності: [навч. посіб.] / [Бегун В.В., Науменко І.М.]. – К.: УАННП “Фенікс”, 2004. – 328 с.
13. Осипова М.Н. Методическое пособие по оценке пожароопасности помещений различного назначения методом Гретенера / М.Н. Осипова. – М.: НОУ “Такир”, 1998. – 68 с.
14. Наказ МНС України Про заходи щодо організації виконання Постанови Кабінету Міністрів України від 26.12.2003 р. № 2030 від 29.01.2004 р. № 39.

IMPROVEMENT OF THE METHODOLOGICAL APPROACHES FOR THE EVALUATION OF FIRE RISK

R. Klymas, V. Nizhnyk, Cand. of Sc. (Eng.), Sen. St. Sc., O. Sizikov, Cand. of Sc. (Eng.), Sen. St. Sc., O. Yakymenko, Cand. of Sc. (Eng.), A. Netreba, Cand. of Sc. (Ph. & Math.), N. Dovgosheieva
The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Ukraine

KEYWORDS:

risk-oriented approach, risk level caused by business activities, risk, fire risk, methods of fire risk evaluation

ANNOTATION

Analysis of appropriate informative sources has been conducted; it is described the quantification of fire risk and available methods of its evaluation. New methodical approaches for the calculation of the risk level of negative fire consequences caused by conduction of business activities have been proposed. Conceptual amendments have been proposed to the normative document to establish criteria by which the risk level caused by conduction of business activities shall be evaluated and as well as frequency of the realization of planned measures for the state supervision (control) in the sphere of man-made and fire safety is defined.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПО ОЦЕНКЕ ПОЖАРНОГО РИСКА

Р.В. Климась, В.В. Нижник, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., А.А Сизиков, канд. техн. наук, ст. научн. сотр., Е.Ф. Якименко, канд. техн. наук, А.В. Нетреба, канд. физ.- мат. наук., Н.Н. Довгошеева
Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, Украина

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

риск-ориентированный подход, степень риска от осуществления хозяйственной деятельности, риск, пожарный риск, методы оценивания пожарного риска

АННОТАЦИЯ

Проведен анализ информационных источников, в которых описано определение количественных значений пожарного риска и существующие методы оценивания пожарного риска. Предложены новые методические подходы для расчета значения степени риска негативных последствий от пожара вследствие осуществления хозяйственной деятельности. Предложены концептуальные изменения к нормативному документу, который определяет критерии, по которым оценивается степень риска от осуществления хозяйственной деятельности и определяется периодичность проведения плановых мероприятий государственного надзора (контроля) в сфере техногенной и пожарной безопасности