

БУДІВНИЦТВО

УДК 614.841

DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.1/51>

Ніжник В.В.

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Савченко О.В.

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Добряк Д.О.

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

Кравченко Н.В.

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ УПРАВЛІННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИМ ПОЖЕЖНИМ РИЗИКОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

За результатами наукових досліджень проаналізовано сучасний стан управління індивідуальним пожежним ризиком із використанням систем протипожежного захисту. Показано необхідність удосконалення системи протипожежного захисту та методології з управління індивідуальним пожежним ризиком шляхом виявлення коефіцієнтів ефективності функціонування систем протипожежного захисту як підґрунтя такого удосконалення. На підставі статистичних даних про пожежі й аналізу літературних джерел запропоновано алгоритм реалізації ризик-орієнтованого підходу. Розглянуто питання щодо особливостей оцінювання індивідуального пожежного ризику для різних об'єктів і ролі систем протипожежного захисту у цьому процесі. Проаналізовано методичні підходи до оцінювання систем протипожежного захисту для об'єктів різного функціонального призначення. Показано недосконалість методичних підходів щодо оцінювання індивідуального пожежного ризику, зокрема у частині врахування ефективності функціонування систем протипожежного захисту. Проведено аналіз систем протипожежного захисту та їх основних функцій на предмет боротьби з пожежею та її небезпечними чинниками. Запропоновано структурну блок-схему систем протипожежного захисту з урахуванням рівнів впливу на кількісне значення індивідуального пожежного ризику. Сформульовано мету подальших досліджень, наукові завдання, об'єкт і предмет досліджень, визначено подальші напрями роботи. Наукові дослідження проведено з використанням аналітичних методів, зокрема комплексного аналізу й узагальнення раніше виконаних робіт щодо оцінювання ефективності функціонування систем протипожежного захисту та впливу їх функціонування на розрахункове значення індивідуального пожежного ризику. Як дослідницький інструмент використано статистичні дані про пожежі, чинні сьогодні вимоги нормативних документів, наукові досягнення із досліджуваного питання інших вчених, методи оцінювання індивідуального пожежного ризику.

Ключові слова: пожежна безпека, протипожежний захист, індивідуальний пожежний ризик, системи протипожежного захисту, ефективність функціонування систем протипожежного захисту, оцінювання ефективності.

Постановка проблеми. За 12 місяців 2022 року в Україні зареєстровано 79 457 пожежі. Загинуло внаслідок пожеж 1 853 людини, у тому числі 25 дітей, 1 383 людей отримали травми, з них 90 дітей. Прямі збитки від пожеж становили понад 3,2 млрд грн, побічні збитки – понад

10,2 млрд грн. Знищено та пошкоджено будівель і споруд 23 061 одиниць [1].

Актуальність роботи зумовлена необхідністю удосконалення системи протипожежного захисту та методології з управління індивідуальними пожежними ризиками, враховуючи статистичні

дані про пожежі та надзвичайні ситуації в Україні та провідних європейських країнах.

Якщо статистичні дані про кількість загиблих внаслідок пожеж порівняти із кількістю населення [2], то можна отримати середній по Україні індивідуальний пожежний ризик із використанням методичних підходів, викладених у роботі [3] і він становить $3,3 \cdot 10^{-5}$. У цьому разі його значення перевищує допустиме значення згідно із [4], що є не прийнятним за для належного рівня безпеки людей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням досліджень щодо оцінювання індивідуального пожежного ризику та використання систем протипожежного захисту присвячено низку праць [1–19]. У них розглянуто та визначено поняття про оцінювання пожежного ризику, особливості застосування принципів пожежно-технічного аналізу під час проектування будинків, оцінювання природного, техногенного й екологічного ризиків тощо.

У роботі [1] наведено інформацію про статистичні дані з пожежами в Україні за 2021 рік. Зазначену інформацію слід використовувати для прийняття управлінських рішень із мінімізації кількості пожеж і надзвичайних ситуацій у державі.

У статті [3] визначено питання щодо управління безпекою складних систем. Загалом у публікаціях зазначається, що ризик – це усвідомлена величина небезпеки, і залежно від діяльності людини вона може настати або не настати. Поняття ризику пов'язується з усвідомленням небезпеки, загрози ненадійності, невизначеності, непевності, випадковості, збитку [20]. Управління ризиками – це діяльність, пов'язана з ідентифікацією, оцінкою аналізом ризиків і прийняття рішень, спрямованих на мінімізацію негативних наслідків подій (явищ) і/чи зменшення імовірності їхньої реалізації до прийнятних значень [21].

У стандарті [22] зазначено, що ризик – це загальний процес аналізу ризику та його оцінка. Аналіз ризику – це систематичне використання інформації для визначення джерел небезпеки та кількісної оцінки ризику.

Враховуючи вищенаведене та стан щодо пожеж і надзвичайних ситуацій у державі одним із ефективних механізмів із їх мінімізації є запровадження науково-обґрунтованих заходів з управління індивідуальними пожежними ризиками на підставі оцінки ефективності систем протипожежного захисту об'єктів різного функціонального призначення.

Постановка завдання. Метою роботи є проведення аналізу сучасного стану кількісного впливу систем протипожежного захисту на розрахункові параметри індивідуального пожежного ризику.

Для досягнення поставленої мети сформувані такі задачі:

- провести аналіз статистичних даних про пожежі;
- провести аналіз методичних підходів щодо оцінювання індивідуального пожежного ризику та ролі систем протипожежного захисту у цьому процесі. Розробити схему алгоритму процесу реалізації ризик-орієнтованого підходу;
- провести аналіз систем протипожежного захисту та їх основних функцій на предмет боротьби з пожежею та її небезпечними чинниками. Розробити структурну блок-схему систем протипожежного захисту з урахуванням рівнів впливу на кількісне значення індивідуального пожежного ризику;
- сформулювати мету подальших досліджень, наукові завдання, об'єкт і предмет досліджень.

Виклад основного матеріалу дослідження. У роботі використано аналітичні методи, зокрема комплексний аналіз і узагальнення раніше виконаних робіт щодо оцінювання ефективності функціонування систем протипожежного захисту та впливу їх функціонування на розрахункове значення індивідуального пожежного ризику.

Як дослідницький інструмент використані статистичні дані про пожежі, чинні сьогодні вимоги нормативних документів, наукові досягнення із досліджуваного питання інших вчених, методи оцінювання індивідуального пожежного ризику.

Виклад основного матеріалу дослідження. Якщо статистичні дані про кількість загиблих внаслідок пожеж порівняти із кількістю населення [2], то можна отримати середній по Україні індивідуальний пожежний ризик із використанням методичних підходів, викладених у роботі [3], і він становить $3,3 \cdot 10^{-5}$. Його значення перевищує допустиме значення згідно із [4], що є не прийнятним за для належного рівня безпеки людей.

Методологія аналізу, оцінювання й управління ризиками останніми роками активно розвивається в усьому світі та слугує основою для прийняття рішень щодо забезпечення прийнятного рівня небезпеки, в тому числі пожежної [5]. Так, в основу ризик-орієнтованого підходу закладено 3 основні складові частини – це аналізування стану рівня безпеки об'єкта, оцінювання ризику та власне управління ризиком. Якісне проведення аналізу стану рівня безпеки об'єкта й оцінювання

ризиків дає можливість реалізувати різні технології управління ризиком. Узагальнюючи дані джерел [6–11], можна схематично представити алгоритм процесу реалізації ризик-орієнтованого підходу, наведений на рис. 1.

Одним із технічних заходів, що може знижувати пожежні ризики, є обладнання об'єктів системами протипожежного захисту (далі – СПЗ). Зазначене підтверджується у наукових роботах [12–14].

Згідно із [4] пожежна безпека об'єкта захисту повинна забезпечуватися системою запобігання пожежі, комплексом протипожежного захисту та системою управління пожежною безпекою об'єкта. Цим документом встановлений прийнятний рівень пожежної безпеки, який повинен бути не менше ніж 0,99999 на рік у розрахунку на кожну людину, якщо представити це значення як прийнятний рівень індивідуального пожежного ризику, то воно становить 10^{-5} .

Розрахункове значення рівня пожежної безпеки P_g (можливо визначити із рівняння:

$$P_g = 1 - R_i \quad (1)$$

де: P_g – рівень пожежної безпеки людей на об'єктах; R_i – розрахункове значення індивідуального пожежного ризику на окрему людину в рік.

Відповідно розрахункове значення індивідуального пожежного ризику на окрему людину в рік R_i (означається з рівняння:

$$P_{i,i} = 1 - (Q_{п,i} \cdot P_{пр,i} \cdot (1 - P_{е,i}) \cdot (1 - K_{спз,i}) \cdot (1 - K_{о.з.}) \cdot (1 - K_{п.ф.})) \quad (2)$$

де $Q_{п,i}$ – частота виникнення пожежі у будівлі чи споруді впродовж року, що визначається на підставі статистичних даних;

$P_{пр,i}$ – імовірність перебування людей у будівлі чи споруді, що визначається співвідношенням:

$P_{пр,i} = t_{функц,i} / 24$, де $t_{функц,i}$ – термін перебування людей у будівлі у годинах. Значення параметра $P_{пр,i}$ приймається рівним $P_{пр,i} = 0,33$ при функціонуванні будівлі впродовж 8 годин і п'ятиденному робочому тижні та $P_{пр,i} = 1,0$ при цілодобовому функціонуванні будівлі впродовж тижня;

$P_{е,i}$ – імовірність евакуації людей із будівлі чи споруди;

$K_{спз,i}$ – коефіцієнт, ймовірної ефективності спрацювання систем протипожежного захисту;

$K_{о.з.}$ – коефіцієнт запровадження організаційних заходів протипожежного захисту. Значення при-

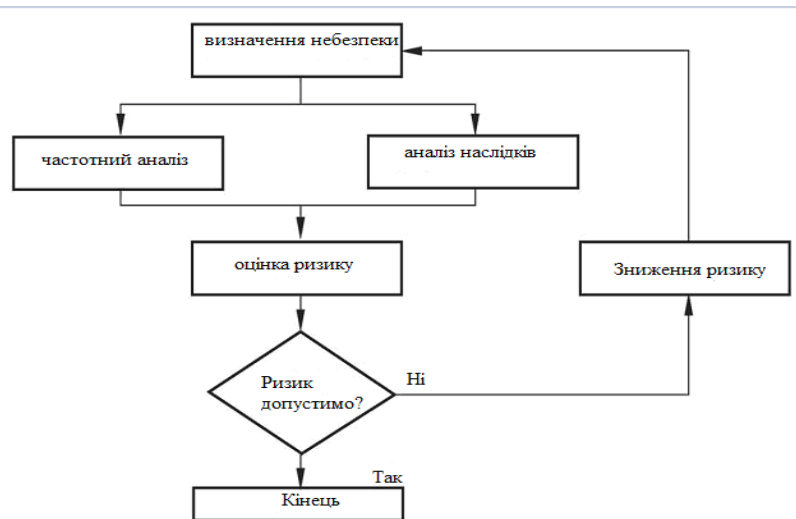


Рис. 1. Схема алгоритму процесу реалізації ризик-орієнтованого підходу

Джерело: [6–11]

ймається 0,8 за умови виконання організаційних заходів, визначених у [19];

$K_{п.ф.}$ – коефіцієнт наявності протипожежних формувань. Значення $K_{п.ф.}$ приймається 0,8 за умови, якщо на об'єкті функціонує протипожежне формування.

Аналізуючи вихідні параметри, які впливають на значення індивідуального пожежного ризику, ми бачимо, що одним із таких параметрів є коефіцієнт ймовірної ефективності спрацювання систем протипожежного захисту ($K_{спз,i}$). Визначено, що значення такого коефіцієнту отримується за даними технічної документації щодо вірогідності безвідмовної роботи, а у разі відсутності таких даних допускається приймати значення ймовірності ефективного спрацювання кожної системи протипожежного захисту рівним «0,5». Аналіз літературних джерел і наукових робіт [3–16] показав відсутність наукових обґрунтувань такого параметру, а його значення «0,5», прийняте у [4], визначено із використанням експертного методу та не має відповідного наукового обґрунтування. Крім того, таке значення однакове для всіх систем протипожежного захисту, що не дозволяє враховувати специфіку функціонування кожної окремої системи й оцінювати різні можливі комбінації їх застосування і, як наслідок, обґрунтувати необхідність використання таких систем на об'єктах із використанням параметричного методу нормування у будівництві.

Документом [17] встановлено, що до систем СПЗ належать:

- системи пожежної сигналізації;
- системи пожежогасіння;

– системи керування евакуюванням (у частині систем оповіщення про пожежу і показчиків напрямку евакуювання);

- системи протидимного захисту;
- системи централізованого пожежного спостереження.

Кожний тип системи протипожежного захисту має своє призначення, наприклад, система пожежної сигналізації виявляє ознаки пожежі та надає відповідні сигнали іншим системам, система пожежогасіння локалізує та ліквідує пожежу, система протидимного захисту створює безпечні умови для евакуації людей і роботи пожежно-рятувальних підрозділів в умовах пожежі, система оповіщення – сповіщає людей про пожежу та дає інформацію про напрямки безпечної евакуації тощо.

Оскільки призначення кожного типу системи протипожежного захисту різне і їхні функції призначенні різним етапам проходження пожежі, то і коефіцієнт ймовірності ефективності спрацювання системи СПЗ, який впливає на значення індивідуального пожежного ризику для кожного типу системи, повинен бути різним. Це означає, що вплив кожного типу системи протипожежного захисту на значення індивідуального пожежного ризику має бути науково обґрунтований для кожної системи протипожежного захисту індивідуально. Структурна блок-схема системи протипожежного захисту згідно із [18] та із запропонованими на основі аналізу статистичних даних

про пожежі та наслідків від них рівнями впливу на кількісне значення індивідуального пожежного ризику наведена на рис. 2.

Таким чином, аналізуючи кожну окрему систему, що входить до складу систем протипожежного захисту, за її основним призначенням і завданнями, запропоновано відповідні рівні впливу таких систем на кількісну величину індивідуального пожежного ризику, на основі чого розроблено нову структурну блок-схему систем протипожежного захисту з урахуванням зазначених рівнів впливу.

Тобто найбільш впливовими на рівень пожежної безпеки є:

- системи пожежної сигналізації;
- системи пожежогасіння;
- системи внутрішнього та зовнішнього водопостачання;
- системи керування евакуюванням;
- системи протипожежного захисту.

Таким чином, процеси впливу відповідних систем протипожежного захисту на величину індивідуального пожежного ризику досліджені не повною мірою. Зокрема, не мають належного наукового обґрунтування та не досліджені закономірності впливу ефективного спрацювання систем протипожежного ризику на наслідки від пожеж, що зумовлює актуальність досліджень у визначеному напрямку.

Надалі є актуальним удосконалення методів оцінювання індивідуального пожежного ризику

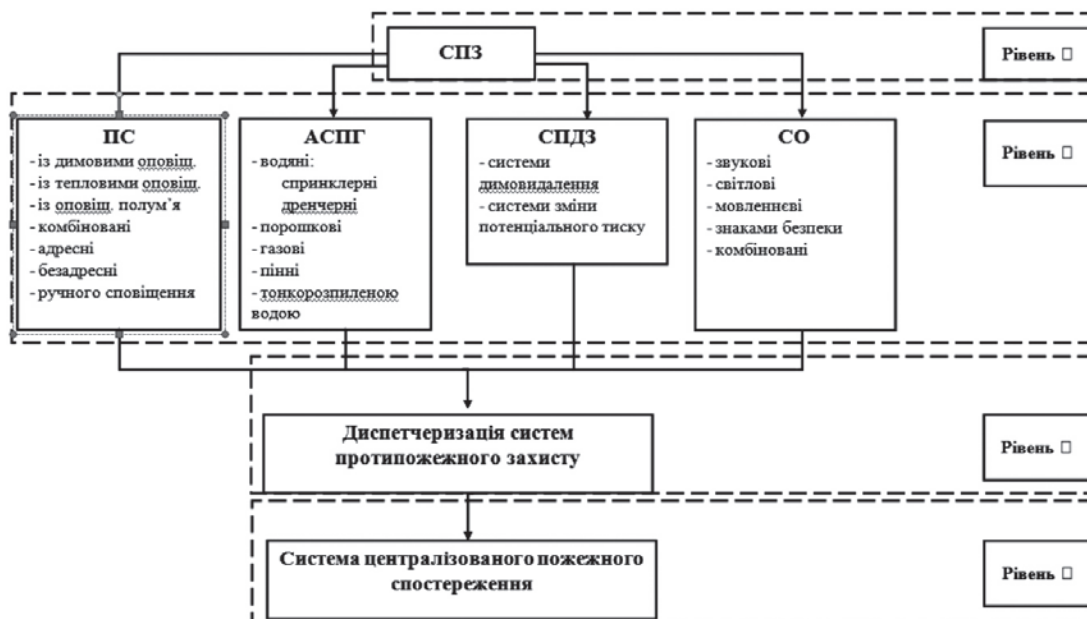


Рис. 2. Структурна схема систем протипожежного захисту з урахуванням рівнів впливу на кількісне значення індивідуального пожежного ризику

Джерело: розроблено авторами

шляхом обґрунтування впливу систем протипожежного захисту на наслідки від пожежі.

Об'єктом досліджень є функціонування систем протипожежного захисту в умовах пожежі.

Предметом досліджень є вплив ефективності спрацювання систем протипожежного захисту на наслідки від пожежі.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати надалі такі наукові задачі:

– проаналізувати сучасний стан кількісного впливу систем протипожежного захисту на розрахункові параметри індивідуального пожежного ризику;

– обґрунтувати критерії впливу систем протипожежного захисту на рівень індивідуального пожежного ризику;

– обґрунтувати математичні моделі для дослідження закономірності впливу ефективності функціонування систем протипожежного захисту на наслідки від пожежі та здійснити їх перевірку;

– дослідити закономірності впливу систем протипожежного захисту на рівень індивідуального пожежного ризику;

– обґрунтувати коефіцієнти впливу систем протипожежного захисту на рівень індивідуального пожежного ризику;

– розробити пропозиції щодо удосконалення методу оцінювання індивідуального пожежного ризику.

Висновки. 1. У роботі показана необхідність, на підставі наукового обґрунтування, удосконалення системи протипожежного захисту та методології з управління індивідуальним пожежним ризиком шляхом виявлення коефіцієнтів ефективності функціонування систем протипожежного захисту як підґрунтя такого удосконалення.

2. Показано недосконалість методичних підходів до оцінювання індивідуального пожежного ризику, зокрема у частині врахування ефективності функціонування систем протипожежного захисту. Розроблено схему алгоритму процесу реалізації ризик-орієнтованого підходу під час оцінювання індивідуальної безпеки людини в умовах пожежі.

3. Показано наявність індивідуального та синергічного впливу систем протипожежного захисту на значення індивідуального пожежного ризику. Розроблено структурну блок-схему систем протипожежного захисту з урахуванням рівнів впливу на кількісне значення індивідуального пожежного ризику.

4. Показана актуальність нових наукових досліджень, сформульовано їх мету, об'єкт і предмет, поставлені наукові завдання.

Список літератури:

1. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2021 року ІДУНДЦЗ. Київ, 2021. URL: https://idundcz.dsns.gov.ua/files/2021/Ctatuctuka/Analitychna%20dovidka%20pro%20pojeji_12.2021.pdf (дата звернення: 10.01.2022).
2. Статистичні дані про кількість населення в Україні за 2021 рік. URL: https://index.minfin.com.ua/reference/people/Міністерство_Фінансів_України (дата звернення: 10.01.2022).
3. Брушлинський Н.Н. Снова о рисках и управлении безопасностью систем. *Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях ВИНТИ*. 2002, № 4. С. 230–234.
4. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. Національний стандарт України (видання офіційне). Київ, 2020. ДП «УкрНДНЦ».
5. Лисиченко Г.В., Забулонов Ю.Л., Хміль Г.А. Природний, техногенний та екологічний ризику: аналіз, оцінка, управління. Київ: Наукова думка, 2008. 544 с.
6. NFPA 551 «Керівництво з аналізу оцінки пожежного ризику». URL: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=551> (дата звернення: 07.02.2022).
7. BS 7974 «Застосування принципів пожежно-технічного аналізу під час проектування будинків. Звід правил». URL: <https://www.bsigroup.com/en-GB/our-services/product-certification/industry-sector-schemes/fire-testing-and-certification/bs-7974-fire-safety> (дата звернення: 07.02.2022).
8. ISO 16732 «Інжиніринг пожежної безпеки. Оцінювання пожежного ризику». URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78554 (дата звернення: 10.01.2022).
9. Технічне керівництво SFPE з оцінки пожежного ризику. URL: <https://www.sfpe.org/contactus> (дата звернення: 10.01.2022).
10. Рекомендації європейської організації страхування та пенсійного забезпечення, 2013 рік. URL: <https://www.eiopa.europa.eu/sites/default/files/publications/administrative/budgets-accounts/fs13-eiopa-v2-2014-06-04-final.pdf> (дата звернення: 10.01.2022).
11. Звіт міжнародної фінансової корпорації IFC. URL: <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/ad852ab8-8aee-4d5f-9aca-29ecef5b695/IFC-AR19-Highlights-Brochure-Russian.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m-5Crjz> (дата звернення: 10.01.2022).

12. Холщевников В.В., Серков Б.Б. Значимость автоматических систем протипопожарной защиты для обеспечения безопасности людей в высотных зданиях. *Пожаровзрывобезопасность*. 2017. Т. 26. № 9. С. 44–49.
13. Васильев М.А., Демехин Ф.В. Проблемы обеспечения эффективности пожарной автоматики. *Системы безопасности* : сб. матер. 14-й науч.-техн. конф. Академия ГПС МЧС России, 2005.
14. Самошин Д.А. К вопросу о защите людей техническими средствами пожарной автоматики. *Пожаровзрывобезопасность*. 2015. Т.24, № 12. С. 53–59. DOI:10.18322/PVB.2015.24/12/53-59.
15. Климась Р.В., Михайлова А.В. Визначення методології оцінювання ризиків у сфері пожежної безпеки. *Безпека життєдіяльності особистості – підґрунтя сталого розвитку суспільства* : Тези доповіді на Всеукраїнській науково-методичній конференції з міжнародною участю. (Миколаїв, 2009 р.). НУК. 2009. С. 117–119.
16. Бегун В.В., Науменко І.М. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник. Київ : УАННП «Фенікс», 2004. С. 328.
17. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015.
18. ДСТУ SEN/TS 54-14:2021 (CEN/TS 54-14:2018, IDT). Системи пожежної сигналізації та оповіщення. Частина 14. Настанови щодо побудови, проектування, монтування, пусконаладжування, введення в експлуатацію, експлуатування та технічного обслуговування.
19. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні : Наказ МВС від 30.12.2014 № 1417.
20. Хом'як Я.І., Якименко О.П., Климась Р.В. Застосування ризик-орієнтовних підходів у здійсненні наглядової діяльності. *Пожежна безпека* 2009. № 14. С. 25–30.
21. Бегун В.В., Науменко І.М. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник. Київ, 2004. 328 с.
22. ГОСТ Р 51897 – 2002 Менеджмент риска. Термины и определения. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030150> (дата звернення: 07.02.2022).

Nizhnyk V.V., Savchenko O.V., Dobriak D.O., Kravchenko N.V. ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF MANAGEMENT OF INDIVIDUAL FIRE RISK WITH THE USE OF FIRE PROTECTION SYSTEMS

According to the results of scientific research, the current state of management of individual fire risk with the use of fire protection systems is analyzed. The necessity of improving the fire protection system and methodology for individual fire risk management by identifying the coefficients of efficiency of fire protection systems as a basis for such improvement is shown. Based on statistical data on fires and analysis of literature sources, an algorithm for implementing a risk-oriented approach is proposed. The question of the peculiarities of individual fire risk assessment for different objects and the role of fire protection systems in this process is considered. Methodical approaches to the assessment of fire protection systems for objects of different functional purposes are analyzed. The imperfection of the existing methodological approaches to the assessment of individual fire risk is shown, in particular in terms of taking into account the effectiveness of fire protection systems. The analysis of fire protection systems and their main functions in the fight against fire and its dangerous factors is carried out. The structural block diagram of fire protection systems is offered taking into account the levels of influence on the quantitative value of individual fire risk. The purpose of further research, scientific tasks, object and subject of research are formulated and further directions of work are determined. Research has been conducted using analytical methods, including comprehensive analysis and generalization of previously performed work to assess the effectiveness of fire protection systems and the impact of their operation on the estimated value of individual fire risk. As a research tool, statistical data on fires, the current requirements of regulatory documents, scientific advances in the research of other scientists, existing methods of assessing individual fire risk are used.

Key words: fire safety, fire protection, individual fire risk, fire protection systems, efficiency of fire protection systems, efficiency evaluation.