

*Е. М. Гуліда, В. В. Шарій*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОПУСТИМОГО ЗНАЧЕННЯ ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ НА ВІДКРИТИХ СКЛАДАХ ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТІВ**

**Постановка проблеми.** У сфері пожежної безпеки використовують термін «пожежний ризик» як міру можливості реалізації пожежної небезпеки об'єктів захисту та її наслідків для людей і матеріальних цінностей. Гарантування пожежної безпеки об'єктів складається з визначення, аналізу та оцінювання пожежного ризику, що дає змогу розробляти і впроваджувати відповідні заходи для його зменшення до прийняттого значення. Найбільш небезпечними є пожежі на відкритих складах виробничих об'єктів. Такі пожежі в більшості випадків при невчасному їх виявленні встигають розповсюдитись на великі площі і завдати значних матеріальних збитків. В більшості випадків протипожежний захист на відкритих складах виробничих об'єктів з урахуванням пожежного ризику практично не виконується. Тому дослідження питання забезпечення пожежної безпеки на цих об'єктах з урахуванням пожежного ризику і застосування автоматичної пожежної сигналізації та системи оповіщення про пожежу є актуальною задачею.

**Мета роботи.** Розробити методологію забезпечення пожежної безпеки для відкритих складів виробничих об'єктів з урахуванням пожежного ризику і використанням автоматичної пожежної сигналізації і оповіщення.

**Постановка задачі та її розв'язання.** Щоб досягти поставленої мети необхідно було розв'язати задачу з визначення площі обслуговування пожежними сповіщувачами та сповіщувачами на відкритих складах виробничих об'єктів. Крім того, ми отримали залежності для визначення складових пожежного ризику. Після цього було розглянуто приклад визначення пожежного ризику для відкритого складу лісоматеріалів і результати розрахунків підтвердили достовірність розробленої методології забезпечення пожежної безпеки для відкритих складів виробничих об'єктів.

### **Висновки та конкретні пропозиції**

1. Розроблено методологію забезпечення пожежної безпеки для відкритих складів виробничих об'єктів з урахуванням пожежного ризику для уникнення важких наслідків від пожежі для працюючих складу.

2. Запропонований нами комплекс протипожежних засобів і систем забезпечує допустимий пожежний ризик для об'єкта захисту упродовж 10 років їх експлуатації. Тому облаштування відкритих складів такими протипожежними засобами і системами є обов'язковим.

3. Розроблені залежності для визначення складових пожежного ризику базувалися на основних положеннях теорії надійності і показали високу надійність та адекватність дійсним значенням, які розглядалися в прикладі.

**Ключові слова:** відкриті виробничо-складські об'єкти, пожежа, пожежний ризик, протипожежні засоби, протипожежний захист.

*Ye. M. Hulida, V. V. Sharii*

*Lviv State University of Life Safety*

## **ENSURING THE PERMISSIBLE VALUE OF FIRE RISK IN OPEN WAREHOUSES PRODUCTION FACILITIES**

**Formulation of the problem.** In the field of fire safety, the term "fire risk" is used, ie it is a measure of the possibility of realizing the fire danger of the objects of protection and its consequences for people and material values. Safeguarding the fire safety of security objects consists of identifying, analyzing and evaluating fire risk, which allows the development and implementation of appropriate measures to reduce it to an acceptable level. The most dangerous fires are fires in open warehouses of production facilities. In most cases, such fires, if not detected early, have time to spread over large areas and cause material damage. In most cases, fire protection at the open warehouses of production facilities, taking into account the fire risk, is practically non-existent. Therefore, investigating the issue of fire safety at these sites, taking into account the fire risk and the use of automatic fire alarms and fire alarm systems, is an urgent and timely task.

**The goal of the work.** Develop a methodology for providing fire safety for open warehouses of manufacturing facilities, taking into account fire risk and using automatic fire alarms and alerts.

**Formulation of the problem and its solution.** The task of determining the area of service for fire detectors and detectors in open warehouses of production facilities was set and solved. In addition, dependencies were obtained to determine the components of fire risk. An example of determining fire risk for open timber composition was then considered. The results of the calculations performed for the above example confirmed the reliability of the developed methodology of ensuring fire safety for open warehouses of production facilities.

**Conclusions and specific suggestions:**

1. A methodology for ensuring fire safety for open warehouses of production facilities was developed, taking into account the fire risk and thereby ensuring the inadmissibility of serious consequences from the fire for the working warehouse.

2. The following set of fire protection systems and systems provides acceptable fire risk for the object of protection for up to 10 years of their operation. Therefore, the arrangement of open warehouses with such fire-fighting equipment and systems is mandatory.

3. The dependencies developed to determine the components of fire risk were based on the basic principles of the theory of reliability and showed high reliability and adequacy with the true values considered in the example.

**Keywords:** open production facilities, fire, fire risk, fire fighting, fire protection.

**Постановка проблеми.** У сфері пожежної безпеки використовують термін «пожежний ризик», як міру можливості реалізації пожежної небезпеки об'єктів захисту та її наслідків для людей і матеріальних цінностей. Гарантування пожежної безпеки об'єктів захисту складається з визначення, аналізу та оцінювання пожежного ризику, що дає змогу розробляти і впроваджувати відповідні заходи для його зменшення до прийняттого значення. Найбільш небезпечними пожежами є пожежі на відкритих складах виробничих об'єктів. Такі пожежі в більшості випадків при невчасному їх виявленні встигають розповсюдитись на великі площі і завдати значних матеріальних збитків. Крім того, для їх ліквідації залучається велика кількість сил і засобів пожежно-рятувальних підрозділів та відповідних служб підприємств. Наприклад, за даними роботи [1] пожежі на відкритих складах лісоматеріалів відзначаються розкиданням іскор і палаючих головошок в радіусі до 300 м, а при штормовій швидкості вітру – в радіусі понад 1000 м. За таких умов пожежа поширюється територією виробництва та спричиняє її виникнення на навколишній місцевості. Особливо такі випадки трапляються за відсутності на території відкритого складу автоматичної пожежної сигналізації, що суттєво ускладнює, а в деяких випадках унеможливає виявлення пожежі на початковій стадії, а отже значно збільшується тривалість вільного розвитку пожежі.

В більшості випадків при облаштуванні проти-пожежного захисту на відкритих складах виробничих об'єктів пожежний ризик практично не враховується. Тому дослідження питання забезпечення пожежної безпеки на цих об'єктах з урахуванням пожежного ризику і застосування автоматичної пожежної сигналізації та системи оповіщення про пожежу є актуальною і своєчасною задачею.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** 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  $\varepsilon > 5 \cdot 10^{-4}$ .

Забезпеченню пожежної безпеки на складах присвячена робота О. Б. Андрусейко і Ю. І. Грицюка [2]. В ній розглянуто причини виникнення та розповсюдження пожеж, наведено особливості організації процесу гасіння пожежі. Ю. Полярин [3] в своїй статті наводить вимоги до встановлення автоматичних пожежних сповіщувачів їх вибір залежно від призначення складу. А. А. Лісняк і І. Г. Дерев'яно [4] в своїй публікації наводять розрахунки потрібних витрат води для підвищення якості гасіння пожеж на відкритих складах. Досліджуючи причини та наслідки пожеж на складах бавовни Wen-hui Ju [5] зазначає, що відсутність систем автоматичної пожежної сигналізації призвела до поширення пожежі на значні площі і великих матеріальних втрат.

Для забезпечення допустимого значення пожежного ризику на відкритих складах розробляють заходи із забезпечення в них пожежної безпеки, тобто стоїть задача обладнання їх системою протипожежних засобів. До таких засобів відносять:

- прилад приймально-контрольний пожежний (ППКП);
- пожежні сповіщувачі;
- звукові пожежні оповіщувачі

**Приклад приймально-контрольний пожежний (ППКП).** Згідно із ДБН В.2.5-56:2014 [6], ППКП є складовою частиною системи пожежної сигналізації, яка призначена для електричного живлення компонентів системи, приймання та обробки інформації від пожежних сповіщувачів, формування і передавання на інші виконавчі пристрої сигналів про виявлення ознак горіння. ППКП. На приладі відображається світлова і звукова сигналізація, згідно з вимогами ДСТУ EN 54-2:2003 [7], він розміщується у пункті пожежного спостереження. Цей пункт, з якого у будь-який момент після одержання сигналу пожежної тривоги можна ініціювати необхідні заходи протипожежного захисту або пожежо-гасіння, розміщується в межах відкритого складу виробничого об'єкта. Для отримання високого рівня пожежної безпеки в якості ППКП доцільно використовувати прилад «Тірас-16.128П» (рис. 1).



Рисунок 1 – ППКП «Гірас-16.128П» з виносною індикаторною панеллю

Система пожежної сигналізації на базі ППКП «Гірас-16.128П» дає змогу реалізувати пожежну безпеку середніх та крупних об'єктів, що вміщують від 16 до 240 зон, та до 32 напрямів пожежога-сіння [8].

Час напрацювання на відмову  $T_B$  ППКП, згідно ДСТУ EN 54-2:2003 [7], становить 87600 год, що відповідає інтенсивності відмов  $\lambda_{н.к.л} = 1,14 \cdot 10^{-5}$  год<sup>-1</sup>.

**Пожежні сповіщувачі** є елементами системи пожежної сигналізації, які призначені для виявлення пожежі за її первинними ознаками і надання про неї інформації, можливої для подальшої передачі. На сучасному етапі найбільшого розповсюдження набули комбіновані автоматичні сповіщувачі, які реагують на декілька ознак пожежі. Крім цього, такі сповіщувачі повинні бути адресними, що передбачається можливість встановлення для кожного з них індивідуального коду (адреси), яка передається на ППКП і дає змогу судити про стан середовища та власну працездатність сповіщувача. На рис. 2 зображено сповіщувач пожежний ручний адресний типу СПРА-01В (напруга живлення 12 В). Згідно із ДСТУ EN 54-5:2003 [7], час  $T_B$  напрацювання пожежного сповіщувача на відмову становить 87600 год, а інтенсивність відмови –  $\lambda_{н.к.л} = 1,14 \cdot 10^{-5}$  год<sup>-1</sup>.



Рисунок 2 – Сповіщувач пожежний ручний адресний типу СПРА-01В

**Звукові пожежні оповіщувачі** генерують звукові сигнали попередження про пожежу при подачі на них сигналу управління. Найбільш поширеною моделлю пожежного оповіщувача є оповіщувач «Сирена» С-03-12. Рівень звукового тиску на відстані 1 м не менше 95 дБ. Згідно із ДСТУ EN 54-3:2003 [7], п. 4.4, час напрацювання оповіщувача на відмову  $T_B = 100$  год, а інтенсивність відмови  $\lambda_{н.к.л} = 10^{-2}$  год<sup>-1</sup>.

Результати аналізу робіт стосовно сучасного стану пожежної безпеки на відкритих складах виробничих об'єктів показують, що і досі відсутні нормативні вимоги до їх облаштування пожежною сигналізацією та системою мовного оповіщення. Тому ставиться завдання розробити заходи для забезпечення протипожежної безпеки на складах виробничих об'єктів.

**Мета роботи.** Розробити методологію забезпечення пожежної безпеки для відкритих складів виробничих об'єктів з урахуванням пожежного ризику і використанням автоматичної пожежної сигналізації і оповіщення.

**Постановка задачі та її розв'язання.** Згідно з рекомендаціями будівельних норм і правил (СП 114.13330.2016) [9] для відкритих складів (п. 11.2) ручні пожежні сповіщувачі необхідно встановлювати по протипожежних розривах на негорючих опорах на висоті  $1,5 \pm 0,1$  м від землі. Але в цих нормах і правилах не вказується площа, яка обслуговується одним пожежним сповіщувачем. Наприклад, площа, яку контролює один пожежний сповіщувач в закритому приміщенні, згідно із ДБН В.2.5-56:2014, п. 7.2.11 [6],  $S_{н.к.л} = 49$  м<sup>2</sup>.

Беручи за основу рекомендації [6] та будівельні норми і правила, а також результати аналізу практичних даних, приймаємо площу обслуговування одним пожежним сповіщувачем для відкритих складів виробничих об'єктів, яка не повинна перевищувати  $S_{н.к.л} = 300$  м<sup>2</sup>.

Аналогічно розглянемо площу обслуговування одним пожежним оповіщувачем. Враховуючи рекомендації ДСТУ EN 54-3:2003 п. 4.6.2, [7] в яких вказується, що площа, яку обслуговує один оповіщувач в закритому приміщенні  $S_{н.к.л} = 72$  м<sup>2</sup>, приймаємо виходячи з існуючих практичних результатів аналізу для відкритих складів виробничих об'єктів площу обслуговування у сорок разів більшу, тобто не більше  $S_{н.к.л} = 2880$  м<sup>2</sup>. Крім цього, пожежні оповіщувачі розміщуємо з рівномірним кроком по периметру відкритого складу або його кварталів.

**Забезпечення пожежного ризику** для відкритих складів виробничих об'єктів будемо виконувати на основі того, що на таких складах, згідно із штатним розписом в одну зміну працює не більше 10 чоловік. Склад працює в дві зміни. Тому будемо використовувати залежність для визначення індивідуального пожежного ризику  $\epsilon_{о.з}$  для об'єкта захисту [10, 11]

$$\varepsilon_{o.3} = \varepsilon_n P_l \varepsilon_{n.k.n} \varepsilon_{n.c} \varepsilon_{n.o} (1 - P_e) K_{c.n.3} \leq [\varepsilon_{o.3}] \quad (1)$$

де  $\varepsilon_n$  – ризик виникнення пожежі на складі протягом року (розраховується на підставі статистичних даних для цього складу; у випадку відсутності статистичних даних допускається приймати  $\varepsilon_n = 4 \cdot 10^{-2}$  [12]);  $P_l$  – імовірність присутності людей в приміщенні диспетчерської служби складу

$$P_l = \frac{\tau_l}{24}; \quad (2)$$

$\tau_l$  – час присутності людей на складі, год (на складських об'єктах роботи виконуються в дві зміни, тобто  $\tau_l = 16$  год);  $\varepsilon_{n.k.n}$  – ризик відмови приймально-контрольного приладу пожежної сигналізації;  $\varepsilon_{n.c}$  – ризик відмови ручного пожежного сповіщувача;  $\varepsilon_{n.o}$  – ризик відмови звукового пожежного оповіщувача;  $K_{c.n.3}$  – коефіцієнт, який враховує необхідну кількість систем протипожежного захисту для виробничо-складських об'єктів промислових підприємств

$$K_{c.n.3} = \prod_{i=1}^3 \frac{N_i}{N_{i.o}}, \quad (3)$$

$N_i$ ,  $N_{i.o}$  – відповідно необхідна та дійсна кількість систем протипожежного захисту для виробничо-складських об'єктів промислових підприємств (у випадку відсутності на об'єкті дійсної кількості відповідної системи протипожежного захисту, наприклад, пожежних оповіщувачів або інших систем, то це співвідношення приймають таким, що дорівнює 1 (одиниці)):  $P_e$  – імовірність евакуації персоналу із складу у випадку виникнення пожежі

$$P_e = 1 - (1 - P_{e.n}); \quad (4)$$

де  $P_{e.n}$  – імовірність евакуації людей, які перебувають у приміщенні диспетчерського пункту складу, евакуаційними шляхами при реалізації сценарію пожежі.

Імовірність евакуації людей  $P_{e.n}$  евакуаційними шляхами визначають за залежністю

$$P_{e.n} = \frac{0,8\tau_k - \tau_e}{\tau_{n.e}}, \quad (5)$$

де  $\tau_k$  – критичний час пожежі, хв;  $\tau_e$  – час евакуації, хв;  $\tau_{n.e}$  – час від початку пожежі до початку евакуації, хв (за наявності системи оповіщення про пожежу  $\tau_{n.e} = 2 \dots 4$  хв);  $[\varepsilon_{o.3}] = 10^{-6}$  – допустиме нормативне значення індивідуального пожежного ризику для об'єкта.

При розрахунку імовірності евакуації людей  $P_{e.n}$  евакуаційними шляхами в зоні виникнення пожежі за залежністю (5) необхідно враховувати:

1) у випадку, коли  $\tau_e < 0,8\tau_k < \tau_e + \tau_{n.e}$ , то  $P_{e.n}$  визначають за залежністю (5);

2) у випадку, коли  $\tau_e + \tau_{n.e} \leq 0,8\tau_k$ , то  $P_{e.n} = 0,999$ ;

3) у випадку, коли  $\tau_e \geq 0,8\tau_k$ , то  $P_{e.n} = 0$ .

Час евакуації  $\tau_e$  визначають так:

$$\tau_e = \frac{l_e}{k_g V_{e.o}}, \quad (6)$$

де  $l_e$  – шлях евакуації, м;

$$l_e = k_{кр} \sqrt{L_{np}^2 + B_{np}^2}; \quad (7)$$

$k_{кр} = 1,4$  – коефіцієнт, який враховує кривину шляху евакуації в зоні виникнення пожежі;  $L_{np}$  – довжина проходу в зоні виникнення пожежі, м;  $B_{np}$  – ширина проходу, м;  $V_{e.o}$  – дійсна середня швидкість евакуації, м/хв;

$$V_e = 49,5 - 9,27 \ln[-\lg(0,1 + 1,284k_{em})]; \quad (8)$$

$k_{em}$  – коефіцієнт, який враховує емоційний стан людей, що евакууються; значення цього коефіцієнта знаходиться в межах  $k_{em} = 0 \dots 0,7$  (за відсутності емоційного стану  $k_{em} = 0$ );  $k_e$  – кількість евакуаційних виходів.

Результати розгляду протипожежних засобів показали, що головним чином їх напрацювання на відмову підпорядковуються експоненціальному та нормальному законам розподілу.

Тому залежності для визначення ризиків  $\varepsilon_i$  відмови засобів протипожежного захисту мають вид:

- за експоненціальним законом розподілу

$$\varepsilon_i = 1 - \exp(-\lambda_i \tau), \quad (9)$$

де  $\lambda_i$  інтенсивність відмови відповідного засобу протипожежного захисту;

- за нормальним законом розподілу

$$\varepsilon_i = 0,5 + \Phi(u), \quad (10)$$

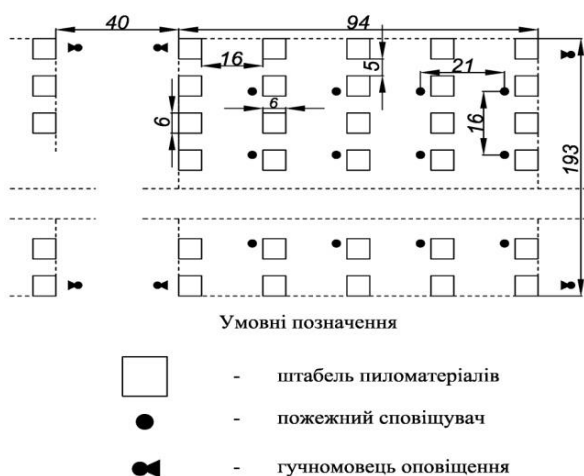
де  $\Phi(u)$  – функція Лапласа, яка є непарною;  $\Phi(-u) = -\Phi(u)$ ;  $u$  – квантиль нормального розподілу

$$u = \frac{\tau - m_\tau}{S_\tau}. \quad (11)$$

Визначення функції Лапласа полягає у визначенні квантиля нормального розподілу за залежністю (11) для відповідного часу  $\tau$ , де  $S_\tau$  – середнє квадратичне відхилення напрацювання  $\tau$  та  $m_\tau$  – математичне сподівання напрацювання  $\tau$ , а потім з використанням довідникової літератури, в якій розміщені таблиці функції Лапласа, вибирають значення  $\Phi(u)$ .

Для підтвердження розробленої методології забезпечення пожежної безпеки відкритих складів виробничих об'єктів з урахуванням пожежного ризику і використанням автоматичної пожежної сигналізації і оповіщення розглянемо приклад.

**Приклад.** За основу приймаємо відкритий склад лісоматеріалів, а саме один з його кварталів, який зображено на рис. 3.



Розміри відстаней розміщення елементів кварталу наведені в м

**Рисунок 3** – Квартал відкритого складу лісоматеріалів

Розміри кварталу 193x94 м, повздовжня відстань між штабелями 16 м, поперечна відстань – 5 м. На кварталі складу встановлено 4 оповіщувачі про виникнення пожежі типу «Сирена» С-03-12 і 60 ручних пожежних сповіщувачів типу СПРА-01В, які підєднані до приймально-контрольного пожежного приладу типу «Гірас-16.128П». Прилад розміщений в диспетчерському пункті лісоскладу. На складі працює 10 чоловік штату в дві зміни (16 год). Відстань для евакуації працівників у випадку пожежі – 50 м при ширині проходу 16 м.

**Розв'язок.** Виходячи зі штатного розпису працівників на відкритому складі лісоматеріалів встановлюємо, що будемо розглядати індивідуальний пожежний ризик. Для цього визначаємо його складові.

1. Ризик виникнення пожежі на складі протягом року  $\varepsilon_n = 4 \cdot 10^{-2}$ .

2. Імовірність присутності людей в приміщенні диспетчерської служби складу

$$P_d = \frac{\tau_d}{24} = \frac{16}{24} = 0,67.$$

3. Ризики  $\varepsilon_i$  відмови засобів протипожежного захисту за залежністю (9)

$$\begin{aligned} \varepsilon_{n.k.n} &= 1 - \exp(-1,14 \cdot 10^{-5} \tau) = \\ &= 1 - \exp(-1,14 \cdot 10^{-5} \cdot 8760) = 0,075, \end{aligned}$$

де  $\tau = 8760$  год – час напрацювання приладу приймально-контрольного за 1 рік;

$$\varepsilon_{n.c} = 1 - \exp(-1,14 \cdot 10^{-5} \cdot 8760) = 0,075;$$

- пожежні оповіщувачі

$$\varepsilon_{n.o} = 0,5 + \Phi(u);$$

$$u = \frac{\tau - m_\tau}{S_\tau} = \frac{5 - 50}{16,7} = -2,69;$$

$$\varepsilon_{n.o} = 0,5 + (-0,4965) = 0,0035.$$

Визначаємо коефіцієнт  $K_{c.n.z}$ , який враховує необхідну кількість систем протипожежного захисту

$$K_{c.n.z} = \frac{N_{n.k.n}}{N_{n.k.n.d}} \cdot \frac{N_{n.c}}{N_{n.c.d}} \cdot \frac{N_{n.o}}{N_{n.o.d}} = \frac{1}{1} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{6}{4} = 1,5.$$

Визначаємо шлях евакуації за залежністю (7)

$$l_e = 1,4 \sqrt{50^2 + 16^2} = 73 \text{ м.}$$

Час евакуації  $\tau_e$  визначаємо за залежністю (6)

$$\tau_e = \frac{73}{1 \cdot 45} = 1,62 \text{ хв,}$$

де  $V_{e.d} = 45$  м/хв – дійсна середня швидкість евакуації.

Імовірність евакуації людей  $P_{e.n}$  евакуаційними шляхами визначаємо за залежністю

$$P_{e.n} = \frac{0,8 \tau_k - \tau_e}{\tau_{n.e}} = \frac{0,8 \cdot 7 - 1,62}{3} = 1,3,$$

де  $\tau_k = 7$  хв – критичний час пожежі;  $\tau_{n.e} = 3$  хв – час початку евакуації.

У зв'язку з тим, що  $P_{e.n} > 1$ , приймаємо  $P_{e.n} = 0,999$ . Тоді імовірність евакуації за залежністю (4) буде  $P_e = 0,999$ .

Визначаємо індивідуальний пожежний ризик для відкритого складу лісоматеріалів за залежністю (1)

$$\begin{aligned} \varepsilon_{o.z} &= 4 \cdot 10^{-2} \cdot 0,67 \cdot 0,0075 \cdot 0,0075 \cdot \\ &\cdot 0,0035(1 - 0,999)1,5 = 7,9 \cdot 10^{-10} < [10^{-6}]. \end{aligned}$$

Результати розрахунків показують, що для відкритого складу лісоматеріалів забезпечується пожежний ризик в межах допустимого значення, що дає можливість у випадку виникнення пожежі оперативно реагувати на евакуацію людей, миттєво сповістити служби ДСНС про пожежу, та локалізувати і ліквідувати її з мінімальними збитками для об'єкта захисту.

### Висновки

1. Розроблена методологія забезпечення пожежної безпеки з урахуванням пожежного ризику на прикладі відкритого складу лісоматеріалів може бути застосована для відкритих складів виробничих об'єктів різного призначення, що дасть змогу уникнути важких наслідків від пожежі для працівників складу.

2. Наведений комплекс протипожежних засобів і систем забезпечує допустимий пожежний ризик для об'єкта захисту протягом 10 років їх експлуатації. Тому облаштування відкритих складів такими протипожежними засобами і системами є обов'язковим.

3. Розроблені залежності для визначення складових пожежного ризику базувалися на основних положеннях теорії надійності і показали високу надійність та адекватність дійсним значенням, які розглядалися в прикладі.

### Список літератури

1. Копылов Н. П. Моделирование пожаров на складах лесоматериалов / Н. П. Копылов // Моделирование пожаров и взрывов. М.: Изд. «Пожнаука», 2000. С. 189-197.

2. Андрусейко О. Б. Склади зберігання пиломатеріалів: особливості запобігання виникненню пожеж. / О. Б. Андрусейко, Ю. І. Грицюк // [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/files/1\\_18.pdf](https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/files/1_18.pdf).

3. Полярин Ю. Пожежна безпека складів / Ю. Полярин // [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://sitmag.ru/article/9989-pojarnaya-bezopasnost-skladov-ch-2-meropriyatiya-opoveshchayushchego-haraktera>.

4. Лісняк А. А. Аналіз розрахунків потрібних витрат води для гасіння пожеж на відкритих складах лісоматеріалів / А. А. Лісняк, І. Г. Дерев'яно // [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/5086/1/vidkriti%20skladi%20lisomaterialov.pdf>.

5. Wen-hui Ju. Study on Fire Risk and Disaster Reducing Factors of Cotton Logistics Warehouse Based on Event and Fault Tree Analysis / Wen – hui Ju // [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://pdf.sciencedirectassets.com/278653/1-s2.0-S1877705816X00033/1-s2.0-S1877705816X00033/1-s2.0>.

6. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. К.: Мінрегіонбуд України, 2014.– 185 с.

7. ДСТУ EN 54-2:2003. Системи пожежної сигналізації. К.: Держспоживстандарт України, 2004. 58 с.

8. Прилади приймально-контрольні серії «Тірас-П». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://old.tiras.ua/uk/category/katalog-produktsii/priladi-priimalno-kontroln-pozhezhn-ser-t-ras-p-en-54>.

9. СП 114.13330.2016 Склади лесных материалов. Противопожарные нормы. Актуализированная редакция СНиП 21-03-2003. – 21 с.

10. Гуліда Е. М. Забезпечення протипожежного захисту виробничо-складських об'єктів промислових підприємств з урахуванням пожежного ризику / Е. М. Гуліда, О. М. Коваль, В. В. Шарий // Пожежна безпека : збірник наукових праць, Львів: ЛДУ БЖД, 2019. № 34. С. 28 - 34.

11. Самошин Д. А. Основные расчетные величины индивидуального пожарного риска / Д. А. Самошин // [Електронний ресурс] Режим доступу: [www.academygps.ru](http://www.academygps.ru).

\*Науково-методична стаття

12. 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.

### References

1. Kopylov N.P. Modeling fires in timber depots / N.P. Kopylov // Modeling fires and explosions. - M.: Publishing. "Fire Science", 2000. - S. 189-197.

2. Andrusenko OB Timber storage depots: Features of fire prevention. / OB Andrusenko, Yu.I. Gritsyuk // [Electronic resource] Access mode: [https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/files/1\\_18.pdf](https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/files/1_18.pdf).

3. Polarin Y. Fire safety of warehouses / Yu. Polarin // [Electronic resource] Access mode: <https://sitmag.ru/article/9989-pojarnaya-bezopasnost-skladov-ch-2-meropriyatiya-opoveshchayushchego-haraktera>.

4. Lisnyak AA Analysis of the calculations of the required water consumption for extinguishing fires at open timber warehouses / A.A. Lisnyak, I.G. Derevyanko // [Electronic resource] Access mode: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/5086/1/vidkriti%20skladi%20lisomaterialov.pdf>.

5. Wen – hui Ju. Study on Fire Risk and Disaster Reducing Factors of Cotton Logistics Warehouse Based on Event and Fault Tree Analysis / Wen – hui Ju // [Electronic resource] Access mode: <https://pdf.sciencedirectassets.com/278653/1-s2.0-S1877705816X00033/1-s2.0>.

6. ДБН В.2.5-56: 2014. Fire protection systems. - K. : Minregionstroy of Ukraine, 2014. - 185 p.

7. DSTUEN54-26:2003-30p.

8. Tiras-P Reception and Control Devices. [Electronic resource]. Access mode: <https://old.tiras.ua/en/category/katalog-products/addresses-acceptable-control-pozhezhn-ser-t-ras-p-en-54>.

9. SP 114.13330.2016 Warehouses for forest materials. Fire regulations.

Updated edition of SNiP 21-03-2003. - 21 p.

10. Gulida E.M. Provision of fire protection of industrial and warehouse facilities of industrial enterprises with consideration of fire risk / E.M. Gulida, OM Koval, V.V. Layer // Fire Safety: A Collection of Scientific Papers. –Lviv: BSU BDZ, 2019. –№ 34 –P. 28 - 34.

11. Samoshin D.A. The main calculated values of individual fire risk / D.A. Samoshin // [Electronic resource] Access mode: [www.academygps.ru](http://www.academygps.ru).

12. Methodology for determining the calculated values of fire risk in buildings, structures and structures of various classes of functional fire hazard (Appendix to the Order of the Ministry of Emergencies of the Russian Federation dated 30.06.2009 No. 382). - M. : EMERCOM of the Russian Federation, 2009. - 10 p.