

Е. М. Гуліда, О. М. Коваль, В. В. Шарій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ВИРОБНИЧО-СКЛАДСЬКИХ ОБ'ЄКТІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ З УРАХУВАННЯМ ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ

Постановка проблеми. Для міст України проблема мінімізації наслідків від пожеж має особливе значення. Найбільш пожежонебезпечними спорудами на промислових підприємствах є закриті та відкриті склади. Стосовно ліквідації пожеж на відкритих складах, то розглядаються лише аналіз при їх ліквідації. Тому виникає проблема в тому, що недостатньо розглядаються питання стосовно забезпечення протипожежного захисту виробничо-складських об'єктів (ВСО) промислових підприємств. Виходячи з наведеного можна констатувати, що існує проблема, яка полягає в розробленні основних напрямків забезпечення протипожежного захисту виробничо-складських об'єктів.

Мета роботи. Розробити методологію забезпечення протипожежного захисту виробничо-складських об'єктів промислових підприємств з урахуванням пожежного ризику.

Постановка задач та їх розв'язання. Для забезпечення протипожежного захисту виробничо-складських об'єктів необхідно першочергово розв'язати такі задачі:

- 1) розробити класифікацію виробничо-складських об'єктів з метою можливого групування протипожежних засобів для їх захисту при виникненні пожежі;
- 2) розробити математичні залежності для визначення необхідної кількості протипожежних засобів відповідних груп виробничо-складських об'єктів;
- 3) розробити методологію забезпечення протипожежного захисту виробничо-складських об'єктів промислових підприємств з урахуванням пожежного ризику.

Для розв'язування **першої задачі** були враховані рекомендації, на підставі яких була розроблена схема класифікації виробничо-складських об'єктів промислових підприємств. Для розв'язання **другої задачі** на першому етапі були визначені всі необхідні протипожежні засоби для забезпечення пожежної безпеки виробничо-складських об'єктів промислових підприємств. Після їх прийняття для забезпечення пожежної безпеки виробничо-складських об'єктів промислових підприємств були розроблені математичні залежності для визначення їх необхідної кількості.

Для розв'язання **третьої задачі** з використанням пожежного ризику, скористувалися рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я і Постановою Кабінету Міністрів України від 29 лютого 2012 р. № 306. З урахуванням наведених систем протипожежного захисту були **розроблені математичні моделі пожежного ризику** для закритих, напівзакритих та відкритих виробничо-складських об'єктів промислових підприємств.

Висновки та конкретні пропозиції:

1. Отримано математичні моделі пожежних ризиків для закритих, напівзакритих і відкритих виробничо-складських об'єктів промислових підприємств, які дають можливість на їх підставі розробити методологію визначення оптимальної кількості протипожежних засобів і тим самим забезпечити протипожежний захист цих об'єктів.
2. Для оптимізації вибору необхідної кількості протипожежних засобів необхідно встановити критерій оптимізації, який би базувався на визначенні прямих збитків від пожежі, витрат пожежно-рятувальних підрозділів на ліквідацію пожежі та витрат на протипожежний захист.
3. Розроблені математичні моделі пожежних ризиків потребують подальшого удосконалення з метою їх впровадження і використання на основі інформаційних технологій, що дозволить в оперативному режимі вживати всіх необхідних заходів для забезпечення протипожежної безпеки в процесі аудиту закритих, напівзакритих і відкритих виробничо-складських об'єктів промислових підприємств.

Постановка проблеми. У пожежній практиці користуються терміном «пожежний ризик», тобто це є міра можливості реалізації пожежної небезпеки об'єктів захисту та її наслідків для людей і матеріальних цінностей. Забезпечення пожежної безпеки об'єктів захисту виконується на підставі аналізу та оцінювання пожежного ризику, який дає можливість впроваджувати відповідні заходи для його зменшення до допустимого значення. Згідно із рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я [1] і Постанови Кабінету Міністрів України від 29 лютого 2012 р. № 306 пожежні ризики класифікують так: 1) незначний пожежний ризик

$\varepsilon \leq 10^{-6}$; 2) середній $\varepsilon = 10^{-6} \dots 5 \cdot 10^{-5}$; 3) високий (терпимий) пожежний ризик $\varepsilon = 5 \cdot 10^{-5} \dots 5 \cdot 10^{-4}$; 4) неприйнятний пожежний ризик $\varepsilon > 5 \cdot 10^{-4}$.

В той же час пожежний ризик вказує на відповідну імовірність оперативної реалізації системи протипожежного захисту у випадку виникнення пожежі на об'єкті. На підставі визначення пожежного ризику для об'єкта є можливість у випадку виникнення пожежі на об'єкті визначити очікувану величину втрат та передбачити ефективні компенсаційні заходи.

Найбільш пожежонебезпечними спорудами на промислових підприємствах є закриті та відк-

риті склади. Аналіз пожеж, наприклад, на деревообробних підприємствах [2...5] показав, що 64% всіх пожеж відбувається на відкритих складах. Стосовно ліквідації пожеж на відкритих складах, то розглядають лише аналіз їх ліквідації [6, 7] та методики розрахунку сил і засобів, наприклад, [8, 9]. Тому у наукових публікаціях недостатньо розглянуті питання забезпечення протипожежного захисту виробничо-складських об'єктів промислових підприємств. Отже дослідження питання із забезпечення протипожежного захисту виробничо-складських об'єктів є проблемною і актуальною задачею сучасності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дослідження пожежного ризику розглянуто в роботі [10]. В ній наведена методика визначення індивідуального пожежного ризику. Для визначення пожежного ризику рекомендовано дані, які отримано на підставі статистичних даних, але вони не дають змоги визначити пожежний ризик для кожного конкретного випадку.

Визначення пожежного ризику для закритих приміщень наведено в роботі [11] з використанням основних положень теорії надійності. Також, в роботі наведені рекомендації для визначення складових пожежного і соціального пожежного ризику. Робота [12] присвячена визначенню пожежного ризику для закритих приміщень деревообробних підприємств. Також розроблена методика для визначення необхідної кількості протипожежних засобів з урахуванням допустимого значення пожежного ризику. Але наведена в роботі методика дає можливість тільки визначати значення пожежного ризику в процесі проведення аудиту з точки зору пожежної безпеки.

В роботі [13] розроблена методологія визначення впливу пожежного ризику на величину збитків від пожежі в приміщеннях різних об'єктів. При дослідженні та аналізі інших робіт, в яких досліджують пожежний ризик, було встановлено, що в них зовсім відсутні дані для прогнозування можливих збитків від пожежі. Тому дослідження питання із забезпечення протипожежного захисту виробничо-складських об'єктів з урахуванням пожежного ризику дає можливість частково вирішити поставлену проблему.

Мета роботи. Розробити методологію забезпечення протипожежного захисту виробничо-складських об'єктів промислових підприємств з урахуванням пожежного ризику.

Постановка задач та їх розв'язання. Для забезпечення протипожежного захисту виробничо-складських об'єктів необхідно першочергово розв'язати такі задачі:

1) розробити класифікацію виробничо-складських об'єктів з метою можливого групування протипожежних засобів для їх захисту при виникненні пожежі;

2) розробити математичні залежності для визначення необхідної кількості протипожежних засобів відповідних груп виробничо-складських об'єктів;

3) розробити методологію забезпечення протипожежного захисту виробничо-складських об'єктів промислових підприємств з урахуванням пожежного ризику.

Для розв'язання **першої задачі** були враховані рекомендації робіт [14, 15]. На підставі цих рекомендацій була розроблена схема класифікації виробничо-складських об'єктів промислових підприємств (рис. 1).

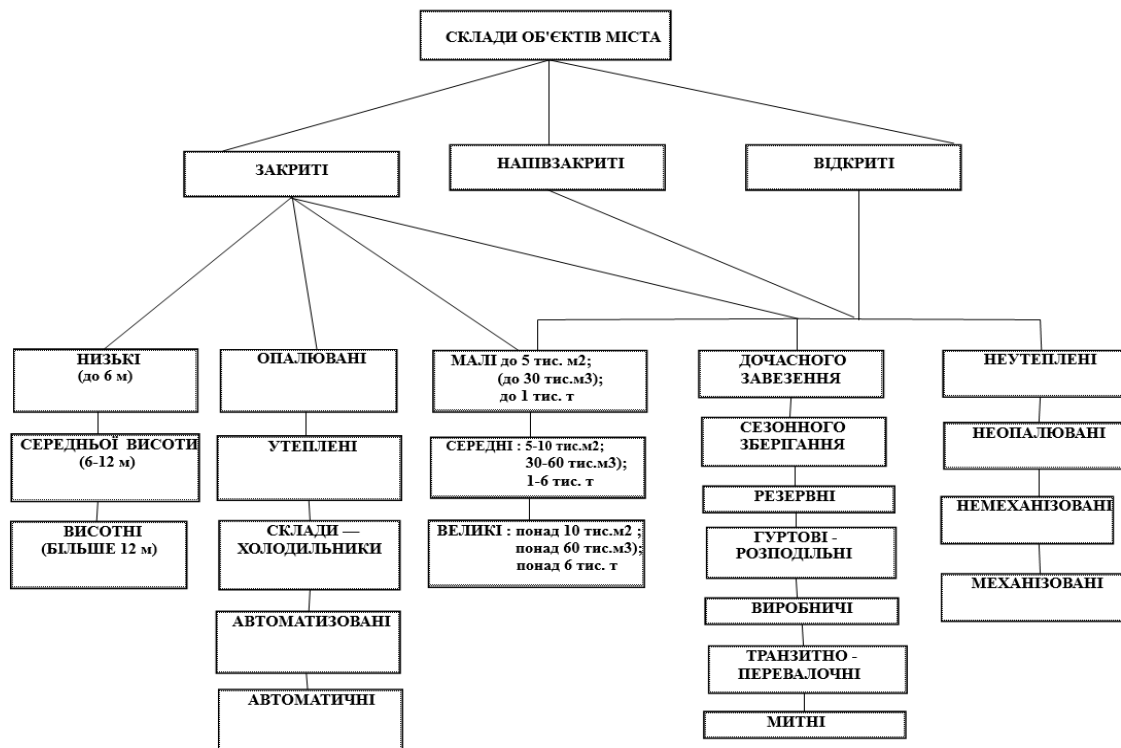


Рисунок 1 – Схема класифікації виробничо-складських об'єктів промислових підприємств

Згідно із класифікацією, виробничо-складські об'єкти поділяють на закриті, напівзакриті та відкриті. В свою чергу закриті склади можуть бути низькими, середньої висоти і висотними з висотою від підлоги до нижньої границі ферм більше 12 м. Крім цього, ці склади можуть бути опалюваними, утепленими, складами-холодильниками, а також автоматизованими або автоматичними. Закриті склади призначені як для зберігання необхідного виду продукції або сировини, так і як резервні.

За об'ємом зберігання вони поділяються на малі, середні і великі. Аналогічно класифікуються напівзакриті і відкриті склади. В більшості випадків ці склади є механізованими з використанням завантажувально-розвантажувальних транспортних засобів.

Для розв'язання **другої задачі** на першому етапі визначимо всі необхідні протипожежні засоби для забезпечення пожежної безпеки виробничо-складських об'єктів промислових підприємств. Спочатку розглянемо всі необхідні протипожежні засоби забезпечення пожежної безпеки виробничо-складських об'єктів для **закритих** та **напівзакритих** приміщень. До таких протипожежних засобів відносять: приймально-контрольний пристрій пожежної сигналізації; пожежні сповіщувачі; звукові пожежні оповіщувачі; систему протидимного захисту; систему завіс; систему для автоматичного відкривання евакуйовальних дверей.

До **відкритих** складів виробничо-складських об'єктів відносять такі протипожежні засоби для забезпечення пожежної безпеки: приймально-контрольний пристрій пожежної сигналізації; ручні пожежні сповіщувачі з розміщенням їх на висоті 1,35 м від землі; гучномовці та пристрої звукової сигналізації (сирени, дзвони тощо); лебідки з двигунами внутрішнього згоряння; паливо - не більше однієї бочки (200 л) на відстані не менше 10 м від лебідки [16]; лафетні стволи ЛС-60, які встановлені на вишках з негорючих матеріалів IV ступеня вогнестійкості та висотою 7 м і більше; на насосній станції слід передбачати один робочий і один резервний насосний агрегат; мотопомпу типу М-1600; ручні стволи з насадками діаметром 19-21 мм; 200 м пожежних рукавів діаметром 65 мм; 2 розгалуження і 2 пожежні колонки [15].

Після узгодження всіх необхідних протипожежних заходів для забезпечення пожежної безпеки виробничо-складських об'єктів промислових підприємств переходимо до розробки математичних залежностей для визначення їх необхідної кількості.

1. **Прилад приймально-контрольний пожежний** (ППКП). Потрібну кількість цих приладів для виробничо-складських об'єктів позначимо літерою $N_{ПК}$.

На підставі рекомендацій ДБН В.2.5-56:2014 [17] ППКП призначена для електричного живлення компонентів системи, приймання та оброблення інформації від пожежних сповіщувачів, формування і передавання на інші виконавчі пристрої сигналів про виявлення ознак горіння. ППКП розміщується у пункті пожежного спостереження. Цей пункт розміщується в межах виробничо-складського об'єкта. Мінімальна кількість $N_{ПК} = 1$.

2. **Пожежні сповіщувачі** (ПС). Потрібну кількість ПС можна визначити згідно із рекомендаціями [17]

$$N_{ПС} = \frac{S_c}{S_{n.c}}, \quad (1)$$

де S_c – площа складу, m^2 ; $S_{n.c}$ – площа, яку контролює один сповіщувач, m^2 (згідно із ДБН В.2.5-56:2014 п. 7.2.11 [17] $S_{n.c} = 49 m^2$).

3. **Пожежні оповіщувачі** (ПО). Потрібну кількість ПО визначаємо згідно із рекомендаціями ДСТУ EN 54-3:2003 п. 4.6.2, де вказується, що площа, яку обслуговує один оповіщувач $S_{n.o} = 72 m^2$. В цьому випадку $N_{ПО}$ буде

$$N_{ПО} = \frac{S_c}{S_{n.o}}. \quad (2)$$

4. **Система протидимного захисту** (система димо- та тепловидалення з механізмом відкриття) (СПЗ). Потрібна кількість систем протидимного захисту $N_{СПЗ}$ для приміщення складу, шт.

$$N_{СПЗ} = \frac{S_c}{S_{n.з}}, \quad (3)$$

де $S_{n.з}$ – площа складу, яка обслуговується одним димоприміальним пристроєм (згідно із [17] п. 10.4.2, $S_{n.з} = 900 m^2$).

5. **Щільні вертикальні завіси** (ЩВЗ) з негорючих матеріалів, що опускаються від перекриття до підлоги не нижче 2,5 м від підлоги і утворюють під перекриттям резервуари для диму. Потрібну кількість ЩВЗ можна визначити за залежністю

$$N_{ЩВЗ} = \frac{S_c}{S_{c.з}}, \quad (4)$$

де $S_{c.з}$ – площа, яка обслуговується однією системою завіс (згідно із [17] п. 10.4.3, $S_{c.з} = 1600 m^2$).

6. **Евакуаційні двері** (ЕД) із системою їх автоматичного відкривання для закритих та напівзакритих складів. Мінімальна кількість ЕД із системою їх автоматичного відкривання повинна бути $N_{ЕД} = 4$ (по 2 дверей на довгих протилежних сторонах приміщення).

7. **Лебідка з двигуном внутрішнього згоряння** (Л) та паливо не більше однієї бочки (200 л) на відстані не менше 10 м від лебідки. Мінімальна кількість лебідок $N_{Л} = 1$.

8. **Лафетний ствол ЛС-60.** Кількість лафетних стволів $N_{ЛС}$ для відкритих складів можна визначити за залежністю

$$N_{ЛС} = \frac{S_c}{S_{л.с}}, \quad (5)$$

де $S_{л.с}$ – площа, яку обслуговує один лафетний ствол, m^2 ($S_{л.с} = 31400 m^2$ [15]).

9. **Насосний агрегат насосної станції.** Мінімальна кількість насосних агрегатів $N_{НА} = 2$ (один робочий, другий резервний).

10. **Мотопомп типу МП-1600.** Мінімальна кількість мотопомп $N_M = 1$.

11. **Ручні стволи** з насадками діаметром 19-21 мм. Кількість ручних стволів $N_{РС}$ для відкритих складів можна визначити за залежністю

$$N_{РС} = \frac{S_c}{S_{р.с}}, \quad (6)$$

де $S_{р.с}$ – площа, яку обслуговує один ручний ствол, m^2 ($S_{р.с} = 7850 m^2$ [15]).

12. **Пожежні рукава** діаметром 65 мм. Мінімальна довжина пожежних рукавів $N_{ПР} = 200$ м.

13. **Розгалуження.** Мінімальна кількість розгалужень $N_P = 2$.

14. **Пожежні колонки.** Мінімальна кількість пожежних колонок $N_{ПК} = 2$.

Для розв'язання **третьої задачі** з використанням пожежного ризику, скористаємося рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я [1] і Постанови Кабінету Міністрів України від 29 лютого 2012 р. № 306.

З урахуванням наведених систем протипожежного захисту та рекомендацій [18] **розробимо математичну модель пожежного ризику** $\varepsilon_{о.з}$ для закритих і напівзакритих виробничо-складських об'єктів промислових підприємств

$$\varepsilon_{о.з} = \varepsilon_n P_A \varepsilon_{н.к.л} \varepsilon_{н.с} \varepsilon_{н.о} \varepsilon_{н.з} \varepsilon_{с.з} \varepsilon_{е.д} (1 - P_e) K_{с.н.з} \leq [\varepsilon_{о.з}], \quad (7)$$

де ε_n – ризик виникнення пожежі в приміщенні цеху (розраховується на підставі статистичних даних для розглядуваного приміщення складу; у випадку відсутності статистичних даних допускається приймати $\varepsilon_n = 4 \cdot 10^{-2}$ [19]); P_A – імовірність присутності людей в приміщенні складу

$$P_A = \frac{\tau_l}{24}; \quad (8)$$

τ_l – час присутності людей на складі, год (в більшості випадків на складських об'єктах робота виконується в дві зміни, тобто $\tau_l = 16$ 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; $\varepsilon_{с.з}$ – ризик відмови системи завіси; $\varepsilon_{е.д}$ – ризик відмови евакувальних дверей з системою їх автоматичного відкриття; $K_{с.н.з}$ – коефіцієнт, який враховує необ-

хідну кількість систем протипожежного захисту для закритих і напівзакритих виробничо-складських об'єктів промислових підприємств

$$K_{с.н.з} = \prod_{i=1}^6 \frac{N_i}{N_{i,о}}, \quad (9)$$

$N_i, N_{i,о}$ – відповідно необхідна та дійсна кількість систем протипожежного захисту для закритих і напівзакритих 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 з приміщення складу у випадку виникнення пожежі

$$P_e = 1 - (1 - P_{e,n})(1 - P_{e,a}); \quad (10)$$

де $P_{e,n}$ – імовірність евакуації людей, які перебувають у приміщенні складу, евакуаційними шляхами при реалізації сценарію пожежі; $P_{e,a}$ – імовірність евакуації людей через аварійні виходи або за допомогою інших засобів рятування (за відсутності даних $P_{e,a}$ допускається приймати 0,03 за наявності аварійних виходів або засобів рятування та 0,001 – за їх відсутності).

Імовірність евакуації людей $P_{e,n}$ евакуаційними шляхами з зони виникнення пожежі визначають за залежністю

$$P_{e,n} = \frac{0,8\tau_k - \tau_e}{\tau_{н.е}}, \quad (11)$$

де τ_k – критичний час пожежі, хв; (критичний час пожежі визначають з урахуванням небезпечних факторів пожежі, але як показують результати аналізу даних статистики пожеж в закритих і напівзакритих виробничо-складських об'єктах, його значення коливається в межах 5...10 хв); τ_e – час евакуації, хв; $\tau_{н.е}$ – час від початку пожежі до початку евакуації, хв (за наявності в приміщенні цеху системи оповіщення про пожежу $\tau_{н.е} = 1...2$ хв для першого поверху пожежі та $\tau_{н.е} = 6$ хв для другого та вищих поверхів); $[\varepsilon_o]$ – допустиме нормативне значення пожежного ризику для об'єкта.

При розрахунку імовірності евакуації людей $P_{e,n}$ евакуаційними шляхами в зоні виникнення пожежі за залежністю (11) необхідно враховувати:

1) якщо $\tau_e < 0,8\tau_k < \tau_e + \tau_{н.е}$, то $P_{e,n}$ визначають за залежністю (11);

2) якщо $\tau_e + \tau_{н.е} \leq 0,8\tau_k$, то $P_{e,n} = 0,999$;

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

Час евакуації τ_e визначають так

$$\tau_e = \frac{l_e}{k_e V_{e,о}}, \quad (12)$$

де l_e – шлях евакуації, м;

$$l_e = k_{сп} \sqrt{L_{np}^2 + B_{np}^2}; \quad (13)$$

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

$$V_e = 49,5 - 9,27 \ln[-\lg(0,1 + 1,284k_{ем})]; \quad (14)$$

$k_{ем}$ – коефіцієнт, який враховує емоційний стан людей, що евакуюються; значення цього коефіцієнта тримається в межах $k_{ем} = 0...0,7$ (без відхилень емоціонального стану $k_{ем} = 0$); k_e – кількість евакуаційних виходів; $[\varepsilon_{o.з}]$ – допустиме значення пожежного ризику для закритих і напівзакритих виробничо-складських об'єктів промислових підприємств.

Для відкритих виробничо-складських об'єктів промислових підприємств **математична модель пожежного ризику** $\varepsilon_{o.в}$ має вигляд

$$\varepsilon_{o.в} = \varepsilon_n \cdot P \cdot \varepsilon_{н.л} \cdot \varepsilon_{н.с} \cdot \varepsilon_{н.о} \cdot \varepsilon_{л.с} \cdot \varepsilon_{н.а} \cdot \varepsilon_m \cdot \varepsilon_{р.с} \cdot \varepsilon_{н.р} \cdot \varepsilon_{р} \cdot \varepsilon_{н.к} \cdot (1 - P_e) \cdot K_{с.н.в} \leq [\varepsilon_{o.в}], \quad (15)$$

де ε_n – ризик відмови лебідки з двигуном внутрішнього згорання; $\varepsilon_{л.с}$ – ризик відмови лафетного ствола; $\varepsilon_{н.а}$ – ризик відмови насосного агрегату; ε_m – ризик відмови мотопомпи; $\varepsilon_{р.с}$ – ризик відмови ручних стволів; $\varepsilon_{н.р}$ – ризик відмови пожежних рукавів; ε_r – ризик відмови розгалуження; $\varepsilon_{н.к}$ – ризик відмови пожежної колонки; $K_{с.н.в}$ – коефіцієнт, який враховує необхідну кількість систем протипожежного захисту для відкритих виробничо-складських об'єктів промислових підприємств

$$K_{с.н.в} = \prod_{i=7}^{14} \frac{N_i}{N_{i.д}}, \quad (16)$$

де N_i , $N_{i.д}$ – відповідно необхідна та дійсна кількість систем протипожежного захисту для закритих і напівзакритих виробничо-складських об'єктів промислових підприємств (у випадку відсутності на об'єкті дійсної кількості відповідних систем протипожежного захисту, наприклад, пожежних оповісвачів, або інших систем, це співвідношення приймають таким, що дорівнює 1 (одиниці)).

Значення складових ризиків у залежностях (7) і (15) можна визначити з використанням рекомендацій, які наведені в роботах [11, 12, 15]. Отримані математичні моделі пожежних ризиків для закритих, напівзакритих і відкритих виробничо-складських об'єктів промислових підприємств дають можливість розробити метод визначення оптимальної кількості протипожежних засобів для захисту цих підприємств на випадок виникнення пожежі.

Висновки:

1. Отримано математичні моделі пожежних ризиків для закритих, напівзакритих і відкритих виробничо-складських об'єктів промислових підприємств, які дають можливість на їх підставі розробити методику визначення оптимальної кількості протипожежних засобів і тим самим забезпечити протипожежний захист цих об'єктів.

2. Для оптимізації вибору необхідної кількості протипожежних засобів необхідно встановити критерій оптимізації, який би базувався на визначенні прямих збитків від пожежі, витрат пожежно-рятувальних підрозділів на ліквідацію пожежі та витрат на протипожежний захист.

3. Розроблені математичні моделі пожежних ризиків потребують подальшого удосконалення з метою їх впровадження і використання на основі інформаційних технологій, що дасть змогу в оперативному режимі вживати всіх необхідних заходів для забезпечення протипожежної безпеки в процесі аудиту закритих, напівзакритих і відкритих виробничо-складських об'єктів промислових підприємств.

Список літератури:

1. Бегун В.В. Безпека життєдіяльності: / В.В. Бегун, І.М. Науменко. – К.: 2004. – 328 с.
2. Климаць Р. Аналіз стану з пожежами в Україні за 2014 рік / Р. Климаць, А. Одинець. // Пожежна та техногенна безпека, № 2 (17), 2015. С. 23-26.
3. Климаць Р. Статистика пожеж на деревообробних підприємствах за 2012-2013 роки / Р. Климаць. – К.: УкрНДІЦЗ, 2013. – 2 с.
4. Климаць Р. Статистика пожеж на деревообробних підприємствах за 2014 рік / Р. Климаць. – К.: УкрНДІЦЗ, 2014. – 1 с.
5. Огляд стану організації пожежогасіння, пожежно-рятувальних робіт, застосування пожежної та спеціальної техніки ПРП МНС України у 2005 році. – К.: Департамент ЦЗ МНС України, 2005. – 31 с.
6. Повзик Я.С. Пожарная тактика / Я.С. Повзик, П.П. Клюс, А.М. Матвейкин. – М.: Стройиздат, 1990. – 335с.
7. Кимстач И.Ф. Пожарная тактика / И.Ф. Кимстач, П.П. Девлишев, Н.М. Евтюшкин. – М.: Стройиздат, 1984. – 590 с.
8. Рекомендации по тушению пожаров на открытых складах. – М.: ВНИИПО МВД России, 1995. – 76 с.
9. Гасіння пожеж на об'єктах зберігання і переробки деревини. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=78447>.
10. 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.
11. 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.

12. Коваль О.М. Оптимізація кількості протипожежних засобів в приміщеннях цехів деревообробних підприємств / О.М. Коваль // Пожежна безпека. – 2015, № 27. – С. 78-86.

13. 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.

14. Логістика складування. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://pidruchniki.com/12090613/ekonomika/logistika_skladuvannya.

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. Наказ МВС України від 30.12.2014 № 1417. – С. 32. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15>.

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

18. Гуліда Е.М. Методика визначення соціального пожежного ризику в приміщеннях навчальних закладів / Е.М. Гуліда, І.О. Мовчан, Т.М. Кіт // Науковий вісник НЛТУ України, – 2014, – Вип. 24.11. – С. 139-149.

19. 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. Begun V.V. Safety of life: / V.V. Begun, I.M. Naumenko – K.: 2004 – 328 pp.

2. Klimas R. Analysis of the state of fires in Ukraine in 2014 / R. Klimas, A. Odinets. // Fire and technogenic safety, № 2 (17), 2015. p. 23-26.

3. Klimas R. Statistics on fires in woodworking enterprises for 2012-2013 / R. Klimas. – K.: UkrNDIZZ, 2013. – 2 с.

4. Klimas R. Fire statistics at woodworking enterprises for 2014 / R. Klimas. – K.: UkrNDIZZ, 2014 – 1 с.

5. An overview of the state of organization of fire fighting, fire and rescue works, the use of fire and special equipment PRP MES of Ukraine in 2005. – K.: Department of the Central Ministry of Emergencies of Ukraine, 2005 – 31 p.

6. Pidzyk Ya.S. Fire tactics / Ya.S. Pidzyk, P.P. Klyus, A.M. Matveykin – Moscow: Stroyizdat, 1990. – 335s.

7. Kimtash I.F. Fire tactics / I.F. Kimtash, P.P. Devlishev, N.M. Evtyushkin – Moscow: Stroyizdat, 1984. – 590 pp.

8. Recommendations for extinguishing fires in open warehouses. – Moscow: VNIPO Ministry of Internal Affairs of Russia, 1995. – 76 p.

9. Fire extinguishing at objects of storage and processing of wood. [Electronic resource] Access mode: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=78447>.

10. Method of determination of the calculated values of fire risk in buildings, structures and structures of various classes of functional fire danger (Appendix to the order of the Ministry of Emergencies of the Russian Federation dated June 30, 2009, No. 382). – M.: Emergency Situations Ministry of the Russian Federation, 2009 – 10 p.

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

12. Koval O.M. Optimization of the quantity of fire-prevention equipment in the premises of shops of woodworking enterprises / O.M. Koval // Fire safety. – 2015, № 27. – P. 78-86.

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

14. Logistics warehousing. [Electronic resource] Access mode: https://pidruchniki.com/12090613/economy/logistika_skladuvannya.

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

16. Order of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine dated December 30, 2014 № 1417. – С.-32. [Electronic resource]. Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15>.

17. ДБН В.2.5-56:2014. Fire protection systems. – К.: Minregionstroy of Ukraine, 2014. – 185 p.

18. Gulida E.M. Method of determination of social fire risk in premises of educational institutions / E.M. Gulida, I.O. Movchan, T.M. Kit // Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine, – 2014, – Issue. 24.11. – P. 139-149.

19. Method for determining the estimated values of fire risk in buildings, structures and structures of various classes of functional fire danger (Appendix to the order of the Ministry of Emergencies of the Russian Federation dated June 30, 2009, № 382). – M.: Emergency Situations Ministry of the Russian Federation, 2009 – 10 p.

PROVIDING FIRE PROTECTION OF INDUSTRIAL WAREHOUSE FACILITIES CONSIDERING FIRE RISK

Formulation of the problem. Minimizing the consequences of fires is the problem of particular importance for the cities of Ukraine. Closed and open warehouses in industrial enterprises are the buildings of the highest risk. Due to the results of the analysis, the problem is that insufficient consideration is given to the provision of fire protection of industrial warehouse facilities. Proceeding from the above it is possible to state that the elaboration of the main directions of provision of fire protection of industrial warehouse facilities is very important.

The goal of the work. To develop a methodology for providing fire protection of industrial warehouse facilities taking into account the fire risk.

Tasks setting and their solution. To ensure the fire protection of industrial warehouse facilities, the following tasks must be addressed as a priority:

- 1) to develop a classification of industrial warehouse facilities for the possible grouping of fire-prevention means for protection of such facilities during fires;
- 2) to develop mathematical dependencies for determining the required number of fire-prevention means for industrial warehouse facilities;
- 3) to develop a methodology for providing fire protection of industrial warehouse facilities taking into account the fire risk.

To solve the first problem, recommendations were taken into account, on the basis of which the scheme of classification of industrial warehouse facilities was developed. In order to solve the second task in the first stage, all necessary fire protection facilities were determined to ensure the fire safety of industrial warehouse facilities. After accepting all necessary fire-fighting equipment for the provision of fire safety of industrial warehouse facilities, mathematical dependencies have been developed to determine their required quantity.

To solve the third task the recommendations of the World Health Organization and the Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated February 29, 2012, № 306 was used. Taking into account the above mentioned fire protection systems, mathematical models of fire risk calculation for closed, semi-closed and open industrial and warehouse facilities were developed.

Conclusions and specific suggestions:

1. The mathematical models of fire risks for closed, semi-closed and open industrial warehouse facilities are given, which make it possible to develop a methodology for determining the optimal amount of fire-fighting equipment and thereby provide fire protection for these objects.
2. To optimize the choice of the required number of fire-fighting equipment, it is necessary to establish an optimization criterion that would be based on the determined direct losses from the fire, expenses of the fire and rescue units for the elimination of fire and expenses for fire protection.
3. The developed mathematical models of fire risks require further improvement with the aim of their introduction and use on the basis of information technologies. These models allow to take all necessary measures for providing fire safety during the audit of closed, semi-closed and open industrial warehouse facilities.