

У країнах із трансформаційною економікою розвиток фінансової системи має основне значення поряд з іншими сферами діяльності держави. Значна частина вітчизняних учених-економістів, науковців та економістів-практиків дотримуються того, що формування ефективної фінансової системи загалом та розвиток окремих її інституційних складових є основою переходу від адміністративно-командної економіки до ринкової з усіма її аспектами, а реструктуризація галузей економіки та її стабілізація і ефективний розвиток неможливі без належного формування національної фінансової системи.

Література

1. Алимов О.М. Економічний розвиток України: інституціональне та ресурсне забезпечення : монографія / О.М. Алимов, А.І. Даниленко, В.М. Трегобчук та ін. – К. : Об'єднаний ін-т економіки НАН України, 2005. – С. 47.
2. Кириленко О.П. Фінанси : навч. посібн. / О.П. Кириленко. – Тернопіль : Вид-во ТОВ "ЦМДС", 1998. – 165 с.
3. Коваленко Ю. Формування інституційних передумов розвитку фінансового сектору економіки України / Ю. Коваленко // Економіка України : політико-економічний журнал. – 2011. – № 7 (596). – С. 49-60.
4. Леоненко П.М. Теорія фінансів : навч. посібн. / П.М. Леоненко / за ред. О.Д. Василюка. – К. : Центр навч. літ-ри, 2005. – 128 с.
5. Мишкін Ф.С. Економіка грошей, банківської справи і фінансових ринків / Фредерік С. Мишкін : пер. з англ. С. Панчишин, А. Стасишин, Г. Стеблій. – К. : Вид-во "Основи", 1999. – 963 с.
6. Наказ Державного комітету статистики України № 96 від 18 квітня 2005 року "Про затвердження Класифікації інституційних секторів економіки країни". [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.zakon.nau.ua>.
7. Науменкова С.В. Розвиток фінансового сектору України в умовах формування нової фінансової архітектури : монографія / С.В. Науменкова, С.В. Міщенко. – К. : Університет банківської справи НБУ, Центр наук. досл. Національного банку України, 2009. – 384 с.
8. Науменкова С.В. Сучасна модель фінансової системи: порівняльний аналіз основних підходів / С.В. Науменкова, С.В. Міщенко // Фінанси України : журнал. – 2006. – № 6. – С. 44-46.
9. Опарін В.М. Фінанси (Загальна теорія) : навч. посібн. / В.М. Опарін. – Вид. 2-ге, [перероб. та доп.]. – К. : Вид-во КНЕУ, 2001. – 240 с.
10. Романенко О.Р. Фінанси : навч.-метод. посібн. [для самост. вивч. дисц.] / О.Р. Романенко, С.Я. Огородник, М.С. Зязюн, А.А. Славкова. – Вид. 2-ге, [перероб. та доп.]. – К. : Вид-во КНЕУ, 2003. – 387 с.
11. Федосов В.М. Інституційна фінансова інфраструктура України: сучасний стан та проблеми розвитку / В.М. Федосов, В.М. Опарін, С.В. Львовичкін // Фінанси України : журнал. – 2008. – № 12. – С. 3-21.
12. The Monetary Policy of the ECB / European Central Bank. – 2004. – 126 p.

Шушкова Ю.В. Институциональная структура финансового сектора отечественной экономики

Рассмотрена институциональная структура финансовой системы отечественной экономики. Раскрыты основные особенности процесса становления отечественного институционального финансового сектора. Исследовано формирование отечественных институтов в условиях перехода к рыночной экономике.

Ключевые слова: институциональная структура, институты, финансовая система, финансовый сектор, отечественная экономика, национальная экономика.

Shushkova Yu.V. Institutional structure of financial sector of the domestic economy

The institutional structure of financial system of the domestic economy is reviewed. The basic features of the process of domestic institutional financial sector are revealed. Formation of local institutions in the transition to a market economy is analyzed.

Keywords: institutional structure, institutions, financial system, financial sector, domestic economy, national economy.

5. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛУЗІ

УДК 614.843 (075.32)

Проф. Е.М. Гуліда, д-р техн. наук;
І.О. Мовчан, канд. техн. наук – Львівський ДУ БЖД

ОЦІНКА ОРГАНІЗАЦІЙНОГО РИЗИКУ ПРОЦЕСУ ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖІ В МІСТІ

На підставі аналізу основних положень теорії надійності отримано залежності для визначення кількісної величини організаційного ризику процесу ліквідації пожежі. Отримані залежності дають змогу прогнозувати значення організаційних ризиків для реалізації пожежної безпеки об'єктів захисту та її наслідків для людей і матеріальних цінностей, що є дуже важливим для процесу ліквідації пожежі в місті.

Ключові слова: пожежний ризик, пожежа, частота появи пожежі, інтенсивність відмов, імовірність безвідмовної роботи, імовірність відмови.

Сучасний стан проблеми. Гасіння пожеж у містах України потребує високоєфективної оперативно-тактичної діяльності пожежно-рятувальних частин міста під час виникнення пожежі, а саме надійності технологічного процесу гасіння, високої професійної майстерності пожежників, їх бойової готовності, мобільного оперування тактикою гасіння, надійності пожежної техніки та відповідного пожежного спорядження на кожній технологічній операції тощо [1].

Всі споруди міста мають велике пожежне навантаження (наприклад, житлові споруди 70...80 кг/м², адміністративні – 100...110 кг/м², виробничі споруди категорії А – 160...170 кг/м²), яке під час виникнення загорань полум'я впродовж 10-15 хв може поширюватися на значну площу [2, 3]. Така ситуація потребує необхідності швидкого й обґрунтованого вибору оптимального варіанта технології та технічного спорядження для ефективної оперативно-тактичної діяльності пожежно-рятувальної частини з метою досягнення успішного та якісного результату – ліквідації пожежі, рятування людей та майна, що знаходяться в осередку пожежі. З аналізу існуючих методів вибору варіанта технології гасіння пожежі для відповідного об'єкта міста видно, що на сучасному етапі відсутні обґрунтовані методики прийняття оперативних рішень стосовно проведення пожежно-рятувальних робіт, вибору необхідного технічного спорядження тощо. Вибір можливого варіанта гасіння пожежі в більшості випадків залежить від суб'єктивних поглядів керівника гасіння пожежі.

Тому в разі виникнення пожежі та для її швидкої ліквідації велике значення має вибір обґрунтованих чинників стосовно оперативно-тактичної діяльності пожежно-рятувальних частин міста під час виникнення пожежі. У цьому випадку для такого вибору найбільш доцільно розглянути організаційний ризик процесу ліквідації пожежі та розробити метод його визначення залежно від ризиків усіх складових цього процесу. Таке становлення питання

дасть змогу обґрунтовано прогнозувати всі необхідні чинники оперативнотактичної діяльності пожежно-рятувальних частин міста під час виникнення пожежі, які будуть забезпечувати високоефективне надійне виконання всіх поставлених задач для ліквідації пожежі, рятування людей та майна за найменший можливий час і в цьому випадку організаційний ризик повинен відповідати допустимим значенням.

Мета роботи. Розробити метод прогнозування організаційного ризику для процесу ліквідації пожежі в місті.

Постановка задачі та її розв'язання. Технологічний процес ліквідації пожежі складається з багатьох технологічних операцій. Першою операцією цього технологічного процесу є повідомлення про виникнення пожежі. Наступною операцією є опрацювання сигналу, що дає змогу орієнтовно визначити склад підрозділу, пожежну техніку та маршрут слідування із залученням визначених сил і засобів для гасіння пожежі. Третьою операцією є збір особового складу за сигналом "Тривога" та виїзд. Наступною операцією технологічного процесу є прямування на пожежу. П'ятою операцією є прибуття до місця пожежі та бойове розгортання сил і засобів для ліквідації пожежі. Після цього виконується операція гасіння пожежі. Після гасіння пожежі, за необхідності, виконуються операції проливання конструкцій та їх розбирання. Наступними операціями є збирання пожежно-технічного обладнання, повідомлення про ліквідацію пожежі та повернення в частину.

Розглянемо процес ліквідації пожежі включно від першої операції до шостої, тобто до завершення ліквідації пожежі. Операції, які виконують за необхідності та операції зі збирання пожежно-технічного обладнання, повідомлення про ліквідацію пожежі та повернення в частину є завершальними і не впливають на основний процес ліквідації пожежі. Тому вони не впливають на значення організаційного ризику пожежно-рятувальної частини. Кожна технологічна операція процесу ліквідації пожежі характеризується імовірністю безвідмовної роботи $R_i(\tau_i)$. Всі технологічні операції виконуються послідовно. У цьому випадку імовірність безвідмовної роботи $R(\tau)$ процесу ліквідації пожежі однією пожежно-рятувальною частиною буде [4]

$$R(\tau) = \prod_{i=1}^n R_i(\tau_i), \quad (1)$$

де n – загальна кількість технологічних операцій ліквідації пожежі (в нашому випадку $n = 6$). Тоді організаційний ризик $\varepsilon_{o,p}$ процесу ліквідації пожежі для однієї пожежно-рятувальної частини буде дорівнювати імовірності відмови $F(\tau)$ всього процесу [4]

$$\varepsilon_{o,p} = F(\tau) = 1 - R(\tau) \leq [\varepsilon_{o,p}], \quad (2)$$

де $[\varepsilon_{o,p}]$ – допустиме значення організаційного ризику для однієї пожежно-рятувальної частини.

Організаційний ризик ліквідації пожеж для міста залежить від організаційних ризиків $\varepsilon_{o,p,i}$ пожежно-рятувальних частин міста, які можуть виконувати процес ліквідації пожеж паралельно, тобто одночасно. У цьому випадку організаційний ризик $\varepsilon_{o,p,m}$ для частин міста буде [4]

$$\varepsilon_{o,p,m} = \prod_{i=1}^N \varepsilon_{o,p,i} \leq [\varepsilon_{o,p,m}], \quad (3)$$

де: N – загальна кількість пожежно-рятувальних частин міста; $[\varepsilon_{o,p,m}]$ – допустиме значення організаційного ризику для пожежно-рятувальних частин міста. Після розгляду основних положень визначення організаційного ризику процесу ліквідації пожежі перейдемо до розроблення **методу його прогнозування** для міста.

1. Визначення імовірності безвідмовної роботи $R_{нов}(\tau)$ операції повідомлення про виникнення пожежі. Розглянемо можливість повідомлення про виникнення пожежі з урахуванням людського фактора у функціональній залежності з організаційним ризиком. У цьому випадку після появи пожежі може виникнути імовірність появи події δ_2 , за якої неможливо виконати повідомлення про виникнення пожежі в інтервалі часу $[\tau, \tau + \Delta\tau]$. Однак також може виникнути імовірність появи події δ_1 , за якої можливо виконати повідомлення про виникнення пожежі впродовж часу τ . У цьому випадку імовірність появи неможливості повідомлення про пожежу в інтервалі часу $\Delta\tau$ буде

$$P\left(\frac{\delta_2}{\delta_1}\right) = \lambda(\tau)\Delta\tau, \quad (4)$$

де $\lambda(\tau)$ – частота появи неможливості повідомлення про пожежу в момент часу τ , тобто це є так звана інтенсивність відмов.

За умови, що в інтервалі часу $[\tau, \tau + \Delta\tau]$ виникне така подія $\overline{\delta_2}$, яка полягає в можливості виконати повідомлення про виникнення пожежі, то сумісну імовірність можливості виконати повідомлення про пожежу можна записати так:

$$P\left(\frac{\overline{\delta_2}}{\delta_1}\right)P(\delta_1) = P(\delta_1) - P\left(\frac{\delta_2}{\delta_1}\right)P(\delta_1). \quad (5)$$

Вираз (5) можна записати під час переходу до показників надійності так:

$$R_{нов}(\tau + \Delta\tau) \cdot R_{нов}(\tau) = R_{нов}(\tau) - \lambda(\tau) \cdot \Delta\tau \cdot R_{нов}(\tau). \quad (6)$$

Тоді в цьому випадку вираз (6) можна записати в такому вигляді [5]:

$$R_{нов}(\tau + \Delta\tau) - R_{нов}(\tau) = -\lambda(\tau) \cdot \Delta\tau \cdot R_{нов}(\tau), \quad (7)$$

де $R_{нов}(\tau)$, $R_{нов}(\tau, \tau + \Delta\tau)$ – імовірності безвідмовної роботи операції повідомлення про виникнення пожежі.

Залежність (7) виражає імовірність безвідмовної роботи операції повідомлення в інтервалі часу $[0, \tau]$ та $[\tau, \tau + \Delta\tau]$. Тоді з урахуванням виразу (7) можемо записати

$$\frac{R_{нов}(\tau + \Delta\tau) - R_{нов}(\tau)}{\Delta\tau} = -\lambda(\tau)R_{нов}(\tau). \quad (8)$$

У скінченному випадку маємо

$$\frac{dR_{нов}(\tau)}{d\tau} = -\lambda(\tau)R_{нов}(\tau). \quad (9)$$

Початковими умовами для розв'язування диференціального рівняння (9) можуть бути [4]

$$\int_0^{\tau} \lambda(\tau) d\tau = - \int_1^{R_{нов}(\tau)} \frac{1}{R_{нов}(\tau)} dR_{нов}(\tau). \quad (10)$$

У цьому випадку розв'язок диференціального рівняння (9) буде мати такий вигляд:

$$R_{нов}(\tau) = e^{-\int_0^{\tau} \lambda(\tau) d\tau}. \quad (11)$$

На проміжку часу $[0, \tau]$ в більшості випадків $\lambda(\tau)$ є сталою величиною, тобто можна записати

$$\lambda(\tau) = \lambda. \quad (12)$$

Підставивши співвідношення (12) в залежність (11), отримаємо

$$R_{нов}(\tau) = e^{-\lambda\tau} = \exp[-\lambda\tau_{нов}]. \quad (13)$$

Для визначення інтенсивності відмов λ операції повідомлення скористуємося даними статистики, а саме їх кількість не перевищує 10 % від загальної кількості пожеж за рік. Тоді

$$\lambda = \frac{0,1P_{рик}}{60 \cdot F_k}, \text{ хв}^{-1} \quad (14)$$

де: $P_{рик}$ – кількість пожеж за рік, од; $F_k = 8760$ год – календарний річний фонд часу. Час передачі повідомлення про виникнення пожежі коливається в межах $\tau_{нов} = 5 \dots 10$ хв.

2. Визначення імовірності безвідмовної роботи $R_{o.c}(\tau)$ операції опрацювання сигналу про пожежу диспетчерською службою гарнізону. Для визначення імовірності безвідмовної роботи $R_{o.c}(\tau)$ скористуємося експоненціальним законом розподілу. За основу розподілу приймемо інтенсивність виникнення пожеж

$$\lambda = \frac{P_{рик}}{60 \cdot F_k}, \text{ хв}^{-1}. \quad (15)$$

Тоді імовірність безвідмовної роботи $R_{o.c}(\tau)$, яка залежить від часу отримання і опрацювання сповіщення про пожежу та часу на залучення сил і засобів гарнізону, можна визначити за залежністю

$$R_{o.c}(\tau) = \exp[-\lambda\tau_{o.c}], \quad (16)$$

де $\tau_{o.c}$ – час на отримання і опрацювання сповіщення про пожежу та час на залучення сил і засобів гарнізону. Згідно з нормативними даними, максимальне значення $\tau_{o.c} = 4$ хв [6, 7].

3. Визначення імовірності $P_{зб}$ успішного збору особового складу за сигналом "Тривога". На підставі результатів експериментальних досліджень отримано залежність для визначення часу збору особового складу за командою "Тривога" [8]

$$\tau_{зб} = 0,604 + 0,03N_g + 0,002\tau_i, \text{ хв} \quad (17)$$

де: N_g – кількість відділень одного пожежно-рятувального підрозділу, які відправляються на ліквідацію пожежі; τ_i – час доби в межах $0 \dots 24$ год (0 в рівнянні не підставляти), год.

Тоді імовірність $P_{зб}$ успішного збору особового складу з урахуванням коефіцієнта $k_{зб} = 1,2 \dots 1,3$, тобто можливого відхилення на $20 \dots 30$ % дійсного значення $\tau_{зб}$ від результатів експериментальних досліджень, які визначаються за залежністю (17), можна визначити так:

$$P_{зб} = \frac{k\tau_{зб}}{\tau_{зб.н}} < 1, \quad (18)$$

де $\tau_{зб.н} = 1$ хв – нормативний час збору особового складу, хв [6].

4. Визначення імовірності безвідмовної роботи $R_{cl}(\tau)$ операції слідування на пожежу. Для визначення імовірності безвідмовної роботи $R_{cl}(\tau)$ скористуємося залежністю, яка отримана на підставі результатів повнофакторного експерименту для визначення часу слідування τ_{cl} пожежного автомобіля до місця виклику [8]

$$\tau_{cl} = 4,18 + 1,97L - 0,2\tau_i, \text{ хв} \quad (19)$$

де: L – відстань від пожежно-рятувальної частини до місця виклику, км; τ_i – час доби в межах $8 \dots 24$ год (для часу доби в межах від 0 год до 8 год в залежність (19) підставляти час $\tau_i = 24$ год як сталий чинник).

Крім цього, згідно з рекомендаціями [5], для визначення імовірності безвідмовної роботи $R(\tau)$ складного обладнання, до якого також відносять і пожежний автомобіль, використовують розподіл Вейбулла. У цьому випадку $R_{cl}(\tau)$ визначають за залежністю

$$R_{cl}(\tau) = \exp\left[-\left(\frac{\tau_{cl}}{a}\right)^b\right], \quad (20)$$

де: a – параметр масштабу часу напрацювання пожежного автомобіля на відмову; b – параметр форми (якщо $b = 1$, то розподіл Вейбулла перетворюється в експоненціальний з параметром інтенсивності відмов $\lambda(\tau_{cl}) = 1/a = \text{const}$; якщо $b = 2$, то розподіл Вейбулла перетворюється в розподіл Релея з лінійною функцією інтенсивності відмов $\lambda(\tau_{cl})$; якщо $b = 3,3$, то розподіл Вейбулла стає близьким до нормального розподілу).

Беручи до уваги рекомендації [5], для визначення значень $R_{cl}(\tau)$ приймемо розподіл Вейбулла з параметром форми $b = 2$, який перетворюється в розподіл Релея з лінійною функцією інтенсивності відмов $\lambda(\tau_{cl})$. Виходячи з цих положень, визначаємо $R_{cl}(\tau)$ за умови, що параметр масштабу часу напрацювання пожежного автомобіля на відмову $a = 100$ год [9]. Для залежності (20) $a = 100 \cdot 60 = 6000$ хв.

5. Визначення імовірності $P_{роз}$ успішного бойового розгортання сил і засобів для ліквідації пожежі. На підставі результатів експериментальних досліджень отримано залежність для визначення часу бойового розгортання [8]

$$\tau_{роз} = 3,2 + 0,6N_g + 0,1N_{cm} + 1,04N_e + 0,32z_{II}, \text{ хв} \quad (21)$$

де: N_v – кількість відділень, яка бере участь в бойовому розгортанні; N_{cm} – загальна кількість стволів, яка закріплена за відділеннями для ліквідації пожежі; N_e – кількість пожежних гідрантів, яка використовується у процесі ліквідації пожежі; Z_{II} – поверх будівлі, на якому виникла пожежа.

Для визначення імовірності $P_{роз}$ успішного бойового розгортання сил і засобів для ліквідації пожежі скористуємося нормативним значенням часу $\tau_{роз,н}$ бойового розгортання [6]. У цьому випадку

$$P_{роз} = \frac{\tau_{роз}}{\tau_{роз,н}} < 1. \quad (22)$$

6. Визначення імовірності безвідмовної роботи $R_{зас}(\tau)$ операції гасіння пожежі. Процес гасіння пожежі за даними роботи [5], як безпосередньо процес, підпорядковується експоненціальному закону розподілу. В цьому випадку

$$R_{зас}(\tau) = \exp[-\lambda \tau_{зас}], \quad (23)$$

де: λ – інтенсивність відмов процесу гасіння пожежі; $\tau_{зас}$ – час гасіння пожежі, хв.

Для визначення інтенсивності відмов процесу гасіння пожежі скористуємося даними статистики. Відомо, що відмови процесу гасіння пожежі становлять приблизно 0,2...0,3 %. Тоді

$$\lambda = \frac{(0,002...0,003)P_{рік}}{60 \cdot F_k}, \text{ хв}^{-1}. \quad (24)$$

Час гасіння пожежі можна визначити за даними роботи [10]. Для пожеж класу А час гасіння можна визначити за залежністю

$$\tau_{зас} = \frac{6,39S_{Г}^{0,893}}{2N_A + N_B} K_{II} K_I K_d, \text{ хв} \quad (25)$$

де: $K_{II} = S_{II}/S_{Г}$ – коефіцієнт, який враховує співвідношення між площею пожежі та площею гасіння; S_{II} – площа пожежі, m^2 ; $S_{Г}$ – площа гасіння m^2 ; K_I – поправочний коефіцієнт на інтенсивність подачі вогнегасної речовини; K_d – коефіцієнт, який враховує використання відповідного діаметра насадки на стволах А; N_A – кількість стволів А; N_B – кількість стволів Б.

Для визначення площі пожежі у випадку, коли час вільного поширення пожежі $\tau_{в,з} > 10$ хв, скористуємося відомими залежностями:

кругова, кутова пожежа $S_{II} = 0,5\alpha V_n^2 (\tau_{в,з} - 5)^2, m^2, \quad (26)$

прямокутна пожежа $S_{II} = a_n V_n (\tau_{в,з} - 5), m^2 \quad (27)$

де: α – кут форми пожежі, рад (кругова [$\alpha = 6,28$ рад (360°)], кутова [$\alpha = 3,14$ рад (180°); $\alpha = 1,57$ рад (90°)]); V_n – лінійна швидкість поширення пожежі, м/хв; a_n – ширина пожежі (приміщення), м.

Коли час вільного поширення пожежі $\tau_{в,з} \leq 10$ хв, для визначення площі пожежі необхідно користуватися залежністю:

кругова, кутова пожежа $S_{II} = 0,125\alpha V_n^2 \tau_{в,з}^2, m^2, \quad (28)$

прямокутна пожежа $S_{II} = 0,5a_n V_n \tau_{в,з}, m^2. \quad (29)$

Площу гасіння можна визначити за залежністю

$$S_{Г} = 74 \cdot N_A + 37 \cdot N_B. \quad (30)$$

Значення коефіцієнтів K_I та K_d наведено в табл. 1.

Табл. 1. Значення коефіцієнтів K_I та K_d

Інтенсивність подачі вогнегасної речовини							Діаметр насадки на стволі					
$I, \text{л/с}\cdot\text{м}^2$	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	$d, \text{мм}$	19	25	28	32	38
K_I	1,32	1,16	1,0	0,88	0,7	0,58	K_d	1,0	0,85	0,75	0,67	0,5

Для пожеж класу В час гасіння можна визначити за залежністю [10]

$$\tau_{зас} = \frac{0,42S_{Г}^{0,9233}}{N_{ГПС}} K_{II} K_{Ip} K_{ГПС}, \text{ хв} \quad (31)$$

де: $S_{Г} = S_{ГПС} \cdot N_{ГПС}$ – площа гасіння, m^2 ; $S_{ГПС}$ – площа гасіння одним стволом ГПС, m^2 ; $N_{ГПС}$ – кількість стволів ГПС; $K_{II} = S_{II}/S_{Г}$ – коефіцієнт, який враховує співвідношення між площею пожежі та площею гасіння; K_{Ip} – коефіцієнт, який враховує інтенсивність подачі 6 % розчину під час гасіння пожеж повітряно-механічною піною; $K_{ГПС}$ – коефіцієнт, який враховує використання відповідного типу ствола ГПС.

Значення коефіцієнтів K_{Ip} та $K_{ГПС}$ наведено в табл. 2.

Табл. 2. Значення коефіцієнтів K_{Ip} та $K_{ГПС}$

Інтенсивність подачі 6 % розчину повітряно-механічної піни							Тип ствола ГПС			
$I_{p, \text{л/с}\cdot\text{м}^2}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,35	тип	ГПС 200	ГПС 600	ГПС 2000
K_{Ip}	3,0	1,52	1,0	0,75	0,60	0,43	$K_{ГПС}$	2,7	1,0	0,33

Після визначення часу гасіння пожежі $\tau_{зас}$ за залежністю (25) або (31) визначають імовірність безвідмовної роботи $R_{зас}(\tau)$ операції гасіння пожежі за залежністю (23).

У процесі аудиту пожежно-рятувальної частини за організаційним ризиком необхідно спочатку виконати всі розрахунки за наведеним методом, а потім перевірити в часовому режимі всі відділення для визначення дійсних значень ймовірностей безвідмовної роботи та відповідних імовірностей. Відносна похибка дійсних значень відносно розрахованих не повинна перевищувати 15 %.

Коли відносна похибка не перевищує 15 %, переходять до визначення та оцінки організаційного ризику за результатами, які отримані за наведеним методом з урахуванням залежностей (1) і (2). У цьому випадку $\epsilon_{o,p}$ організаційний ризик визначають за залежністю

$$\epsilon_{o,p} = (1 - R_{пов}(\tau))(1 - R_{oc}(\tau))(1 - P_{вб})(1 - R_{св}(\tau))(1 - P_{роз})(1 - R_{зас}(\tau)) \leq [\epsilon_{o,p}]. \quad (32)$$

Допустиме значення організаційного ризику для пожежно-рятувального підрозділу приймають в межах $[\epsilon_{o,p}] = 10^{-5} \dots 10^{-6}$, а для всіх підрозділів міста $[\epsilon_{o,p,m}] = 10^{-4} \dots 10^{-5}$.

Висновки:

1. Розроблено метод оцінювання організаційного ризику для пожежно-рятувальних підрозділів міста, який дає змогу проводити аудит готовності пожежно-рятувальних підрозділів міста для виконання захисту об'єктів міста від пожеж і цим самим на підставі прогнозу впроваджувати необхідні заходи для забезпечення пожежної безпеки міста.
2. За умови виконання аудиту пожежно-рятувальних підрозділів міста для оцінки організаційного ризику процесу ліквідації пожеж у місті необхідно обов'язково проводити практичні перевірки знань і навичок кожного відділення частини з порівнянням результатів даних наведеного методу. Найбільша відносна похибка отриманих результатів не повинна перевищувати 15 %, що дасть змогу зробити висновок про достатню організаційну підготовку особового складу підрозділу.
3. Необхідна подальша робота з метою удосконалення та спрощення методу прогнозування організаційного ризику процесу ліквідації пожеж у місті з метою нагромадження та розширення бази даних для його вдосконалення.

Література

1. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.infoural.ru/ai/2004/13.html>.
2. Essentials of fire fighting. – Oklahoma: Fire protection publications, 1983. – 410 p.
3. Firehouse. – U.S.A. : A Cygnus publication, 1999. – December. – № 12. – 110 p.
4. Диллон Б. Инженерные методы обеспечения надежности систем / Б. Диллон, Ч. Сингх. – М. : Изд-во "Мир", 1984. – 318 с.
5. Решетов Д.Н. Надежность машин / Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1988. – 238 с.
6. Нормативи по пожежно-стройовій підготовці. – К. : УДПО МВС України, 1995. – 14 с.
7. Наказ МВС України № 325 від 01.07. 1993.
8. Войтович Д.П. Підвищення ефективності функціонування пожежно-рятувальних підрозділів в процесі ліквідації пожеж у містах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. – Львів : Вид-во ЛДУ БЖД, 2011. – 20 с.
9. ДСТУ 3286-95 Пожежна техніка. Автомобілі гасіння. Загальні технічні умови. – Взамін ГОСТ 26938-95; Чинний 01.01.1997. – К. : Держстандарт України, 2000. – 22 с.
10. Мовчан І.О. Визначення прогнозованого часу гасіння пожежі на промислових підприємствах / І.О. Мовчан, Е.М. Гуліда, Д.П. Войтович // Проблеми пожежної безпеки. – Харків : УЦЗ України. – 2008. – Вип. 23. – С. 241-247.

Гуліда Э.Н., Мовчан И.А. Оценка организационного риска процесса ликвидации пожара в городе

На основании анализа основных положений теории надежности были получены зависимости для определения количественной величины организационного риска процесса ликвидации пожара. Полученные зависимости позволяют прогнозировать значение организационных рисков для реализации пожарной безопасности объектов защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей, что является очень важным для процесса ликвидации пожара в городе.

Ключевые слова: пожарный риск, пожар, частота возникновения пожара, интенсивность отказов, вероятность безотказной работы, вероятность отказа.

Hulida E.M., Movchan I.O. Assessment of organizing risk of forest extinguishment process in city

On the basis of analysis of the basic regulations of reliability theory dependences for determining of cardinal quantity of organizing risk of fires liquidation process were received. Received dependences may prognosticate the value of organizing risks for realization

of fire safety of objects and their results for peoples and material value important in forest extinguishment in city.

Keywords: fire risk, fire, fire existence frequency, refusal intensity, probability of un-failing work, probability of refusal.

УДК 004.383.8.032.26

Проф. Р.О. Ткаченко, д-р техн. наук;

здобувач О.Р. Ткаченко; проф. І.Г. Цмоць, д-р техн. наук;

аспір. І.Є. Ваврук – НУ "Львівська політехніка"

**ВИКОРИСТАННЯ СИМУЛЯТОРА НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ
ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ
РОБОТОТЕХНІЧНОЮ СИСТЕМОЮ**

Розроблено структуру інтелектуальних засобів керування рухом мобільної робототехнічної системи з використанням контролера нечіткої логіки. Визначено лінгвістичні змінні, функції належності та сформовано базу правил для керування мобільною робототехнічною системою при об'їзді перешкоди. Здійснено моделювання і візуалізацію руху мобільної робототехнічної системи з використанням середовища TControllerWorkshop.

Ключові слова: мобільна робототехнічна система, нечітка логіка, ультразвуковий давач, контролер нечіткої логіки.

Постановка проблеми. На сьогодні досить поширене використання інтелектуальних засобів для керування робототехнічними системами (РТС). Створення інтелектуальних засобів може здійснюватись з використанням експертних систем, штучних нейронних мереж, нечіткої логіки, еволюційних методів та генетичних алгоритмів або поєднанням декількох з них [1].

Основними перевагами використання нечіткої логіки для моделювання керування мобільними РТС є забезпечення більш високої стійкості порівняно з іншими методами; використання неоднозначно заданих вхідних значень, що особливо важливо, якщо мобільна РТС функціонує у невизначених умовах; зменшення часу проектування тощо. Нечітка логіка використовується у випадках, коли важко або неможливо описати систему традиційними методами. Особливістю штучних нейромереж є їх висока швидкодія, надійність та відмовостійкість [13].

Система керування рухом мобільної РТС повинна забезпечувати взаємодію з зовнішнім середовищем і на основі цього здійснювати побудову маршруту, керувати параметрами руху тощо. Мобільні РТС поділяють на: наземні, плаваючі, літаючі тощо. Наземні мобільні РТС поділяють, своєю чергою, на колісні, крокуючі та гібридні. На цей час найбільший практичний інтерес викликають наземні колісні РТС, оскільки вони прості в розробленні та моделюванні.

Отже, актуальною задачею є використання інтелектуальних засобів на основі нечіткої логіки та нейромереж для керування мобільними колісними РТС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз останніх досліджень і публікацій засвідчив, що існуючі інтелектуальні засоби на базі нечіткої логіки мають такі недоліки [1-7]: невисока точність; невисока швидкодія; залежність результатів від методу дефазифікації. Для подолання зазначених