

*Е. М. Гуліда¹, І. О. Мовчан¹, М. І. Васильєв²
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності¹;
Головне управління ДСНС України у Львівській області²*

МЕТОДОЛОГІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В МІСТАХ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКІВ

Для зменшення кількості надзвичайних ситуацій та збитків від їх виникнення на підставі прогнозування існує можливість заздалегідь розробляти і впроваджувати відповідні заходи, які б забезпечували неможливість їх виникнення. Але на сучасному етапі відсутня така методологія, яка б давала можливість прогнозувати виникнення надзвичайних ситуацій в містах, в тому числі і пожеж. Тому для розв'язання цієї проблеми ставиться задача, яка полягає в розробленні методології такого прогнозування з урахуванням ризиків.

Метою роботи є розроблення методології визначення ризику виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах міста.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі: 1) виконати зонування площі міста з урахуванням потенційно небезпечних об'єктів, об'єктів підвищеної безпеки та об'єктів, які мають стратегічне значення для економіки і безпеки держави; 2) виділити зони з відповідними ступенями ризику виникнення надзвичайних ситуацій; 3) розробити методологію визначення ризику виникнення надзвичайних ситуацій; 4) розробити відповідні заходи для ліквідації можливого виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах господарювання.

Для розв'язання поставлених задач скористалися, як приклад, картою розміщення об'єктів Залізничного району міста Львова. Загальна площа району становить 29,64 км². Всю площу поділили на 25 квадратів, площею 1,1856 км². У цих квадратах розташовані потенційно небезпечні об'єкти, об'єкти підвищеної безпеки та об'єкти, які мають стратегічне значення для економіки і безпеки держави. Аналізуючи ризики виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах господарювання в зонах Залізничного району міста Львова було встановлено, що ці об'єкти з середнім і високим ризиками займають приблизно 52% від загальної площі території. Аналогічна ситуація має місце і у інших районах міста Львова. Результати аналізу для інших міст України показали, що, наприклад, для міст Дніпро і Маріуполь ці ризики для об'єктів господарювання за площею міста становлять приблизно 50...65%. Була розроблена методологія визначення ризику виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах міста на основі положень теорій імовірності та надійності для відмов елементів експлуатації об'єктів міста, які можуть призвести до виникнення надзвичайних ситуацій, а також відповідних заходів для ліквідації можливого виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах господарювання.

Висновки та конкретні пропозиції:

1. Розроблена методологія визначення ризиків виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах господарювання, яка дає можливість виконувати прогноз виникнення НС та впроваджувати відповідні заходи для їх запобігання.

2. Для визначення ризиків виникнення НС запропоновано метод встановлення закону розподілу відмов конструктивних елементів об'єкта, які представляють загрозу для її виникнення. До таких законів розподілу відносять експоненціальний, Вейбулла, Релея та нормальний.

3. Розроблена методологія потребує подальшого удосконалення з метою її впровадження і використання на основі інформаційних технологій, які дозволятимуть в оперативному режимі вживати всіх необхідних заходів для уникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах господарювання.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, ризик виникнення надзвичайної ситуації, закон розподілу відмов, конструктивний елемент об'єкта господарювання.

Постановка проблеми. Для міст будь-якої країни світу особливе значення має проблема запобігання виникненню надзвичайних ситуацій (НС), а у випадку виникнення – мінімізації їх наслідків. Для зменшення кількості НС та збитків від їх виникнення на підставі прогнозування існує

можливість заздалегідь розробляти і впроваджувати відповідні заходи, які б забезпечували неможливість їх виникнення. Наприклад, за даними публічного звіту голови ДСНС України «Про результати роботи ДСНС України у 2018 році» [1] в Україні зафіксовано 128 надзвичайних ситуацій

та 78608 пожеж, які завдали державі значних збитків. Безумовно, при прогнозуванні виникнення НС і пожеж та після розроблення відповідних заходів, результати цієї статистики були б набагато кращими. Але на сучасному етапі відсутня така методологія, яка б давала можливість прогнозувати виникнення НС в містах, в тому числі і пожеж. Тому для розв'язання цієї проблеми ставиться задача, яка полягає в розробленні методології такого прогнозування з урахуванням ризиків відмов.

Аналіз останніх досягнень і публікацій.

Виходячи з того, що з усіх видів надзвичайних ситуацій їх найбільша кількість – це пожежі, то і най більшу увагу будемо приділяти пожежам, особливо визначенню ризику їх виникнення. Наприклад, в роботі [2] узагальнено передумови, методику та деякі результати поточного дослідження в оцінці ризику виникнення пожеж для нежитлових будівель в Японії. Метою дослідження є отримання кривих пожежної небезпеки для нежитлових будівель та формування на основі статистичних даних, які доступні в Японії, об'єктивних даних для прийняття рішень щодо встановлення можливості виникнення пожеж. Метод в основному ґрунтується на інформації про виникнення пожеж за останні кілька років. Запропонований метод розробляється для кожної будівлі окремо, а достовірність його прогнозу знаходиться в межах 5...10%.

Робота [3] присвячена визначенню тенденцій та закономірностей виникнення НС в Україні для подальшого їх прогнозування та запобігання. В роботі подається методика, яка базується на системному аналізі природних та техногенних НС, з оцінкою та прогнозуванням частоти їх виникнення на основі використання статистичного аналізу динамічних рядів та побудови їх тенденцій. Авторами встановлено, що кількість техногенних НС в Україні в 1,5 раза перевищує кількість НС природного характеру. В роботі показано, що 10,8% випадків НС пов'язані з пожежами в природних екологічних системах. Також в роботі вказується, що на кожну негативну ситуацію природного походження з досить високою надійністю припадає 1,3 негативні події техногенного походження.

Автор роботи [4] вказує, що у багатьох навчальних посібниках, стандартах та навіть Законі України "Про об'єкти підвищеної небезпеки" [5] ототожнюють ризик з імовірністю небажаної події. Так, у законі наведені такі визначення:

– «ризик» – ступінь імовірності визначеної негативної події, що може відбутися у визначений час при визначених обставинах на території об'єкта підвищеної небезпеки чи за його межами;

– «управління ризиком» – процес прийняття рішень та здійснення заходів, спрямованих на забезпечення мінімально можливого ризику.

Автор вказує, що викладене дає підстави для висновку про помилкове визначення поняття ризику у вітчизняній практиці. Ризик необхідно визначати як *добуток імовірності небажаної події на збиток, що вона може принести*. Концепція прийнятого ризику містить дві складові, а саме: оцінку ризику та керування ризиком.

Оцінка ризику – це аналіз виникнення і масштабів ризику в конкретній ситуації. Головне призначення її – це визначення пріоритетів серед спектра негативних впливів і в пов'язаному з цим порівнянні застосованих заходів. Оцінка ризику запроваджується, щоб визначити причини наявних проблем.

Процес розробки рішення про те, як усунути причини відповідних небезпек, є *керування ризиком*.

В розглянутій роботі автор лише уточнює поняття ризику, але не розглядає методологію визначення ризику виникнення НС.

В роботі [6] здійснено моделювання розвитку систем державного управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій. Визначено принципи побудови моделей розвитку систем державного управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій: принцип пропорційності державного управління; принцип ритмічності державного управління; принцип паралельності державного управління; принцип безперервності державного управління. З урахуванням природи й особливостей виникнення та перебігу надзвичайних ситуацій обрано, найбільш оптимальний метод моделювання виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій – математичне моделювання, в основі якого знаходиться процес установавання відповідності цьому реальному об'єкту деякого математичного об'єкта, що має назву математичної моделі. Але в роботі не розглянуто питання стосовно визначення ризику можливого виникнення НС.

Автори роботи [7] вказують, що для прогнозування можливої величини імовірності виникнення аварії на конкретному технічному пристрої через відмову його деталей (вузлів) і / або випадкові помилки персоналу необхідно:

– відобразити взаємне розташування (за ієрархічним принципом) «вершини» та «гілок» його «дерева причин і небезпек»;

– визначити та відобразити взаємні функціональні зв'язки між елементами цього «дерева», записавши відповідний логічний символ «і» чи «або» (символ «і» записують у випадку, коли, наприклад, для виведення з ладу конкретної системи технічного пристрою необхідні одночасні «відмови» двох та більше деталей, що входять до складу цієї системи; символ «або» записують у випадку, коли, наприклад, для виведення з ладу

системи достатньо «відмови» хоча б однієї з кількох деталей, що входять до складу цієї системи);

– розробити аналітичні співвідношення для виконання розрахунків з визначення величин імовірності виходу з ладу окремих систем і величини імовірності виникнення аварії на технічному пристрої.

Для побудови аналітичних співвідношень щодо визначення можливої величини ризику виникнення НС техногенного характеру внаслідок аварії на конкретному технічному пристрої можливо використання теореми додавання ймовірностей і теореми перемноження ймовірностей.

Результати аналізу сучасного стану в галузі розроблення методу визначення ризику виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах міста показали, що на сьогодні відсутня методологія визначення цього ризику. Тому ставиться задача для розв'язання проблеми, яка полягає в розробленні методології визначення ризику виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах міста.

Мета роботи. Розробити методологію визначення ризику виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах міста.

Постановка задач та їх розв'язання. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі: 1) виконати зонування площі міста з урахуванням потенційно небезпечних об'єктів, об'єктів підвищеної небезпеки та об'єктів, які мають стратегічне значення для економіки і безпеки держави; 2) виділити зони з відповідними ступенями ризику виникнення надзвичайних ситуацій; 3) розробити методологію визначення ризику виникнення НС; 4) розробити відповідні заходи для уникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах господарювання.

Для розв'язання **першої задачі** скористаємося, наприклад, картою розміщення об'єктів Залізничного району міста Львова (рис. 1).

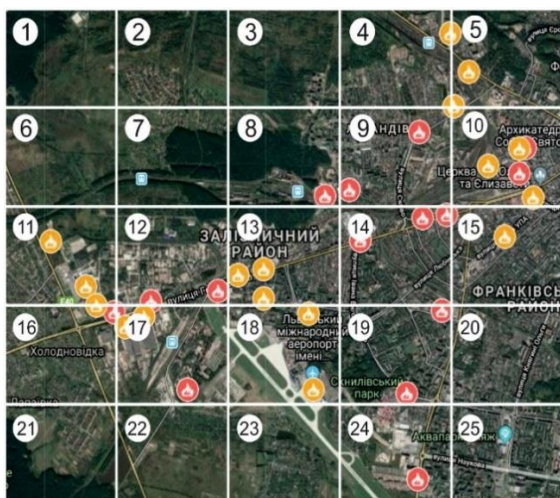


Рисунок 1 – Схема зонування Залізничного району міста Львова

Загальна площа району становить 29,64 км². Всю площу ділимо на 25 квадратів, площею 1,1856 км². У цих квадратах розташовані потенційно небезпечні об'єкти, об'єкти підвищеної небезпеки та об'єкти, які мають стратегічне значення для економіки і безпеки держави. На схемі ці об'єкти позначені відповідними кружками.

Для розв'язування **другої задачі** скористаємося рекомендаціями, які наведені в роботі [8]. Ступінь ризику виникнення надзвичайних ситуацій в кожній зоні, згідно із рекомендаціями цієї роботи, встановлюють так: за наведеною шкалою з урахуванням суми балів, нарахованих за всіма критеріями, ступінь ризику виникнення НС буде:

від 41 до 100 балів — високий;

від 21 до 40 балів — середній;

від 0 до 20 балів — незначний.

Результати аналізу зон Залізничного району міста Львова показали, що незначний до 20 балів ризик виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах господарювання займають зони 1-4, 6, 7, 15, 20-23, 25 і це відповідає площі 14,2 км². Середній ризик виникнення надзвичайних ситуацій до 40 балів займають зони 8, 12, 18, 24, що відповідають площі 4,74 км². І на кінець високий ризик виникнення надзвичайних ситуацій від 41 до 100 балів займають зони 5, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19 із загальною площею 10,7 км².

Аналізуючи ризики виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах господарювання в зонах Залізничного району міста Львова встановлено, що ці об'єкти з середнім і високим ризиками займають приблизно 52% від загальної площі території. Аналогічна ситуація має місце і для інших районів міста Львова. Результати аналізу для інших міст України показали, що, наприклад, для міст Дніпро і Маріуполь ці ризики для об'єктів господарювання за площею міста становлять приблизно 50...65%.

Для розв'язання **третьої задачі**, а саме для розроблення методології визначення ризику виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах міста, скористаємося основними положеннями теорій імовірності та надійності для відмов елементів експлуатації об'єктів міста, які можуть призвести до виникнення НС.

Методологія визначення ризику виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах міста полягає в наступному. Для кожного об'єкта міста з кількістю суми балів можливого виникнення НС за всіма критеріями від 21 до 100 визначають конструктивні елементи, які представляють загрозу для її виникнення. Після цього з використанням методу статистичного моделювання [9] необхідно встановити закон розподілу показників надійності конструктивних елементів, які представляють загрозу для виникнення НС. На підставі

отриманих даних визначають значення імовірності відмови конструктивного елемента і відповідно можливе виникнення НС. Розглянемо ці питання більш детально.

На першому етапі визначаємо параметр розподілу, а саме середнє значення в годинах (або в хв, або в роках) напрацювання конструктивного елемента об'єкта на відмову T_B . Для цього використовуємо закон розподілу Релея, згідно з яким параметр форми кривої розподілу дорівнює $b = 2$. Тоді для визначення поточного значення T_{Bi} скористуємося залежністю

$$T_{Bi} = T_B \sqrt[2]{-\ln R_i(t)}, \quad (1)$$

де $R_i(t)$ – імовірність безвідмовної роботи конструктивного елемента об'єкта, який представляє загрозу для виникнення НС.

За залежністю (1) визначають певну кількість N значень T_{Bi} в межах 10...20 при використанні для $R_i(t)$ випадкових чисел, які розподілені в інтервалі $[0, 1]$. Для статистичної оцінки імовірності того, що час безвідмовної роботи T_{Bi} не перевищить значення T_B , використаємо залежність

$$R_N(t) = 1 - \frac{i}{N+1}, \quad (2)$$

де i – цілі числа, які вказують номер проведення числового дослідження; N – загальна кількість проведених числових досліджень.

За результатами статистичного моделювання будуємо залежність $\lg(-\lg R_N(t))$ від $\lg T_{Bi}$ з накладанням на неї лінії тренда і отриманням рівняння виду

$$y = bx - c, \quad (3)$$

де b – значення параметра форми закону розподілу.

Тоді середнє значення напрацювання на відмову T_{Bcep} конструктивного елемента об'єкта, який представляє загрозу для виникнення НС, можна визначити за залежністю

$$T_{Bcep} = 10^{\frac{\bar{n}-0,362}{b}}. \quad (4)$$

Отже на підставі методу статистичного моделювання отримано значення параметру розподілу T_{Bcep} і форми b , на підставі яких можна прийняти для визначення ризику P відповідний закон розподілу і встановити його прогнозоване значення. Відомо, що при $b \leq 1$ – приймають експоненціальний закон розподілу; $1 < b < 2$ – закон розподілу Вейбулла; $b = 2$ – закон розподілу Релея; при $b > 2$ – нормальний закон розподілу.

Враховуючи закони розподілу, прогнозований ризик P виникнення НС можна визначити з використанням таких залежностей [10]:

– експоненціальний закон розподілу (враховуємо, що прогнозований ризик P дорівнює імовірності відмови $F(t)$ конструктивного елемента

об'єкта, який представляє загрозу для виникнення НС)

$$P = \int_0^t \lambda e^{-\lambda t} d\tau = 1 - e^{-\lambda t} = 1 - \exp(-\lambda t), \quad (5)$$

де t – тривалість безперервної роботи конструктивного елемента об'єкта в тих одиницях, що і T_{Bcep} ; λ – інтенсивність відмов

$$\lambda = \frac{1}{T_{Bcep}}; \quad (6)$$

– закон розподілу Вейбулла

$$P = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{T_{Bcep}}\right)^b\right]; \quad (7)$$

– закон розподілу Релея

$$P = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{T_{Bcep}}\right)^2\right]; \quad (8)$$

– нормальний закон розподілу

$$P = 0,5 + \Phi(u_p), \quad (9)$$

де $\Phi(u_p)$ – функція Лапласа (ця функція є непарною, тобто $\Phi(-u_p) = -\Phi(u_p)$); u_p – квантиль нормального розподілу

$$u_p = \frac{t - T_{Bcep}}{S_t}; \quad (10)$$

S_t – середнє квадратичне відхилення напрацювання t , яке визначають з використанням залежності для випадку, коли $n \leq 25$

$$S_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - T_{Bcep})^2}{n-1}}; \quad (11)$$

t_i – час граничного напрацювання i -го об'єкта з n об'єктів в межах T_{Bcep} , які досліджуються.

Для визначення функції Лапласа необхідно спочатку визначити квантиль нормального розподілу згідно з (10) для відповідного часу t , а потім з використанням довідника, в якому розміщені таблиці функції Лапласа, вибрати значення $\Phi(u_p)$.

Визначене значення імовірності ризику P в межах 0,4...1,0 вказує на можливість виникнення НС. Тому для унеможливлення виникнення НС за прогнозом необхідно на об'єкті захисту виконати певний комплекс запобіжних заходів.

Для розв'язання **четвертої задачі** необхідно розробити відповідні заходи для ліквідації можливого виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах господарювання. До таких заходів відносять: виконання ремонтних робіт; заміну елементів конструкції; заміну систем протипожежного захисту; переведення роботи конструкції на більш небезпечний режим роботи тощо.

Розглянемо на прикладі наведену методологію прогнозування виникнення надзвичайних ситуацій в містах з урахуванням ризиків.

Приклад. В резервуарному парку нафтопродуктів розміщені резервуари вертикальні сталеві РВС-2000, які мають, згідно з керівними рекомендаціями [11], напрацювання на відмову 10 років ($T_B = 87600$ год). Один з цих резервуарів знаходиться в експлуатації 10 років і 2 місяці ($t = 90528$ год). Необхідно визначити імовірність виникнення надзвичайної ситуації при відмові елементів конструкції резервуара для умов нормальної роботи.

Розв'язок.

1. Визначаємо закон розподілу на відмову резервуара, використовуючи метод статистичного моделювання. В нашому випадку проведемо 10 числових дослідів, тобто $N = 10$. Для виконання числових дослідів приймаємо 10 значень випадкових чисел в межах $0 \dots 1$ і впорядковуємо їх від максимального значення до мінімального: 0,95; 0,83; 0,60; 0,55; 0,50; 0,33; 0,29; 0,12; 0,07; 0,05. Значення цих випадкових чисел приймаємо як імовірність безвідмовної роботи $R_i(t)$ цього резервуара.

На підставі залежності (1) визначаємо значення T_{Bi} : $T_{B1} = 19840$ год; $T_{B2} = 37813$ год; $T_{B3} = 62610$ год; $T_{B4} = 67732$ год; $T_{B5} = 72932$ год; $T_{B6} = 92237$ год; $T_{B7} = 97463$ год; $T_{B8} = 127555$ год; $T_{B9} = 142851$ год; $T_{B10} = 151620$ год. На підставі отриманих значень T_{Bi} визначаємо відповідно значення $\lg T_{Bi}$: $\lg T_{B1} = 4,297$; $\lg T_{B2} = 4,577$; $\lg T_{B3} = 4,796$; $\lg T_{B4} = 4,831$; $\lg T_{B5} = 4,863$; $\lg T_{B6} = 4,965$; $\lg T_{B7} = 4,989$; $\lg T_{B8} = 5,106$; $\lg T_{B9} = 5,155$; $\lg T_{B10} = 5,181$.

За залежністю (2) визначаємо десять значень $R_N(t)$: $R_1(t) = 0,91$; $R_2(t) = 0,82$; $R_3(t) = 0,73$; $R_4(t) = 0,64$; $R_5(t) = 0,55$; $R_6(t) = 0,46$; $R_7(t) = 0,36$; $R_8(t) = 0,27$; $R_9(t) = 0,18$; $R_{10}(t) = 0,09$.

Використовуючи значення $R_N(t)$ визначаємо відповідно $\lg(-\lg R_N(t))$: -1,38; -1,06; -0,86; -0,71; -0,58; -0,47; -0,36; -0,25; -0,13; 0,02.

На підставі отриманих даних будемо графік залежності виду $\lg(-\lg R_N(t)) = f(\lg T_{Bi})$ (рис. 2) з накладанням на нього лінії тренда та отриманням рівняння виду (3).

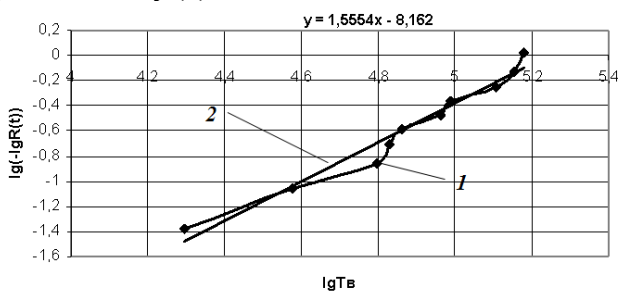


Рисунок 2 – Розподіл напрацювання на відмову резервуара РВС-2000: 1-крива розподілу; 2-лінія тренда

На підставі отриманого значення $b = 1,56$ встановлюємо, що закон розподілу напрацювання на відмову резервуара РВС-2000 відповідає закону розподілу Вейбулла. Тому для визначення імовірності прогнозованого ризику P виникнення НС скористаємося залежністю (7).

2. Визначаємо значення T_{Bcep} за залежністю (4)

$$T_{B_{\text{cep}}} = 10^{\frac{\bar{n}-0,362}{b}} = 10^{\frac{8,162-0,362}{1,56}} = 100000 \text{ год.}$$

3. Визначаємо прогнозований ризик виникнення НС при відмові резервуара РВС-2000

$$P = 1 - \exp \left[- \left(\frac{90528}{100000} \right)^{1,56} \right] = 0,58.$$

4. У зв'язку з тим, що імовірність ризику $P = 0,58 > 0,4$ виникнення НС, необхідно для її уникнення вжити таких запобіжних заходів:

- для діагностики резервуар повинен бути очищений і дегазований до санітарних норм;
- провести візуальний огляд стінки, кривлі та дна із внутрішньої сторони, а також понтона (за його наявності);
- виміряти товщину стінки, дна кривлі і понтона;
- провести контроль зварних з'єднань фізичними методами;
- провести зондування дна і основи резервуара з метою виявлення протікань;
- = опрацювати отримані результати вимірювання товщини стінок всіх елементів резервуара;
- визначити розрахунком допустиму товщину листів для різних поясів, окрайки, дна і кривлі, а отримані результати порівняти з даними вимірювань;
- у випадку, якщо фактична товщина листів менша від допустимої, прийняти одне із можливих рішень: перше – резервуар зупинити на ремонт; друге – резервуар експлуатувати при зниженому експлуатаційному навантаженні, для чого виконати розрахунок допустимої висоти заповнення резервуара;
- розрахувати залишковий ресурс резервуара за критеріями малоциклової втоми і тріщиностійкості металу;
- розрахувати і перевірити функціональні параметри резервуара;
- скласти висновок про технічний стан і показники призначення резервуара на майбутній період експлуатації.

Висновки

1. Розроблено методологію визначення ризиків виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах господарювання, яка дає можливість прогнозувати виникнення НС та впроваджувати відповідні заходи для їх запобігання.

2. Для визначення ризиків виникнення НС запропоновано метод встановлення закону розподілу відмов конструктивних елементів об'єкта, які представляють загрозу для її виникнення. До таких законів розподілу відносять експоненціальний, Вейбулла, Релея та нормальний.

3. Розроблена методологія потребує подальшого удосконалення з метою її впровадження і використання на основі інформаційних технологій, які дозволятимуть в оперативному режимі вживати всіх необхідних заходів для забезпечення ліквідації можливого виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах господарювання.

Список літератури

1. Публічний звіт голови ДСНС України «Про результати роботи ДСНС України у 2018 році» // Надзвичайна ситуація. – № 2 (20), 2019. – С. 4-7.

2. Yutaka Kobayashi¹, and Hiroyuki Nozaki. A Statistical Method to Evaluate Fire Risks in Nonresidential Buildings in Japan. – Tokyo: Fire safety science–proceedings of the eighth international symposium, 2005. – Pp. 341-352.

3. Kolesnik V. Ye., Borysovska O. O., Pavlychenko A. V., Shirin A. L. Determination of trends and regularities of occurrence of emergency situations of technogenic and natural character in Ukraine. / Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, January, № 37, 2017. – Pp. 28-40.

4. Ivan Drozd. To the problem of risk management in the field of the atomic industry of Ukraine. / Environmental Safety and nature management, № 3 (27). 2018. – Pp. 79=91.

5. Verkhovna Rada of Ukraine. (2001). Law of Ukraine "On Extremely Dangerous Objects" Kyiv: Vidomosti Verhovnoi' Rady Ukrainy (in Ukrainian).

6. Федорчак В.В. Моделювання розвитку систем державного управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій. / В.В. Федорчак // Науковий збірник - Інвестиції: практика та досвід № 9, 2018. – С. 113-115.

7. Труш О.О. Метод прогнозування величини ризику виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру. / О.О. Труш, В.Л. Степаненко, М.Г. Сергієчко, Н.О. Олександрова // Збірник наукових праць «Системи обробки інформації», 2005, Випуск 7 (47). – С. 157-160.

8. Критерії, за якими оцінюється ступінь ризику. / Постанова кабінету міністрів України № 715 від 5 вересня 2018 року. – 10 с.

9. Гуліда Е.М. Забезпечення пожежної безпеки та ліквідація пожеж на деревообробних підприємствах. / Е.М. Гуліда, О.М. Коваль. – Львів: ПАІС, 2017. – 272 с.

10. Мовчан І.О. Управління ризиками в проектах та програмах систем ліквідації пожеж / І.О. Мовчан, М.І. Васильєв // Зб. наук. праць «Вісник

Львівського державного університету безпеки життєдіяльності», № 9. – Львів: ЛДУ БЖД, 2014. – С. 100-109.

11. Руководящий документ «Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса вертикальных стальных резервуаров» РД 153-112-017-97. – Уфа: Министерство топлива и энергетики РФ, 1997. – 74 с.

References

1. Public Report of the Chairman of the SES of Ukraine "On the results of the work of SES of Ukraine in 2018" // Emergency situation. - No. 2 (20), 2019. - P. 4-7.

2. Yutaka Kobayashi¹, and Hiroyuki Nozaki. A Statistical Method to Evaluate Fire Risks in Nonresidential Buildings in Japan. – Tokyo: Fire safety science–proceedings of the eighth international symposium, 2005. – Pp. 341-352.

3. Kolesnik V. Ye., Borysovska O. O., Pavlychenko A. V., Shirin A. L. Determination of trends and regularities of occurrence of emergency situations of technogenic and natural character in Ukraine. / Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, January, № 37, 2017. – Pp. 28-40.

4. Ivan Drozd. To the problem of risk management in the field of the atomic industry of Ukraine. / Environmental Safety and nature management, № 3 (27). 2018. – Pp. 79=91.

5. Verkhovna Rada of Ukraine. (2001). Law of Ukraine "On Extremely Dangerous Objects" Kyiv: Vidomosti Verhovnoi' Rady Ukrainy (in Ukrainian).

6. Fedorchak VV Modeling of development of systems of public management of risks of emergencies. / V.V. Fedorchak // Scientific Collection - Investments: Practice and Experience No. 9, 2018. - P. 113-115.

7. Trush OO The method of forecasting the magnitude of the risk of emergencies of anthropogenic nature. / OO Trush, VL Stepanenko, M.G. Sergiechko, NO Aleksandrov // Collection of scientific works "Information Processing Systems", 2005, Issue 7 (47). P. 157-160.

8. Criteria for assessing the degree of risk. / Cabinet of Ministers of Ukraine Resolution No. 715 of September 5, 2018. - 10 sec.

9. Gulida E.M. Ensuring fire safety and eliminating fires in woodworking enterprises. / E.M. Gulida, O.M. Koval. - Lviv: PAIS, 2017. - 272 p.

10. Movchan I.O. Risk management in projects and programs of fire-fighting systems / I.O. Movchan, M.I. Vasilyev // Coll. Sciences. Proceedings of the Visnyk of Lviv State University of Life Safety, № 9. - Lviv: LSU BDZ, 2014. - P. 100-109.

11. Guidance document "Instructions for the diagnosis and assessment of the residual life of vertical steel tanks" RD 153-112-017-97. - Ufa: Ministry of Fuel and Energy of the Russian Federation, 1997. – 74 p.

METHODOLOGY FOR FORECASTING EMERGENCY SITUATIONS IN RISK CITY CITIES

In order to reduce the number of emergencies and losses from their occurrence on the basis of forecasting, it is possible to develop and implement appropriate measures in advance that would prevent their occurrence. But at the present stage there is no such methodology that would allow forecasting of emergencies in cities, including fires. Therefore, to solve this problem, the task is to develop developed methodologies for predicting emergencies in cities, including fires.

The goal of the work. Develop a methodology for determining the risk of emergencies in the city.

In order to achieve this goal, the following tasks should be solved: 1) zoning the city area with consideration of potentially dangerous objects, high-risk objects and objects of strategic importance for the economy and security of the state; 2) to identify areas with appropriate degrees of risk of emergencies; 3) develop a methodology for determining the risk of emergencies; 4) to develop appropriate measures to eliminate possible emergencies at the facilities.

To solve these problems, they used, as an example, a map of the location of objects of the Lviv Railway District. The total area of the district is 29.64 km². The total area was divided into 25 squares, each 1.1856 km². These squares include potentially dangerous objects, high risk objects, and objects that are of strategic importance for the economy and security of the state. Analyzing the risks of emergencies at the facilities in the railway districts of Lviv, it was found that these medium- and high-risk facilities occupy approximately 52% of the total area of the territory. A similar situation occurs in other areas of Lviv. The results of the analysis for other cities of Ukraine showed that, for example, for the cities of Dnipro and Mariupol, these risks for economic entities by city area are approximately 50... 65%. A methodology for determining the risk of emergencies at city facilities has been developed, based on the provisions of theories of probability and reliability for failure of elements of operation of city objects that can lead to emergencies, as well as appropriate measures to eliminate possible emergencies in the city. economic acts.

Conclusions and specific suggestions:

1. A methodology for determining the risks of emergencies at business entities has been developed, which makes it possible to perform the forecast of emergencies and to take appropriate measures to prevent them.

2. To determine the risks of emergencies, we propose a method for establishing the law of distribution of failures of structural elements of an object that pose a threat to its occurrence. Such distribution laws include exponential, Weibull, Rayleigh and normal.

3. The methodology developed needs to be further refined in order to implement and use it on the basis of information technologies, which will allow to take all necessary measures in an operational mode to ensure the elimination of possible emergencies in the facilities.

Keywords: emergency, risk of emergency, law of distribution of refusals, structural element of an entity.