

*С. О. Ємельяненко, канд. техн. наук, Ю. І. Рудик, канд. техн. наук, доцент,  
Т. Є. Рак, д-р техн. наук, доцент  
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

## **ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ ПОРТАЛ ЯК ПЛАТФОРМА ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА ОЦІНЮВАННЯ ПОЖЕЖНИХ РИЗИКІВ У ЖИТЛОВОМУ СЕКТОРІ**

Сьогодні відомо багато методів і методик оцінювання ризиків загибелі від пожеж, що дає змогу більш точно оцінювати пожежні ризики. Геоінформаційна система на основі картографії «Геопортал» є платформою, яка вміщає в собі аналітичні модулі для їх розрахунку та візуалізації на карті. Візуалізація результатів ризиків може допомогти у прийнятті управлінських рішень під час планування профілактичних та оперативно-рятувальних робіт при ліквідації надзвичайних ситуацій. Геопортал містить допоміжну інформацію, а саме: плани ліквідації аварій для об'єктів підвищеної небезпеки та потенційно небезпечних об'єктів, дає змогу зробити аналіз можливих ризиків та оцінити можливості поширення надзвичайної ситуації на інші об'єкти. Використання таких можливостей, як 3-D моделювання об'єктів, рельєф місцевості та інша довідкова інформація про об'єкт допоможе у прийнятті правильних управлінських рішень під час виконання оперативно-рятувальних робіт особовим складом.

**Ключові слова:** геопортал, інформація, картографічний редактор, ризик.

*S. Yemelyanenko, Y. Rudyk, T. Rak.*

## **GIS PORTAL AS A PLATFORM FOR VISUALIZATION AND EVALUATION OF FIRE RISKS IN THE RESIDENTIAL SECTOR**

Currently, there are many techniques and methods that allow to evaluate the risk of death from fires. They help to estimate fire risks more accurately. Geographic information system-based cartography "Geo-portal" is a platform that accommodates analytical modules to calculate fire risk and visualize them on the map. Visualization of the risks evaluation results can help to make managerial decisions on planning the operative rescue works during liquidation of emergency situations. The geoportal contains additional information, namely: the emergency response plans for high risk and potentially dangerous objects, allows us to analyze the possible risks and to assess the possibility of dissemination of emergency situations on other objects. The use of such capabilities as 3-D modeling of objects, terrain and other background information about the object is useful in making the right management decisions during the execution of operational-rescue actions.

**Key words:** geoportal, information, map editor, risk

**Актуальність.** На сучасному етапі розвитку інформаційних та телекомунікаційних систем відкриваються нові можливості для запобігання і ліквідації надзвичайних ситуацій. Завдяки новим комп'ютерним технологіям з'явилася можливість моделювання виникнення і розповсюдження надзвичайних ситуацій техногенного, природного та соціального характеру.

Недосконалість наявних програмних продуктів та технічного забезпечення у підрозділах ДСНС, які не підтримують обмін і зберігання картографічних даних для прийняття управлінських рішень при ліквідації надзвичайних ситуацій та оцінювання ефективності рятувальних заходів, ставить актуальну задачу розвитку та вдосконалення як програмних продуктів, так і технологій оперування ними.

**Постановка завдання.** Одним із основних завдань є забезпечення надійного і якісного обміну даними та застосування методів і засобів програмного забезпечення, які дадуть змогу підвищити ефективність діяльності оперативно-рятувальних служб, якість взаємодії, обміну даними та оцінювання результатів.

**Метою роботи** є покращення оперативного оцінювання обстановки та управління діяльністю підрозділів ДСНС на основі прогнозування пожежних ризиків з використанням інформаційно-телекомунікаційних технологій на базі геоінформаційного порталу.

В статті використано комплексний метод досліджень, який включає: аналіз та узагальнення наукових досягнень в сфері геоінформаційних технологій, опрацювання статистичних даних [1, 2] для відображення їх на карті та обробки, застосування як аналітичних методів досліджень (шляхом збору, узагальнення та аналізування) так і чинних нормативних документів ДСНС України.

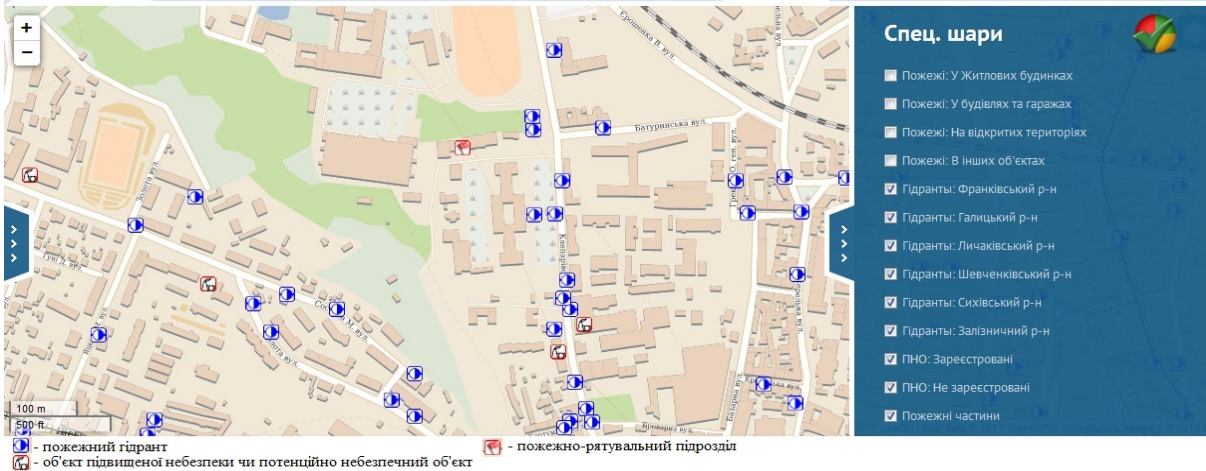
**Виклад основного матеріалу.** Картографія і картотворення посідає значне місце в економічній та інформаційній суспільній діяльності. Одним з таких картографічних продуктів є геоінформаційна система, розроблена ПП MicroGis у співпраці з вченими ЛДУ БЖД, яка призначена для створення електронно-векторних карт і картографічних планів різними мовами із можливістю нанесення різноманітних об'єктів та іншої інформації.

Запропонована геоінформаційна система «Геоінформаційний портал» [3] складається із трьох основних програм: картографічний редактор, програма для роботи з картами та сервер моніторингу пересувних об'єктів. За допомогою редактора MicroGisEditor можна створювати електронно-векторні карти та редагувати існуючі. Редактор створює карти на основі PFM – Polish Format з можливістю компіляції в різні обмінні і закриті картографічні формати.

Призначення геопорталу: портал надає користувачеві великий асортимент інструментів для обробки бази даних, тобто об'єктів, які знаходяться в базі даних. База даних може знаходитися як у клієнта, так і у віддаленому місці. Портал призначений для використання онлайн-інструментарію для обробки інформаційних баз даних.

Основні функції геоінформаційного порталу на основі web-технологій картографії [3]: прогнозування, аналіз та оцінка ризиків можливих надзвичайних ситуацій на об'єктах міста, області чи країни, облік статистики надзвичайних ситуацій, моніторинг рухомих об'єктів, джерел протипожежного водопостачання, різних шляхопроводів, трубопроводів та об'єктів критичної інфраструктури. Моделювання розвитку надзвичайних ситуацій за допомогою інтернет-базованого картографічного забезпечення (в т. ч. з тривимірним врахуванням рельєфу) та інші супровідні функції.

Завдяки цьому програмному комплексу можна створювати власні карти та використовувати вже існуючі. На ці карти можна наносити об'єкти інфраструктури міста, які можуть допомогти під час прогнозування чи ліквідації надзвичайних ситуацій. Це наприклад, виконане на тестовій сторінці сайту [3] нанесення на карту гідрантів, водоймищ, об'єктів підвищеної небезпеки, потенційно-небезпечних об'єктів та підрозділів ДСНС України, що слугує допомогою в швидкому орієнтуванні та реагуванні для оперативно-рятувальних служб під час виникнення надзвичайних ситуацій та гасіння пожеж різних класів (рис. 1).



**Рисунок 1** – Зображення «Геоінформаційного порталу» (Геопорталу) з нанесенням пожежних гідрантів, потенційно-небезпечних об'єктів, пожежно-рятувальних підрозділів [3]

Інтерфейс програмного забезпечення MicroGisEditor дає змогу корегувати та налаштувати меню. В цю програму також включена можливість вимірювання довжини автомобільних та залізничних шляхів, периметрів полігональних об'єктів, їх площ, кутів між відрізками та підтримку GPS-пристроїв.

Картографічне зображення дасть змогу керівнику пожежно-рятувального підрозділу під час слідування до місця пожежі визначити можливі місця для здійснення водозабору, визначити групу житлового будинку за допомогою графічного інтерфейсу геопорталу. Визначити чи є можливість поширення надзвичайної ситуації на інші об'єкти в тому числі і на потенційно-небезпечні об'єкти та об'єкти підвищеної небезпеки. Система Геопортал має можливість роботи з великою кількістю відкритих картографічних сервісів: Google, Yandex, OSM, WikiMapia та інші (рис. 2).



**Рисунок 2** – Картографічні сервіси: Google [4], Yandex [5], OSM [6], WikiMapia [7] та ін.

Це дає змогу в онлайн режимі визначити наявність заторів на дорогах та інші обмеження швидкостей на дорогах та створює можливість визначати оптимальний та найкоротший маршрут руху (наприклад: за допомогою функції «Затори» Yandex-карти) [5]. За допомогою трекера, який знаходиться на пожежно-рятувальному автомобілі, диспетчер оперативної служби може стежити за пересуванням підрозділу та за допомогою Геопорталу в онлайн режимі корегувати маршрут руху (рис. 3).

Використання аналітичних модулів. Геопортал підтримує різні аналітичні модулі з допомогою одного з яких реалізована можливість здійснювати розрахунки пожежних ризиків як для об'єктів житлового сектора, так і прогнозувати можливі небезпечні зони розливу хімічно-небезпечних речовин на потенційно-небезпечних об'єктах підвищеної небезпеки.

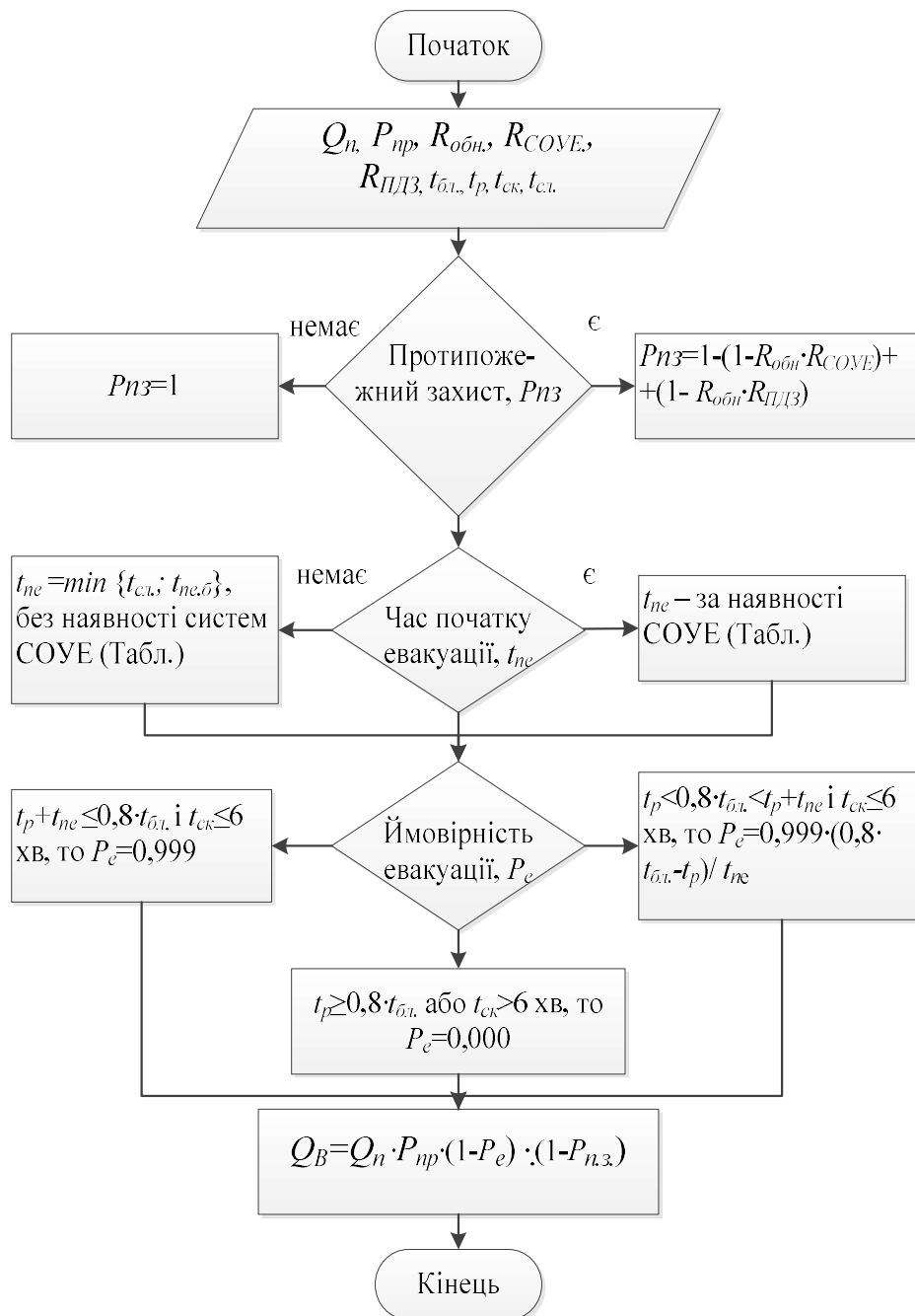


*Рисунок 3 – Структура роботи геоінформаційного порталу (власна розробка)*

Дослідженнями пожежних ризиків займалися багато фахівців, а саме: Т. Aven [8], D. Yung [9], Н. Брушлінський [10], Е. Хенлі, Х. Кумамото [11], Р. Janik [12], В. Костерев [13] та ін.

Г. Thomas в [14] зазначає, що ризик – це аспект пожежної безпеки, який характеризується пожежним захистом. Він вказує на застосування засобів зниження ризику, які є економічно вигідними та ефективними. З точки зору пожежної безпеки необхідно виконувати розрахунки для зменшення пожежних ризиків на стадії проекту будівництва [15, 16]. З цією метою слід виконувати роботу щодо прогнозування виникнення пожежі і виконання різних заходів, які використовуються для управління ризиками.

Обчислення пожежних ризиків проводяться окремо для кожної групи житлових будинків [19], виділених з урахуванням архітектурних особливостей, років будівництва та поверховості. Методику зображено у вигляді алгоритму, який дає змогу розрахувати ризики загибелі від пожеж та класифікувати їх відповідно до значення ризиків, що зображено на рис. 4.



**Рисунок 4** – Алгоритм визначення ризику загинути на пожежі (власна розробка)

де:  $Q_B$  – розрахункова величина індивідуального пожежного ризику;  
 $Q_n$  – середнє значення ймовірності виникнення пожежі в житловому будинку відповідної групи упродовж року;  
 $P_{нр}$  – ймовірність присутності людей у житловому будинку;  
 $P_{нз}$  – ймовірність ефективної роботи технічних рішень протипожежного захисту, спрямованих на забезпечення безпечної евакуації людей під час пожежі;  
 $R_{обн}$  – ймовірність ефективного спрацювання системи пожежної сигналізації ( $R_{обн}=0,9$ ) або за паспортними даними з урахуванням напрацювання елементів системи на відмову не більше 0,1;  
 $R_{COYE}$  – умовна ймовірність ефективного спрацювання систем оповіщення та управління евакуацією (COYE) у разі ефективного спрацювання системи пожежної сигналізації

( $R_{COVE}=0,9$ ), або за паспортними даними з урахуванням напрацювання елементів системи на відмову не більше 0,1;

$R_{ЛДЗ}$  – умовна ймовірність ефективного спрацювання системи протидимного захисту в разі ефективного спрацювання системи пожежної сигналізації – 0,8;

$P_e$  – ймовірність евакуації людей;

$t_{бл.}$  – ймовірність блокування сходової клітки (евакуаційних шляхів) визначається згідно з методикою розрахунку CFAST [18];

$t_{n.e.}$  – час початку евакуації за наявності систем оповіщення та управління евакуацією;

$t_{n.e.б}$  – час початку евакуації без наявності систем оповіщення та управління евакуацією;

$t_p$  – розрахунковий час евакуації визначається згідно з методикою розрахунку евакуаційного часу за [19, 20];

$t_{ск}$  – розрахункове значення часу скупчення людей на евакуаційних шляхах;

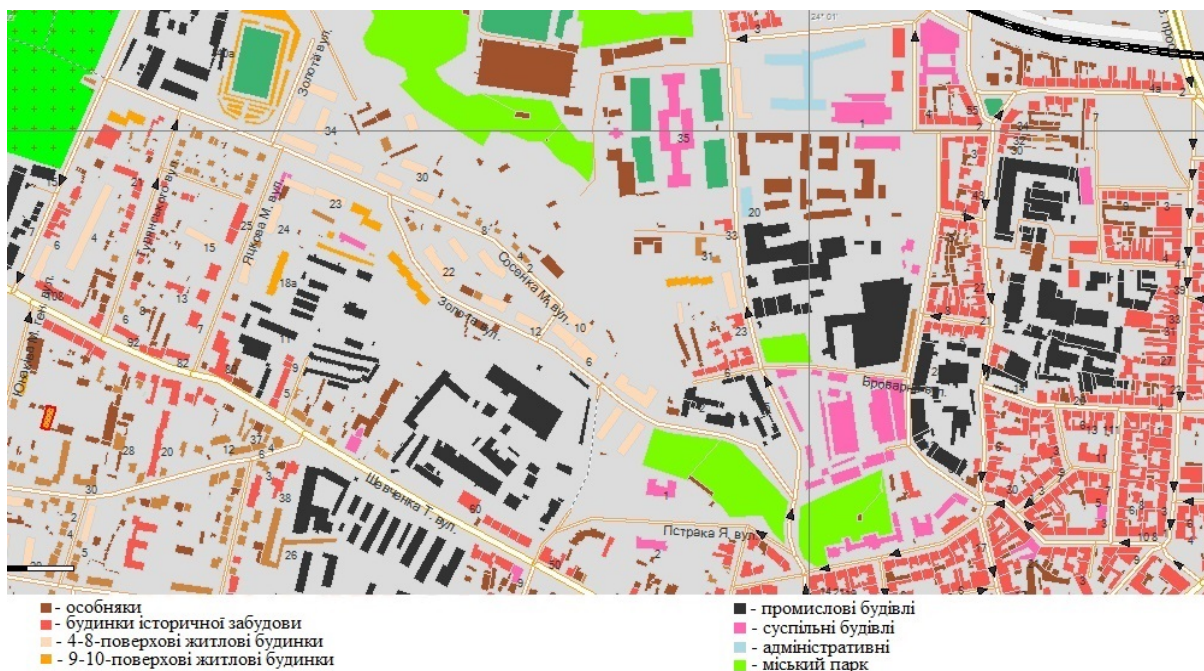
$t_{сл}$  – час слідування оперативно-рятувальних підрозділів до місця виклику.

Аналіз алгоритму: проведення аналізу умов наявності систем дає змогу сформувати та оцінити індивідуальний ризик загибелі від пожежі  $Q_B$ . Значення ризику загибелі залежить від ймовірностей ефективного роботи технічних рішень протипожежного захисту  $P_{п.з.}$ , спрямованих на забезпечення безпечної евакуації людей під час пожежі, часу блокування сходової клітки (евакуаційних шляхів)  $t_{бл.}$  та часу слідування оперативно-рятувальних підрозділів до місця виклику.

Отримані значення пожежних ризиків за групами житлових будинків оцінюються за шкалою та присвоюється колір об'єкта для візуалізації на карті «Геоінформаційного порталу» [17]:

- незначний ризик:  $\leq 10^{-6}$  ;
- прийнятний ризик:  $10^{-6} \div 5 \cdot 10^{-5}$  ;
- високий ризик:  $5 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-4}$  ;
- неприйнятний ризик:  $\geq 5 \cdot 10^{-4}$  .

Візуалізацію розрахунку пожежних ризиків загибелі від пожеж позначено відповідними кольорами, залежно від групи будинку, що наведено на рис. 5.



**Рисунок 5** – Середні значення ризиків загинути від пожежі у відповідній групі будинку за період 10 років у відповідних кольорах (власна розробка)

Нанесення на карту ризиків загинути від пожежі у відповідній групі будинку за період 10 років у відповідних кольорах дає змогу працівникам пожежно-рятувальної служби знати можливі ризики та небезпеки об'єктів. Це дозволить з урахуванням значень ризиків та оперативної інформації (карти, картки пожежогасіння, ПЛАС, оперативно-тактична характеристика будівель, графічна, відео, аудіо інформація та ін.) керівнику оперативно-рятувального підрозділу під час слідування до місця виникнення надзвичайної ситуації знайти необхідну інформацію для ефективного виконання рятувальних робіт та оцінити можливі небезпеки.

**Висновок.** Запропонована структура геопорталу дає змогу рятувальнику, що приймає рішення, комплексно оцінити обстановку як під час слідування, так і в ході запобігання та ліквідації надзвичайної ситуації, що дає змогу підвищити ефективність прийняття управлінських рішень під час планування оперативно-рятувальних робіт при ліквідації надзвичайних ситуацій.

Застосування аналітичного модуля для визначення ризику загинути від пожежі дає змогу прогнозувати виникнення надзвичайних ситуацій та оцінити можливі наслідки від них.

Ризики загибелі від пожежі зумовлені тривалістю настання гранично-небезпечних значень факторів пожежі у приміщеннях, від якої залежить безпечна евакуація мешканців.

Отже, оперативна інформація (картки пожежогасіння, плани, оперативно-тактична характеристика будівель, графічна, відео та аудіо) дозволить керівнику оперативно-рятувального підрозділу під час слідування до місця виникнення надзвичайної ситуації знайти необхідну інформацію для ефективного виконання рятувальних робіт та оцінити можливі ризики.

### Список літератури

1. Головне управління статистики у Львівській області [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.lv.ukrstat.gov.ua/ukr/themes/99/theme\\_99.php](http://www.lv.ukrstat.gov.ua/ukr/themes/99/theme_99.php)
2. Головне управління ДСНС України у Львівській області [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.lviv.mns.gov.ua/opinfo/>
3. Геоінформаційний програмний комплекс MicroGIS [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.micro-gis.com/index.php/main.html>
4. Карти Google [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://maps.google.com.ua>.
5. Яндекс. Карти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://maps.yandex.ua>
6. OpenStreetMap [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.openstreetmap.org/#map=5/51.481/-0.088>
7. *Wikimapia* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://wikimapia.org/>
8. Aven T. Quantitative risk assessment : the scientific platform / T. Aven // Norway : University of Stavanger, Cambridge University Press, 2011. – 211 p.
9. Yung D. Principles of fire risk assessment in buildings / David Tin Lam Yung // Canada : 2008. – 227 p.
10. Brushlinsky N. N. Fire statistics [Електронний ресурс] / N. N. Brushlinsky, J. R. Hall, S. V. Sokolov, P. Wagner // Centre of Fire Statistics of CTIF. – Moscow : 2006. – Режим доступу : [http://www.ctif.org/IMG/pdf/CTIF\\_report11\\_world\\_fire\\_statistics\\_2006.pdf](http://www.ctif.org/IMG/pdf/CTIF_report11_world_fire_statistics_2006.pdf)
11. Хенли Э. Дж. Надежность технических систем и оценка риска / Э. Дж. Хенли, Х. Кумамото; пер. с англ. В. С. Сыромятникова, Г. С. Деминой // Под общ. ред. В. С. Сыромятникова. – М. : Машиностроение, 1984. – 528 с.
12. Janik P. Ocena ryzyka w procesie przeciwdziałania zagrożeniom ludzi i środowiska [Електронний ресурс] / Pawel Janik. – Режим доступу: [http://www.ochronaprzeciwpozarowa.pl/ocena\\_ryzyka\\_w\\_procesie\\_przeciwdzialania\\_zagrozeniom\\_ludzi\\_i\\_srodowiska\\_cz.\\_1a,artykul,pl,112,0.html](http://www.ochronaprzeciwpozarowa.pl/ocena_ryzyka_w_procesie_przeciwdzialania_zagrozeniom_ludzi_i_srodowiska_cz._1a,artykul,pl,112,0.html)
13. Kosterev V. V. Aggregation of probabilistic and fuzzy information in risk assessment / V. V. Kosterev, A. N. Averkin // Proceedings of the International Conference on Soft Computing and Measurements. – St. Petersburg, 1999. – P. 196-199.

14. Barry T. Risk-Informed, Performance-Based Industrial Fire Protection An Alternative to Prescriptive Codes / Thomas F. Barry; Chapter 1. Program Objectives. – 2000. – 700 p.
15. Allan Grice Fire risk. Fire safety Law and its Practical Application / Allan M. Grice. – London : Printed in the UK by Marston Digital. – 2009. – 230 p.
16. Hasofer A. M. Risk Analysis in Building Fire Safety Engineering / A. M. Hasofer, V. R. Beck, I. D. Bennetts. – Amsterdam, 2007. – 189 p.
17. Ємельяненко С. О. Оцінка пожежного ризику з електротехнічних причин у житлових будинках / С. О. Ємельяненко, А. Д. Кузик, Ю. І. Рудик // Пожежна безпека : Зб. наук. пр. – Львів : ЛДУ БЖД, 2012. – № 20. – С. 105-110.
18. CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (Version 6) / Software and Experimental Validation Guide. – Chapters 5 – 11 // 5036-5-1 RU National Institute of Standards and Technology U.S. – Department of Commerce. – 2008. – 54 p.
19. ГОСТ 12.1.004-91 Пожежна безпека. Загальні вимоги.
20. Рак Ю. П. Інноваційні інструменти управління проектом безпечної евакуації людей із спортивно-видовищних споруд (на прикладі львівського стадіону до «Євро 2012») / Ю.П. Рак, О.Б. Зачко, А.І. Івануса, В.Б. Федан / IX Міжн. наук.-практ. конф. «Сучасні інформаційні технології в економіці і управлінні підприємствами, програмами і проектами». – Харків : НАУ ім. Н.Є. Жуковського «ХАІ», 2011. – С. 121-123.

