

*С.О. Ємельяненко¹, О.О. Карабин¹, канд. фіз.-мат. наук, доцент,
А.Д. Кузик¹, канд. фіз.-мат. наук, доцент, М.В. Дух²
(¹Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,
²Національний університет «Львівська політехніка»)*

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ПОЖЕЖНІ РИЗИКИ У ЖИТЛОВОМУ СЕКТОРІ (НА ПРИКЛАДІ ЛЬВОВА)

На сьогодні питання впливу різноманітних факторів на пожежні ризики у житловому секторі ще не достатньо вивчені. Існуючі методики визначають ризики протягом року, що не дає змоги враховувати їх зміни в часі та просторі. Тому актуальним є більш детальний аналіз пожежних ризиків та основних факторів, що впливають на них. На прикладі м. Львова проведено оцінку ризиків у житловому секторі з урахуванням різноманітних факторів: місяця у році, пори року, адміністративного поділу, просторової структури заселення міста. Ризики виникнення пожеж в адміністративних районах Львова є високими, а в окремі роки – неприйнятними, особливо у Галицькому та Залізничному районах. За результатами двофакторного дисперсійного аналізу виявлено, що на ризики виникнення пожеж впливають: сезон, розташування будинків та обидва фактори одночасно.

Ключові слова: ризик, просторова структура, пожежний ризик житлового сектора, сезонні коливання.

Постановка проблеми. Проблема пожежних ризиків в житловому секторі України є актуальною, оскільки близько 80 % пожеж виникають в житловому секторі, а 40 % – в житлових будинках [1]. Така ж статистика характерна і для Львова. До міст, які є організаторами чемпіонату Європи з футболу «Євро-2012», ставляться підвищені вимоги щодо безпеки населення та гостей. Обчислені в [2] значення пожежних ризиків у м. Львові за період з 2002 до 2010 р. становлять $2,6 \cdot 10^{-4}$ – $4,6 \cdot 10^{-4}$ пож./(чол.рік) та за європейськими нормами є високими [3-4], в окремі роки наближаючись до неприйнятних, а ризики загибелі на пожежі знаходяться в межах прийнятних ($1,9 \cdot 10^{-5}$ – $3,5 \cdot 10^{-5}$ пож./(чол.рік)). У зв'язку з цим одним із актуальних завдань є дослідження пожежних ризиків у житловому секторі з метою їх зниження до прийнятних норм. Оскільки відомі методики визначення ризиків дають лише їх загальні оцінки, що не забезпечує детального уявлення про їх рівень в окремих районах міста залежно від пори року, важливим є аналіз ризиків з урахуванням різноманітних факторів, пов'язаних з просторовою структурою заселення міста, сезонними коливаннями ризиків тощо.

Метою роботи є визначення залежностей пожежних ризиків у м. Львові від сезонів та просторового розташування, виявлення істотності та взаємозв'язку факторів впливу, а також пошук шляхів зниження ризиків.

Виклад основного матеріалу. У зв'язку з прийнятністю рівня ризику загибелі на пожежі для м. Львова, у роботі зосередимо увагу на ризиках виникнення пожеж. У [2] здійснено аналіз впливу на пожежні ризики такого фактора, як сезони. Виявлено деякі характерні особливості, зокрема, зниження ризиків влітку та підвищення в зимово-весняний період при загальній тенденції до зниження та стабілізації середнього їх рівня, починаючи з 2007 р. При визначенні ризику не враховувався поділ міста на адміністративні райони, а вони відрізняються між собою як кількістю жителів, так і кількістю пожеж. З метою врахування цього статистичні дані про пожежі у місті з 2002 до 2010 р. згруповано за районами та обчислено значення ризиків кожного року для 6 адміністративних районів Львова (рис. 1).

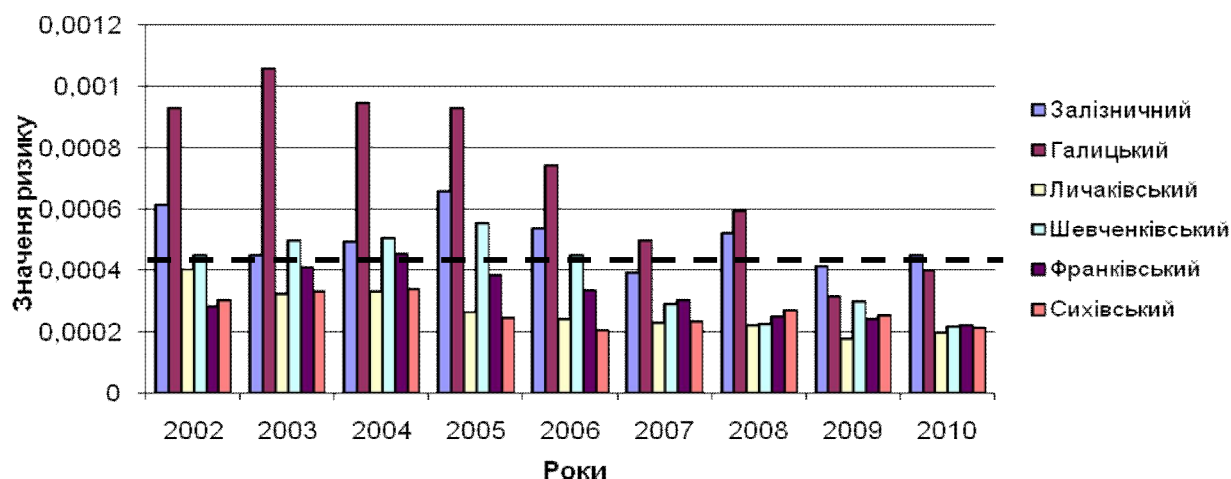


Рис. 1. Ризик виникнення пожежі у Львові за адміністративними районами у 2002-2010 рр.

Найбільші значення ризиків спостерігаються для Галицького району. За період з 2002 до 2008 р. ризики виникнення пожежі у цьому районі перевищували аналогічні показники в інших районах, у деякі роки навіть вдвічі та були неприйнятними. Окрім Галицького, дещо підвищені, а подекуди і неприйнятні ризики є у Залізничному та Шевченківському районах. Відносно низькими є ризики у Сихівському, Личаківському та Франківському районах. Середні значення ризиків, середньоквадратичних відхилень та коефіцієнтів варіації наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Середні значення ризиків, середньоквадратичні відхилення та коефіцієнти варіації для адміністративних районів Львова у 2002-2010 рр.

Адміністративний район	Середнє значення ризику, пож./чол.·рік	Середньоквадратичне відхилення, пож./чол.·рік	Коефіцієнт варіації, %
Залізничний	0.00050	0.00009	17.8
Галицький	0.00071	0.00027	38.0
Личаківський	0.00027	0.00007	27.4
Шевченківський	0.00039	0.00013	33.4
Франківський	0.00032	0.00008	25.2
Сихівський	0.00027	0.00005	18.5

Середні значення ризиків є неприйнятними у Галицькому та Залізничному районах. Найбільші розсіяння ризиків у Галицькому та Шевченківському, найменші у Залізничному та Сихівському районах.

Для детальнішого аналізу розподілу ризиків за часом обчислено їх значення для адміністративних районів та виявлено, що щорічний розподіл ризиків за місяцями та районами нерівномірний, а ризик є випадковою величиною. Наприклад, у 2010 р. (рис. 2) максимальне значення пожежного ризику спостерігалось у січні в Галицькому районі та становило $9,9 \cdot 10^{-4}$ пож./чол.·рік (неприйнятний ризик), мінімальне значення ризику зафіксоване у Шевченківському районі у вересні місяці ($7,9 \cdot 10^{-5}$).

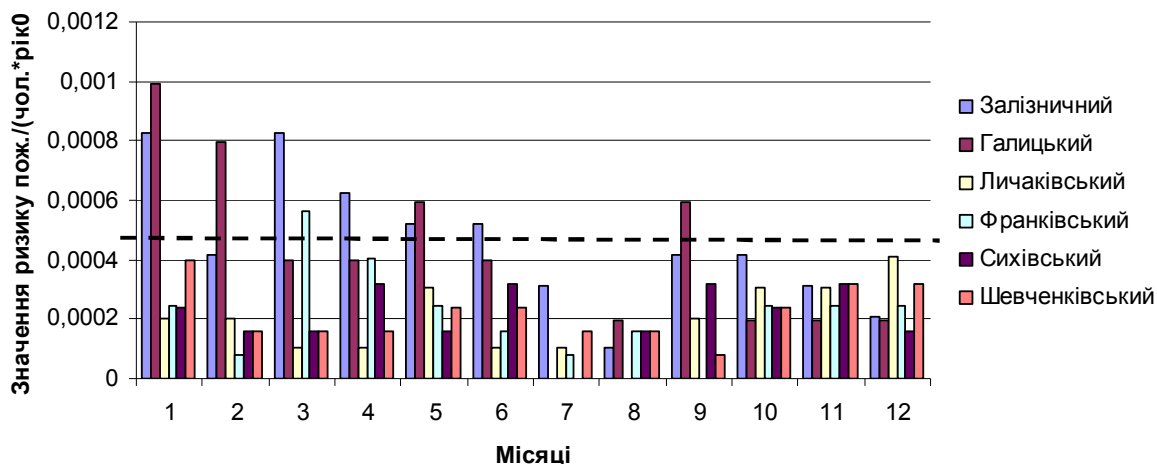


Рис. 2. Пожежні ризики за місяцями та адміністративними районами Львова у 2010 р.

Найменші значення ризиків характерні для літніх місяців та класифікуються як високі. Значення ризику зіткнутися з пожежею в літні місяці є найменшим серед сезонних показників у 2010 році і належать до високого ризику. У 2010 році середнє значення дорівнює $2,8 \cdot 10^{-4}$ пож./чол.рік і є високим. Це значення змінювалося за місяцями упродовж 2010 р. в діапазоні $1,1 \cdot 10^{-4}$ – $4,8 \cdot 10^{-4}$ пож./чол.рік з коефіцієнтами варіації 17,8–107,1%, а за районами у межах $1,9 \cdot 10^{-4}$ – $4,5 \cdot 10^{-4}$ пож./чол.рік з коефіцієнтами варіації 32,2–69,0 %. У зв'язку з нерівномірністю розподілу та високими коефіцієнтами варіації, особливо упродовж місяців, знайти закономірності поведінки ризиків залежно від місяців та районів досить складно. Це зумовлює пошук інших факторів впливу на величини ризиків. З цією метою доцільно повернутися до аналізу ризиків за сезонами (рис. 3).

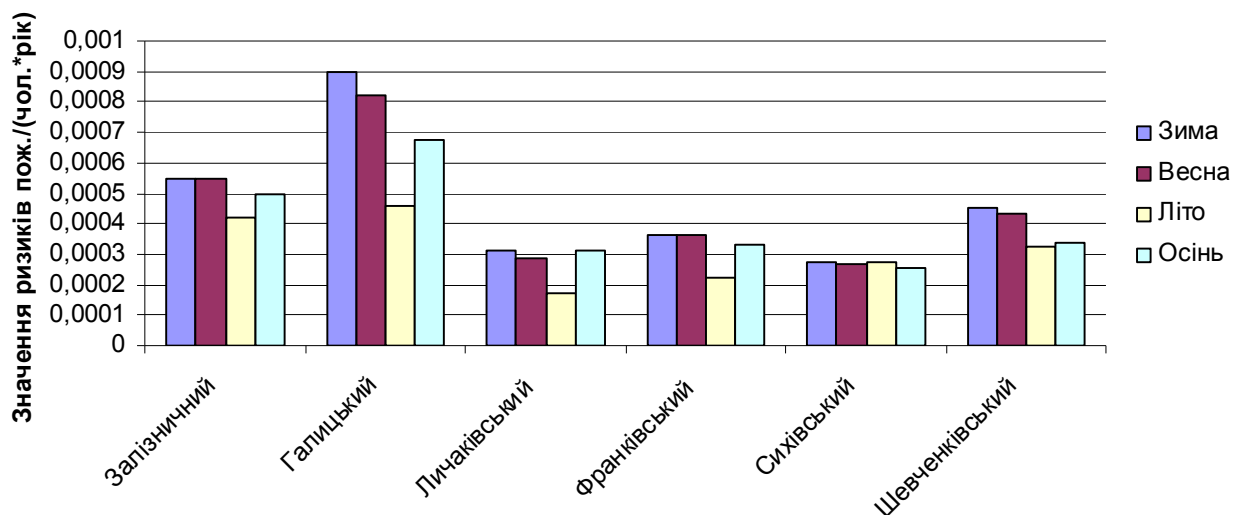


Рис. 3. Середні значення пожежних ризиків за сезонами та адміністративними районами Львова упродовж 2002-2010 рр.

Оскільки межі поділу на адміністративні райони є умовними та не впливають на ризики, проведено аналіз просторового розподілу ризиків у місті з урахуванням сезонів. На основі статистичних даних 2002-2010 рр. з використанням електронної карти Львова Visicom [5] за адресами пожеж для кожного з сезонів визначено координати та нанесено їх на карту

(рис. 4). Як видно з рисунка, пожежі у кожному з сезонів відрізняються географічним розташуванням та розсіюванням. В зимовий період спостерігається надмірне переважання пожеж у Залізничному районі, але з приходом весняних місяців картина змінюється, і більшість пожеж виникає у центральній частині міста (Галицький район), а у літні місяці переважають пожежі у Шевченківському районі в околі вулиць Липинського та Мазепи. В осінній період спостерігається збільшення кількості пожеж у Франківському районі (вул. Наукова-Трускавецька, Героїв УПА-Чупринки), а також у Сихівському та Шевченківському районах.



Рис. 4. Пожежі у Львові протягом 2002-2010 рр. за сезонами:
а) зима; б) весна; в) літо; г) осінь

Для визначення істотності впливу факторів розташування та сезону на пожежні ризики застосовано двофакторний дисперсійний аналіз. З цією метою територію міста поділено

на клітинки. Відповідно до [6], найдоцільніше здійснити розбиття розмірністю 16×16 клітинок, яке найкраще відображає розподіл пожеж (рис. 5). Оскільки частина клітинок виходить за межі міста, їх не взято до уваги. Не беремо до уваги ті клітинки, в яких понад 75 % площі становлять зелені насадження, поля, пустирі, водоймища, території нежитлового призначення. Всього територію міста покриває $n = 126$ клітинок. Оскільки чисельність населення у кожній клітинці є невідомою та може змінюватися в часі, для обчислення ризиків у кожній з клітинок зроблено припущення про рівномірний розподіл жителів у ній. Кількість жителів у кожній клітинці визначено за формулою

$$N_{i,j} = \frac{N_c}{n},$$

де N_c – середня кількість жителів міста у 2002-2010 рр.

Отримано $N_{i,j} = 5910$ чол. в одній клітинці.

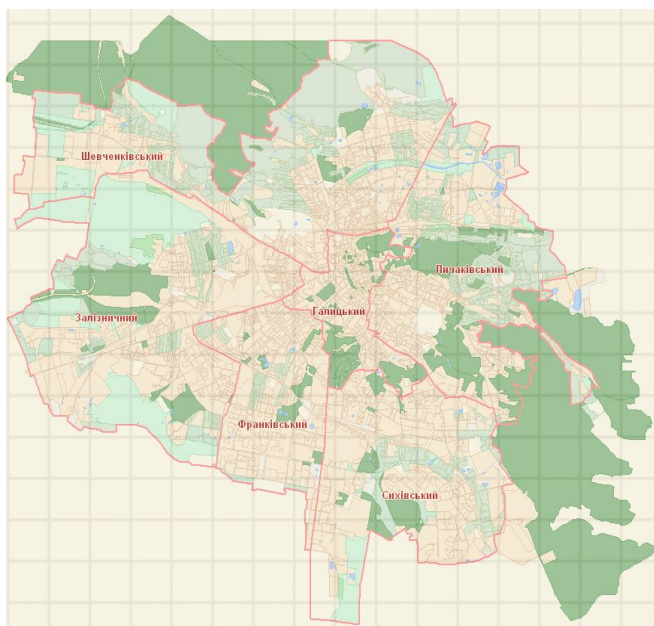


Рис. 5. Розбиття території міста на клітинки

З допомогою двофакторного дисперсійного аналізу у середовищі Excel виконаємо перевірку впливу двох факторів на значення ризику зіткнутися з пожежею: сезону та розташування на території міста. Перший фактор «сезон» має чотири градації, в кожній з яких є 9 експериментів (років). Експеримент – це кількість пожеж, які виникли в певний рік і у відповідний сезон. Другий фактор «клітинка» має 126 градацій, в кожній з яких є 9 експериментів.

Сформулюємо статистичні гіпотези:

H_1 : вплив сезону на виникнення пожежі незначний;

H_{10} : вплив сезону на виникнення пожежі істотний;

H_2 : вплив місцезнаходження будівлі на виникнення пожежі не істотний;

H_{20} : вплив місцезнаходження будівлі на виникнення пожежі істотний;

H_3 : одночасний вплив сезону і розташування будівлі на виникнення пожежі не істотний;

H_{30} : одночасний вплив сезону і розташування будівлі на виникнення пожежі істотний.

Результати двофакторного аналізу наведено в табл. 2.

Дисперсійний аналіз при рівні значущості 0,05

Джерело розсіювання	Ступені свободи	Статистичні оцінки дисперсій	Емпіричне значення критерію Фішера	Критична точка критерію Фішера
Сезони	3	7,120222222	5,364530576	2,607129445
Клітинки	124	15,71470251	11,8397993	1,222048
Взаємодія	372	4,594535245	3,461622971	1,130203662

Критерій Фішера для перевірки гіпотез має правобічну критичну область. Як видно з табл. 2, всі емпіричні значення критерію є більшими за відповідні критичні точки, як на рівні значущості 0,05, так і на 0,01. Тому у кожному з блоків статистичних гіпотез приймаємо альтернативну гіпотезу.

Висновки:

1. Ризики виникнення пожеж в адміністративних районах Львова розподілені нерівномірно та є високими, а в окремі роки – неприйнятними, особливо у Галицькому та Залізничному районах.

2. Розподіл пожежних ризиків у адміністративних районах за місяцями через значні варіації значень розглядати недоцільно.

3. Для виявлення місць з підвищеним ризиком виникнення пожеж слід розглядати двовимірний розподіл за сезонами та за розбиттям території міста на клітинки однакового розміру.

4. Двофакторний дисперсійний аналіз підтверджує припущення про вплив на пожежні ризики сезону, розташування будинків та обох факторів одночасно.

Список літератури:

1. Аналіз масиву карток обліку пожеж за 12 місяців 2010 року [Електронний ресурс] / ВД та СП Укр. НДІПБ МНС України. – 2010. – 31 с. – Режим доступу: http://xn--d1aghmoqz1k.kiev.ua/_ld/0/45_analysis_2010.pdf

2. Ємельяненко С. О. Аналіз пожежних ризиків житлового сектора м. Львова / С. О. Ємельяненко, А. Д. Кузик, М. В. Дух // Пожежна безпека: Збірник наукових праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2011. – № 19. – С. 41-48.

3. Бегун В. Ризик-орієнтовний підхід та страхова справа / В. Бегун, Є. Журавльов // Надзвичайна ситуація. – 2010. – № 3. – С. 40-43.

4. Jonkman S. N. An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage / S. N. Jonkman, P.H.A.J.M. van Gelder, J. K. Vrijling // Journal of Hazardous Materials. – 2002. – A99 – PP. 1-30.

5. Визиком карти [Електронний ресурс] / карта // ПрАТ «Візіком» . – Режим доступу: <http://maps.visicom.ua>.

6. Кузик А. Д. Двовимірний статистичний аналіз пожеж (на прикладі міста Львова) / А. Д. Кузик, О. О. Карабин, О. Ю. Чмир, О. М. Трусевич // Пожежна безпека: Збірник наукових праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2010. – № 16. – С. 114-120.

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ НА ПОЖАРНЫЕ РИСКИ В ЖИЛОМ СЕКТОРЕ
(НА ПРИМЕРЕ ЛЬВОВА)**

В настоящее время вопросы влияния различных факторов на пожарные риски в жилом секторе являются не изученными. Существующие методики определяют риски в течение года, что не позволяет учитывать их изменения во времени и пространстве. Поэтому актуальным является более детальный анализ пожарных рисков и основных факторов, влияющих на них. На примере Львова проведена оценка рисков в жилищном секторе с учетом различных факторов: месяца в году, времени года, административного деления, пространственной структуры заселения города. Риски возникновения пожаров в административных районах Львова являются высокими, а в отдельные годы - неприемлемыми, особенно в Галицком и Зализничном районах. По результатам двухфакторного дисперсионного анализа выявлено, что на риски возникновения пожаров влияют: сезон, расположение домов и оба фактора одновременно.

Ключевые слова: риск, пространственная структура, пожарный риск жилого сектора, сезонные колебания.

S.O. Emelianenko, O.O. Karabyun, A.D. Kuzyk

**ANALYSIS OF INFLUENCE FACTORS ON FIRE RISKS IN DWELLING SECTOR
(AFTER THE EXAMPLE OF LVIV)**

Currently, issues of various factors on the impact of fire risks in residential sector are not studied. Existing methods of risk estimation calculates them for year, which does not take into account of their changes in time and space. Therefore more detailed analysis of fire risks and basic factors that have impact on them are urgent. We appraised in residential sector after the example of Lviv taking into account various factors: month in the year, season, administrative distribution, spatial structure of settlement in the town. Risks of fire in districts of Lviv are high and in some years are unacceptable, special in Galitskiy and Zaliznichniy districts. As a result of two-factor dispersive analysis is revealed, that season, location of building and both factors simultaneously have influence on risks of fire.

Key words: risk, spatial structure, fire risk of residential sector, season variations.