

## ВИЗНАЧЕННЯ ОБЛАСТІ КОМПРОМІСУ МІЖ ВАРТІСТЮ ЖИТЛА ТА ЙОГО ПОЖЕЖНОЮ БЕЗПЕКОЮ

У статті розглянуто задачу побудови області компромісу між вартістю житла та рівнем його пожежної безпеки в будинках підвищеної поверховості. Запропоновано технологію, яка дозволяє визначити якість житла, виходячи із критеріїв ціни та пожежної безпеки. Розроблено положення, які складають основу інформаційно-консультативної системи на ринку нерухомості. *Ключові слова:* багатоквартирний житловий будинок, область компромісу, невизначеність, технологія.

In this paper the problem of compromise area construction between cost of habitation and level of its fire safety in many-storeyed houses considered. The technology allowing to define the habitation providing qualitative residing, proceeding from criteria of cost and fire safety is offered. The states making a basis of information-advisory system on the real estate market are developed. *Key words:* many-storeyed houses, compromise area, uncertainty, technology.

### Вступ

Динаміка ринку нерухомості в Україні відповідає масштабам та швидкості економічних перетворень, а також зазнає впливу зовнішніх факторів. Незмінним залишається лише низька увага будівельних організацій до забезпечення безпеки майбутніх мешканців житлових будинків взагалі та їх пожежної безпеки, зокрема. Такий факт має місце з ряду причин, головними з яких є такі: недосконала законодавча база, значне перевищення попиту над пропозицією, дефіцит фінансових та матеріальних ресурсів. Наслідком цього є зростання кількості загиблих та травмованих при пожежах. При цьому кількість пожеж у середньому залишається постійною величиною. Значну проблему у відношенні пожежної безпеки становлять будинки підвищеної поверховості.

З іншої сторони, потенційні покупці нерухомості найчастіше не знають і навіть не цікавляться, якій небезпеці вони піддають свої життя, купуючи квартири у будинках з низьким рівнем протипожежної захищеності. Маючи релевантну інформацію, вони могли б оцінити майбутні ризики, співставити їх із ціною житла і прийняти зважені рішення. Інформаційно-аналітичне забезпечення процесів будівництва, продажу та купівлі житла з огляду на його безпеку на даний час відсутнє. У наукових джерелах проблема визначення області компромісу між вартістю житла та його пожежною безпекою не знаходила свого відображення.

У попередніх роботах авторів виконано системний аналіз проблеми побудови відповідної області компромісу, розроблено структуру інформаційно-аналітичної системи [1], запропоновано формалізовані постановки задач [2], вказано на необхідність врахування динаміки цін, характеристик пожежної безпеки і викори-

стання елементів нечіткої логіки для представлення експертних суб'єктивних переваг [3], наведено алгоритм ієрархічно-індуктивного моделювання, за допомогою якого здійснюється структурна та параметрична ідентифікація функцій ціни та рівня пожежної безпеки житла [4].

Одержані теоретичні результати є необхідною умовою вирішення проблеми формування області компромісу. Разом із тим, залишаються нерозв'язаними задачі її конструктивної побудови. Не встановлені алгоритмічні аспекти, не визначена роль експертних висновків у процесах прийняття рішень, не вказано на практичні особливості формування та нечіткості границь області компромісу. Елементи розв'язання деяких з цих задач будуть наведені в даній статті. Наперед зауважимо, що одержані результати не носять загального характеру, оскільки базуються на даних із відкритої преси. Водночас технологія їх аналізу має універсальний характер.

### Вихідні дані та постановка задачі

Розглянемо загальні фактори, від яких залежить рівень цін на житлову нерухомість та рівень її пожежної безпеки. Для визначення загальних цінових тенденцій на ринку нерухомості виконано аналіз вартості житла у п'яти та дев'ятиповерхових будинках у 2006-2008 роках (рис. 1). Зазначимо головні аспекти:

- ціна квадратного метра незначуще відрізняється в меншу сторону у п'ятиповерхових будинках;
- вартість житла має значну динаміку;
- однозначно встановити відмінність у цінах квадратного метра на різних поверхах неможливо;

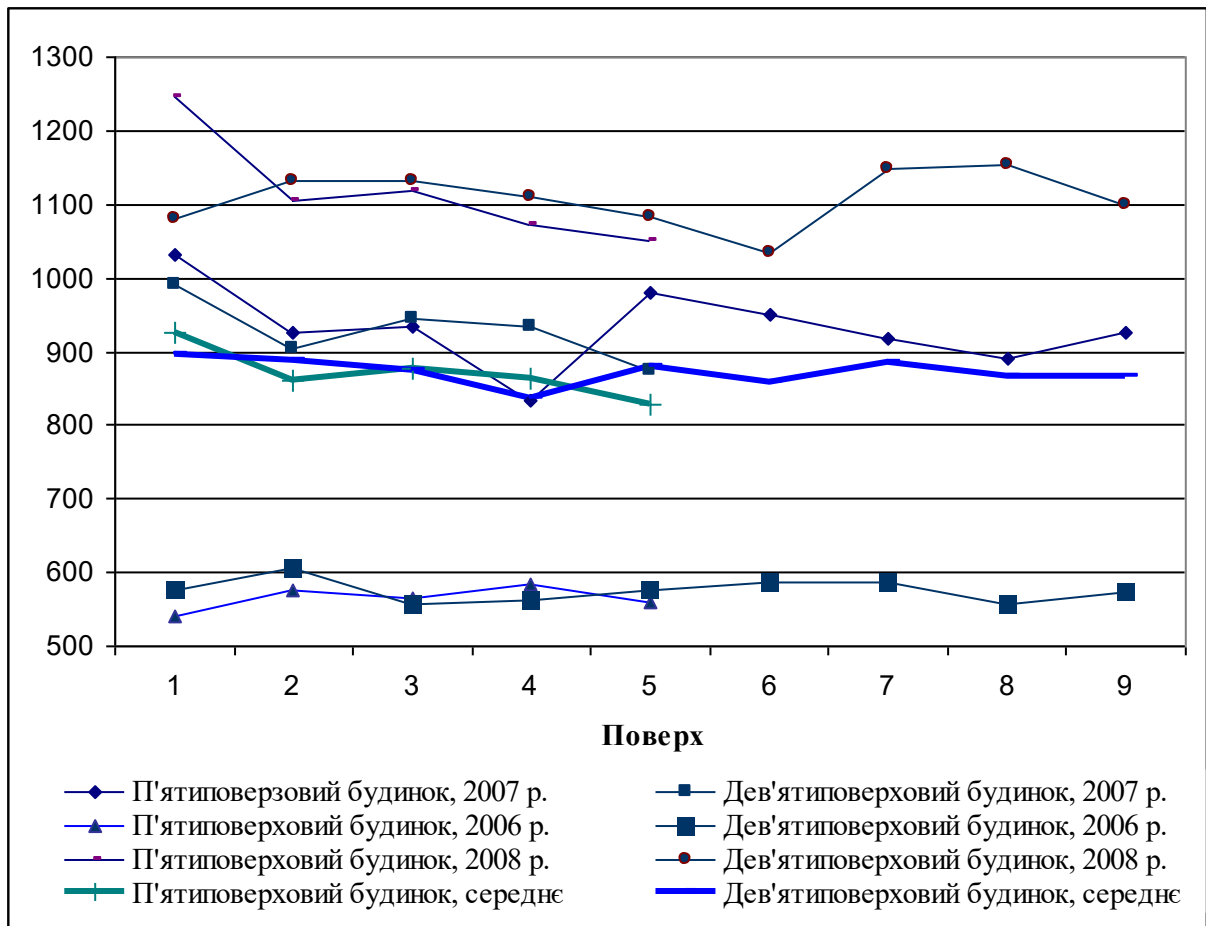


Рис. 1. Ціна квадратного метра житла (у.о.)

– порівняно вищу ціну має житло на першому поверсі;

Для виконання аналізу пожежної безпеки житлових споруд підвищеної поверховості розділимо їх на три-, чотири-, п'яти- і дев'ятиповерхові будинки. Позначимо

$$PR_k = \frac{\sum_{i=1}^l R_k^i}{\sum_{i=1}^l N_k^i}, VP_k = \frac{\sum_{i=1}^l V_k^i}{\sum_{i=1}^l N_k^i},$$

де  $PR_k, PV_k$  – питома кількість загиблих і травмованих при пожежі на  $k$ -му поверсі, відповідно,  $R_k^i, V_k^i$  – кількість загиблих і травмованих в  $i$ -му році на  $k$ -му поверсі,  $N_k^i$  – кількість пожеж.

Результати розрахунків питомої кількості загиблих і травмованих для будівель різної поверховості наведено на рис. 2. Крім загальних тенденцій, можна зробити висновки про те, що:

– кількість загиблих (травмованих) у триповерхових будинках змінюється від 6,3 (5,2) чол. на 100 пожеж на першому поверсі до 9,2 (7,5) чол. на 100 пожеж на третьому поверсі (найбільше загиблих і травмованих на третьому поверсі);

– для порівняльного аналізу необхідно виконати попередню підготовку даних.

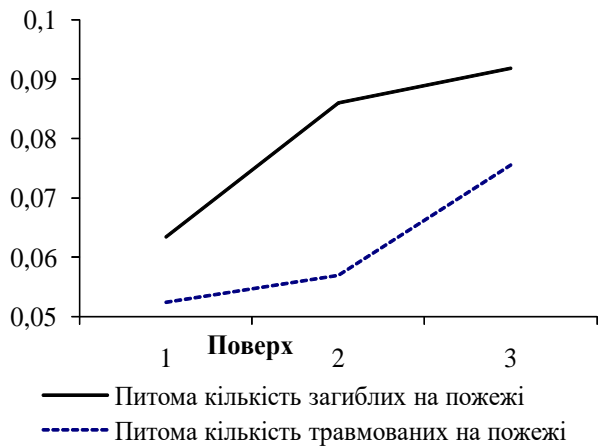
– кількість загиблих (травмованих) у чотириповерхових будинках змінюється від 8,3 (4,7) чол. на 100 пожеж на першому поверсі до 12,1 (10 – на другому поверсі) чол. на 100 пожеж на третьому поверсі;

– кількість загиблих (травмованих) у п'ятиповерхових будинках змінюється від 6,2 (10) чол. на 100 пожеж на першому поверсі до 13 (19 – на третьому поверсі) чол. на 100 пожеж на п'ятому поверсі;

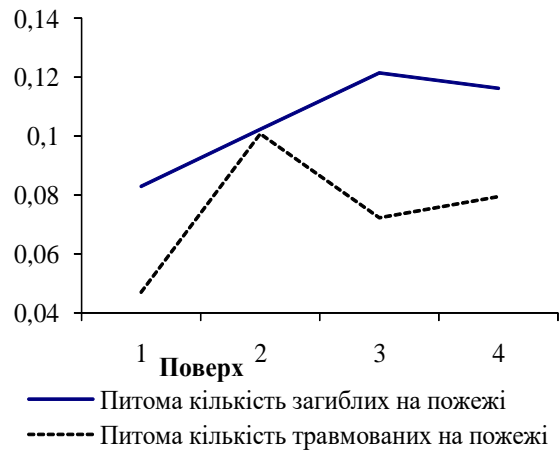
– кількість загиблих (травмованих) у дев'ятиповерхових будинках змінюється від 1,8 (1,7) чол. на 100 пожеж на першому поверсі до 6,8 (7,2 – на восьмому поверсі) чол. на 100 пожеж на дев'ятому;

– у середньому в три- та чотириповерхових будинках кількість загиблих перевищує кількість травмованих, у п'яти- та дев'ятиповерхових – навпаки.

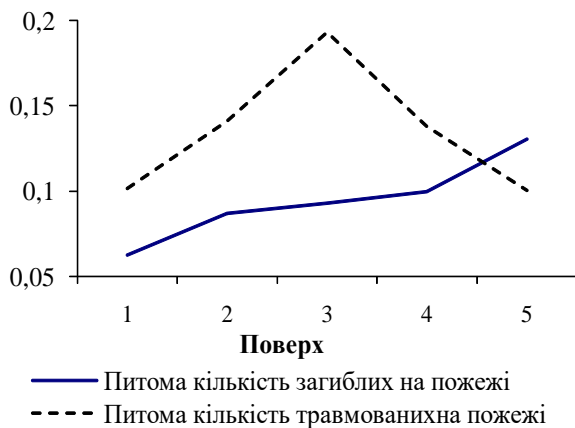
Ще одним інформаційно-консультативним аспектом при купівлі житла є ймовірність виникнення пожежі як у будівлі певної поверховості, так і на певному поверсі. Проведені розрахунки свідчать, що питома ймовірність виникнення пожежі у триповерховій будівлі



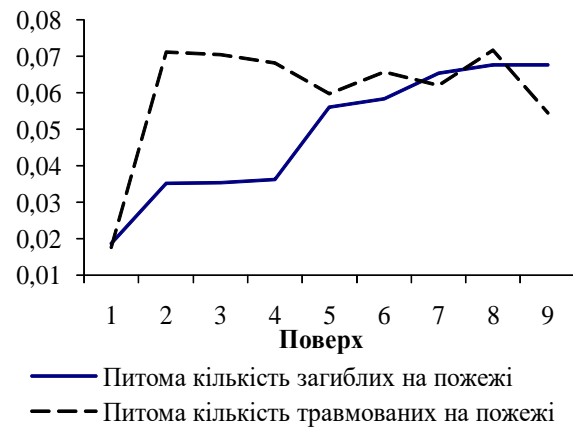
а)



б)



в)



г)

Рис. 2. Питома кількість загиблих і травмованих при пожежах у: а) триповерхових; б) чотириповерхових; в) п'ятиповерхових; г) дев'ятиповерхових будинках

0,0755, у чотириповерховій – 0,068, у п'ятиповерховій – 0,358, у дев'ятиповерховій – 0,5. Не в останню чергу такі значення пов'язані із кількістю будинків певної поверховості.

У свою чергу для триповерхового будинку ймовірність виникнення пожежі на першому поверсі 0,414, на другому – 0,295, на третьому – 0,292. У чотириповерховому будинку відповідні ймовірності рівні: 0,374, 0,232, 0,178, 0,215; у п'ятиповерховому: 0,281, 0,205, 0,189, 0,143, 0,181; у дев'ятиповерховому: 0,292, 0,099, 0,103, 0,094, 0,096, 0,082, 0,076, 0,071, 0,087.

Одержані дані дозволяють стверджувати, що найбільша кількість пожеж відбувається на перших поверхах. На верхніх поверхах ймовірність виникнення пожежі також порівняно є великою. Кількість загиблих і травмованих на верхніх поверхах є більшою ніж на нижніх. Абсолютна різниця між кількістю загиблих та кількістю травмованих на верхніх поверхах є меншою.

Задача дослідження полягає у тому, щоб на основі одержаних даних визначити область

компромісу між вартістю житла та рівнем його пожежної безпеки, а також розрахувати, на яких поверхах якість життя є мінімальною, середньою і максимальною.

### Конструктивне формування області компромісу

Одержані вище результати становлять певний інформаційний базис, але не вказують на конструктивний шлях побудови області компромісу. Сформуємо область компромісу між вартістю житла та рівнем його пожежної безпеки для п'яти- та дев'ятиповерхових будинків і розв'яжемо супутні задачі:

1. За значенням відношення

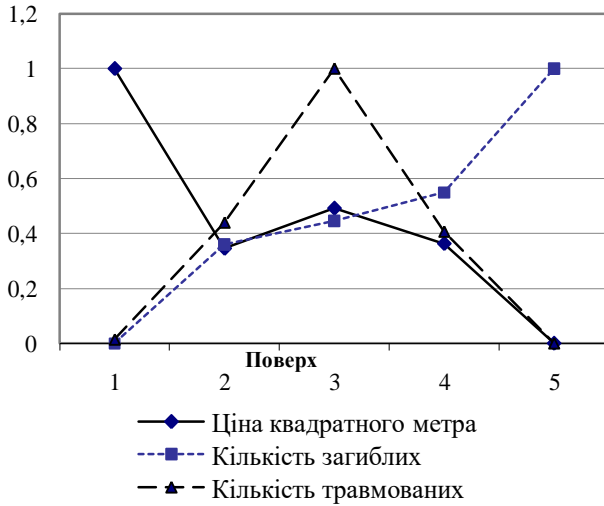
$$\beta_k = \frac{\alpha PR_k + (1-\alpha)PV_k}{1/PZ_k}, \text{ де } \alpha - \text{параметр, } PZ_k -$$

питома вартість квадратного метра житла на  $k$ -му поверсі, визначити якість житла і при купівлі прагнути до його мінімізації.

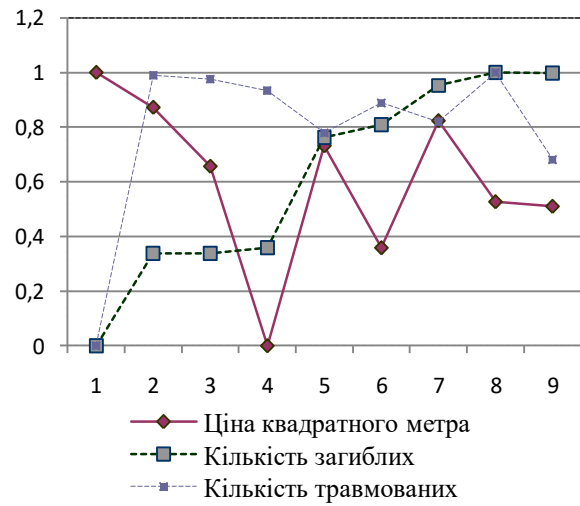
2. За значенням відношення

$$\gamma = \frac{\sum_{k=1}^K \alpha PR_k + (1-\alpha)PV_k}{\sum_{k=1}^K 1/PZ_k}, \text{ де } K - \text{кількість по-}$$

верхів у будинку, визначати середню якість житла в будинку.



а)



б)

Рис. 3. Відносні величини: а) для п'ятиповерхового будинку; б) для дев'ятиповерхового будинку

### 3. Розв'язати задачу

$$\min_k \left| \frac{\alpha PR_k + (1-\alpha)PV_k}{1/PZ_k} - \frac{\sum_{k=1}^K \alpha PR_k + (1-\alpha)PV_k}{\sum_{k=1}^K 1/PZ_k} \right|,$$

що дозволить вказати поверх, де якість життя є середньою.

Розв'язуючи першу задачу, припустимо, що  $\alpha = 0,9$ , і зауважимо, що визначення наближеного до реального значення цього параметра є окремою задачею. Тоді для п'ятиповерхового будинку одержимо дані, наведені в табл. 1,

Таблиця 1

Дані для п'ятиповерхового будинку

Поверх	1	2	3	4	5
$\beta_k$	0,163	0,127	0,247	0,194	0,162

для дев'ятиповерхового – в табл. 2.

Таблиця 2

Дані для дев'ятиповерхового будинку

Поверх	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\beta_k$	0,17	0,35	0,26	0,1	0,56	0,29	0,77	0,53	0,49

На рис. 3 зображені графіки нормованих величин: ціни квадратного метра житлової площі на кожному поверсі, кількості загиблих та кількості травмованих у п'яти- та дев'ятиповерхових будинках. Використаємо їх як початкові дані для розв'язання наведених вище задач.

Дані таблиці свідчать про те, що мінімальне значення  $\beta_k = 0,127$  для п'ятиповерхового будинку відповідає другому поверху і  $\beta_k = 0,1$  для дев'ятиповерхового будинку відповідає четвертому поверху. Таким чином, за співвідношенням між ціною квадратного метра житла та рівнем його пожежної безпеки найбільш комфортними для проживання є

другий поверх у п'ятиповерхових будинках та четвертий поверх у дев'ятиповерхівках. Зауважимо, що проживання у дев'ятиповерховому будинку є дещо комфортнішим, ніж у п'ятиповерховому. З аналогічних міркувань високою є якість безпечного життя на перших поверхах цих будинків. Через низьку ціну житлової площі слід звертати увагу на квартири на останніх поверхах у п'ятиповерхівках. У дев'ятиповерхових будинках раціонально зупиняти свій вибір на третьому по-

версі, оскільки він має достатній рівень безпеки.

Розв'язання другої задачі необхідно здійснювати для конкретних будинків, але, не маючи відповідних даних, порівняємо середню якість життя за критеріями вартості квадратного метра та рівнем пожежної безпеки у п'ятиповерхових та дев'ятиповерхових будинках взагалі. Нескладні розрахунки дозволяють стверджувати, що якість життя у п'ятиповерхівках є приблизно у два рази вищою, ніж у дев'ятиповерхових будинках, оскільки відповідні значення параметра є такими:  $\gamma_5 = 0,1615$ ,  $\gamma_9 = 0,3378$ . Такий висновок є очевидним з позицій розглянутих критеріїв, водночас при виборі житла враховується значно більша кількість параметрів.

Враховуючи дані табл. 1 і 2, а також значення  $\gamma_5$  та  $\gamma_9$ , встановлюємо, що середній рівень якості життя відповідає першому поверху у п'ятиповерхових будинках і другому поверху – у дев'ятиповерхових.

У статті [4] для побудови області компромісу запропоновано використовувати різницю між нормованими значеннями ціни квадратного метра житла та рівня пожежної безпеки. Другий параметр визначається через суму  $\alpha PR_k + (1-\alpha)PV_k$ . Позначимо параметр

$$\eta_k = \frac{PZ_k - 1}{\alpha PR_k + (1-\alpha)PV_k}, \quad \text{знайдемо}$$

середнє значення  $\eta = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \eta_i$  та різницю

$\eta_k - \eta$ ,  $k = \overline{1, K}$ , які наведені у табл. 3 та 4 і є базисом для формування області компромісу.

Таблиця 3

Дані для п'ятиповерхового будинку

Поверх	1	2	3	4	5
$\eta_k - \eta$	0,27	-2,12	1,83	0,606	-0,591

Таблиця 4

Дані для дев'ятиповерхового будинку

Поверх	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\eta_k - \eta$	-1,8	0,99	-0,2	-6,4	1,91	-0,1	2,5	1,6	1,44

Від'ємні значення в таблицях вказують на те, що відносна ціна квадратного метра житла у порівнянні з відносною кількістю загиблих та травмованих на поверсі відносно низька і є аргументом на користь безкомпромісного вибору відповідного житла. Якщо ж такі значення є додатними, то необхідно задати певне порогове значення, перевищення

якого свідчитиме про необхідність відмови від купівлі такого житла. Якщо порогове значення дорівнюватиме одиниці, то в область компромісу для п'ятиповерхового будинку входить перший і четвертий поверхи, а для дев'ятиповерхового будинку – лише другий поверх.

Таким чином одержуємо три кластери поверхів. До першого кластера належить житло з від'ємним значенням  $\eta_k - \eta$  і вважатимемо, що купівля квартири на відповідних поверхах є раціональною дією покупця. Якщо  $\eta_k - \eta$  перевищує порогове значення, то ціна квадратного метра повинна бути значно зниженою, оскільки вона є не виправдано завищеною у порівнянні з рівнем пожежної безпеки. Ціна на житло із області компромісу є незначно завищеною і тому раціональним є діалог про її зменшення.

### Висновки і перспективи

Запропонована технологія дозволяє надавати інформаційно-консультативні послуги суб'єктам ринку нерухомості. Зокрема, для будівельних організацій – про необхідність проектування систем пожежогасіння та рятування мешканців або зменшення вартості будівництва. Для покупців – про рівень пожежної безпеки, неадекватність ціни, необхідність торгу та здійснення усвідомленого вибору. Зауважимо, що запропоновані кроки необхідно використовувати на етапі попереднього аналізу, оскільки статистичні дані найчастіше є невідомими, інформація із відкритих джерел зміщеною. Удосконалення технології побудови області компромісу пов'язане із необхідністю експертного аналізу та численням суб'єктивних суджень.

### Список літератури

1. Мирошник О.М., Снитюк В.Є., Стась С.В. Системний аналіз проблеми визначення області компромісу між безпекою та вартістю житла // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – 2008. – № 5. – С. 133-136.
2. Мирошник О.М. Інформаційно-аналітичні аспекти процесу визначення та забезпечення пожежної безпеки висотних будинків // Вісник Житомирського державного технологічного університету. – 2006. – № IV (39). – С. 122-124.
3. Мирошник О.Н. Моделирование области компромисса между стоимостью жилья и

его пожарной безопасностью // Искусственный интеллект. – 2007. – № 3. – С. 481-485.

4. Мирошник О.М. Ієрархічно-індуктивне моделювання при ідентифікації області компромісу між вартістю житла та рівне його пожежної безпеки // Вісник Вінницького політехнічного інституту . – 2009. – № 3. – 46-50.
5. Мирошник О.М. Задачі формування області компромісу між вартістю житла та рівнем його пожежної безпеки // Праці IV Міжн. школи-семінару „Теорія прийняття рішень”. – Ужгород: УжНУ, 2008. – С. 120.

#### **Дані про авторів**

**Мирошник Олег Миколайович**, ст. викладач кафедри оперативно-тактичної діяльності Академії пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля.

**Стась Сергій Васильович**, к.т.н., доцент, зав. кафедри техніки Академії пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля.