

М. М. Шаркаді<sup>1</sup>, А. Ф. Доровці<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,  
доцент кафедри кібернетики і прикладної математики,  
кандидат економічних наук, доцент  
[marianna.sharkadi@uzhnu.edu.ua](mailto:marianna.sharkadi@uzhnu.edu.ua)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1850-996X>

<sup>2</sup> Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці ІІ,  
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,  
асистент кафедри математики та інформатики ЗУІ ім. Ференца Ракоці ІІ,  
аспірант кафедри кібернетики і прикладної математики  
[adam.dorovtsi@uzhnu.edu.ua](mailto:adam.dorovtsi@uzhnu.edu.ua)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4038-4945>

## ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКИХ МОДЕЛЕЙ У СОЦІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

У сучасному світі ми все частіше стикаємося з невизначеністю, як у реальному житті, так і в науці. Ці невизначеності також зустрічаються і в соціологічних дослідженнях. У статті розглянемо, як нечіткі моделі можуть бути застосовані у соціологічних дослідженнях. Запропоновано метод застосування нечіткої логіки на прикладі дослідження добробуту населення. Оскільки добробут населення є багатограним і складним явищем, ми спочатку побудуємо ієрархічну систему, щоб зробити його більш зрозумілим і легшим для моделювання. Таким чином, добробут населення можна поділити на три основні категорії: економічний, екологічний і соціальний. У даній роботі приділимо більше уваги дослідженню економічного добробуту, побудувавши його математичну модель за допомогою нечітких множин.

**Ключові слова:** соціологічні дослідження, нечіткі множини, добробут населення, моделювання, економічний добробут.

**1. Вступ.** Моделювання процесу дослідження соціального стану суб'єкта потребує системного підходу, тобто застосування системного аналізу для розглядуваних ситуацій, процесів, явищ, об'єктів тощо. Виходячи із принципів системного аналізу, процес визначення рівня добробуту має ієрархічну будову, тобто наявність множини елементів різних рівнів із відповідним підпорядкуванням. Основною закономірністю таких систем являється ієрархічна структура їх загального розташування на багатьох рівнях [1].

Однією із властивостей систем ієрархічної структури можна вважати: послідовне вертикальне розміщення підсистем (вертикальна декомпозиція); права впливу підсистем верхнього рівня або пріоритетне право; залежність підсистем верхнього рівня від підсистем нижнього рівня через їх функціональне виконання.

Зміст вертикального підпорядкування означає, що будь-яка ієрархія представлена сукупністю взаємодіючих підсистем. Під “системою” або “підсистемою” будемо розглядати блоки обробки вхідної інформації у вихідну.

Право впливу це коли на діяльність підсистеми будь-якого рівня безпосередньо і явно діють вищі рівні, частіше всього ближчий старший рівень. Ця дія носить обов'язковий характер для підсистем нижчого рівня, оскільки через неї виражається пріоритет дій і цілей більш високих рівнів.

Залежність підсистем верхнього рівня від підсистем нижнього рівня це існування оберненого зв'язок знизу вгору між елементами системи. Успіх роботи верхнього рівня залежить і від сумарного ефекту роботи підсистем нижнього рівня. Таким чином, інформація, що надсилається «вгору» — агрегується, а та, що надходить «вниз» — декомпозується.

Найбільш типовою і простою структурою ієрархії є дворівнева, яка має лише один вище стоячий координуючий елемент і  $n$  підлеглих йому нижче стоячих елементів (рис. 1). Така структура дозволяє будувати будь-які багаторівневі ієрархії з дворівневими підсистемами, як із окремих модулів.

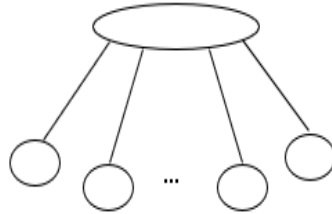


Рис. 1. Дворівнева ієрархічна структура.

**2. Аналіз досліджень і публікацій.** Про аналіз добробуту населення присвячена низка наукових праць, зокрема: Вдовин М. Л. зі співавторами [5–6], Палига Є. та Панчишин Т. у [7] здійснюють статистичну оцінку добробуту життя населення в Україні

**3. Постановка проблеми дослідження.** У роботі розглядається процес визначення рівня стану «добробут населення», тобто його оцінка.

Добробут населення — це багатогранне явище. Люди часто плутають економічний добробут з реальним добробутом населення, однак економічне благополуччя не дає повної картини реального добробуту населення. Як зазначено на сайті ОЕСР, «реальний добробут — це щось більше, ніж просто ВВП і статистичні дані» [2]. У роботі [3] розглянуто індикатори добробуту, сформульовані OECD Better Life Index, для України. В даній статті побудуємо ієрархічну структуру на основі наявних індикаторів, а також побудуємо математичну модель з використанням нечітких множин для оцінки цих індикаторів. Індикатори, сформульовані ОЕСР, є наступними: дохід, житло, робота, громада, освіта, навколишнє середовище, участь у суспільному житті, здоров'я, задоволеність життям, безпека.

Для того, щоб оцінити добробут населення, вищезазначені показники необхідно згрупувати, щоб зробити математичне моделювання більш прозорим і зрозумілим з використанням нечітких множин.

Пропонується наступне групування індикаторів:

- 1) Економічні індикатори
  - а) Дохід
  - б) Житло
  - с) Робота

2) Соціальні індикатори

- a) Громада
- b) Освіта
- c) Участь у суспільному житті
- d) Здоров'я
- e) Задоволеність життям
- f) Безпека

3) Навколишнє середовище

**4. Результати досліджень.** На основі вищезгаданого групування будемо ієрархічну структуру, яка буде виглядати наступним чином (рис. 2.):



Рис. 2. Ієрархічна структура для оцінювання рівня добробуту. Побудовано авторами.

Після побудови ієрархічної структури запропоновано математичну модель для оцінки кожного індикатора і приведемо приклад побудови нечітких множин [4] для визначення рівня економічного добробуту, тобто будемо моделі для таких індикаторів як: дохід, житло, робота. У дослідженні використовується програмне забезпечення Matlab.

Індикатора «Дохід», наприклад, можна оцінити на основі наступних параметрів: чисте багатство на одну особу, чистий наявний дохід. Для даних параметрів побудуємо функції належності, наприклад, чистого наявного доходу можемо описати трьома функціями належності. Якщо чистий наявний дохід «низький» — тоді пропонуємо лінійну  $z$ -подібну функцію належності, яка описується наступною формулою:

$$f(x, a, b) = \begin{cases} 1, & x \leq a; \\ \frac{b-x}{b-a}, & a < x < b; \\ 0, & b \leq x. \end{cases}$$

Якщо чистий наявний дохід «середній» — тоді пропонуємо трикутну фун-

кцію належності, яка описується наступною формулою:

$$f(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a; \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b; \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c; \\ 0, & c \leq x. \end{cases}$$

Якщо чистий наявний дохід «високий» — тоді пропонуємо лінійну s-подібну функцію належності, яка описується наступною формулою:

$$f(x, a, b) = \begin{cases} 1, & x \leq a; \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ 0, & b \leq x. \end{cases}$$

Такими ж функціями належності описується і чисте багатство на одну особу. На основі двох вхідних параметрів і 9 правил «Якщо — То» на виході отримуємо оцінку індикатора «Дохід». Fuzzy Inference System (в подальшому FIS-структура) має наступний вигляд (рис. 3):

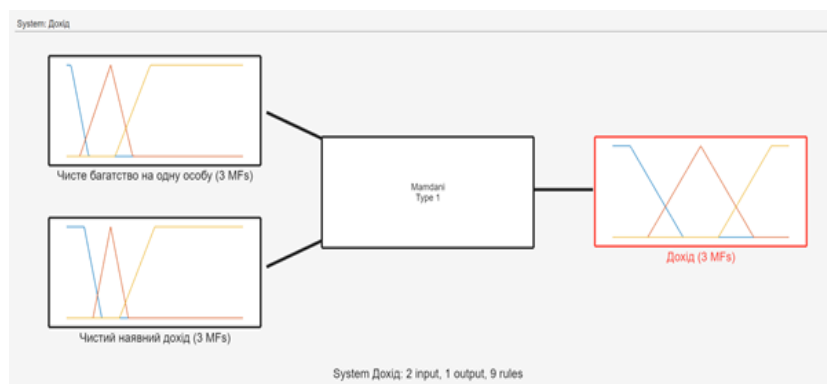


Рис. 3. FIS-структура для індикатора «Дохід».

Далі побудуємо FIS-структури для інших індикаторів. FIS-структури індикаторів «Житло» та «Робота» показані на рисунках 4 та 5 відповідно.

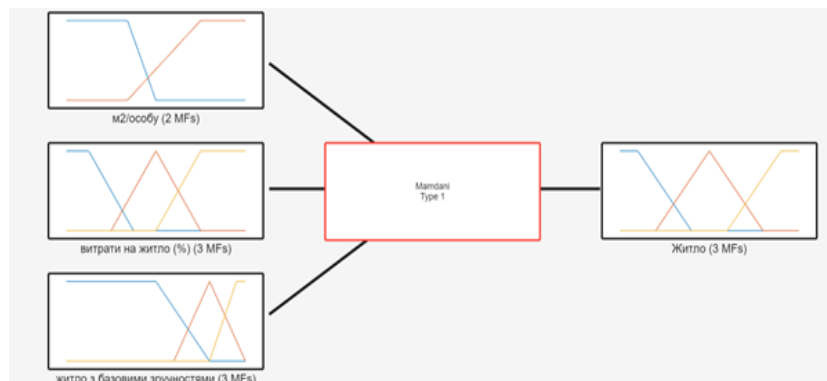


Рис. 4. FIS-структура для індикатора «Житло».

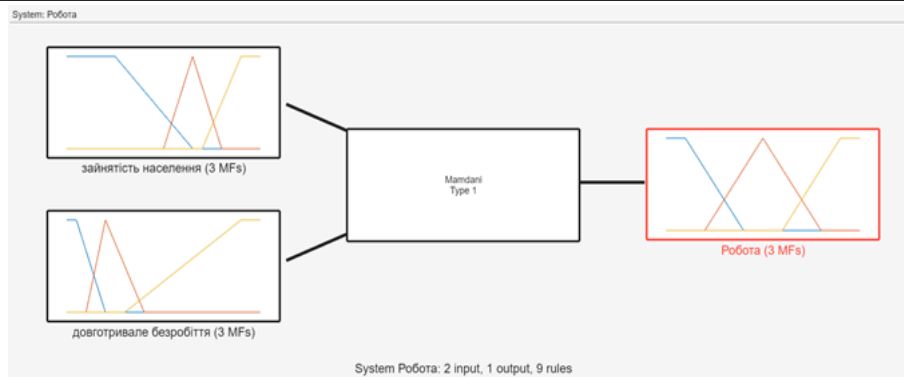


Рис. 5. FIS-структура для індикатора «Робота».

Для отримання рівня економічного добробуту нам потрібно з'єднати вищезгадані FIS-структури, тому з отриманих FIS-структур побудуємо FIS-дерево, який показано на рисунку 6.

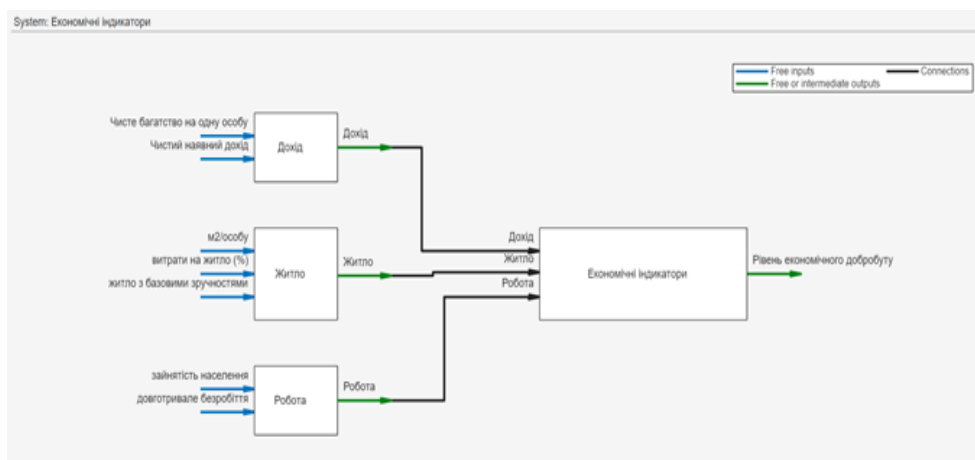


Рис. 6. FIS-дерево для економічних індикаторів.

**5. Висновки.** Проведене дослідження покращує наше розуміння складної системи оцінки стану соціологічних результатів. Нечітке моделювання, що використовується в дослідженнях, дозволяє точніше охопити притаманну складність цих процесів шляхом включення елементів невизначеності та неточності. Майбутні шляхи розвитку цього дослідження охоплюють впровадження різноманітних форм функцій належності та дослідження того, як їхні параметри впливають на ефективність нечітких моделей у представленні невизначеностей, притаманних експериментальним даним.

**6. Подяка.** Роботу виконано в рамках держбюджетної науково-дослідної теми Ужгородського національного університету “Методи обчислювального інтелекту для обробки і аналізу даних” (номер державної реєстрації 0121U109279).

#### Список використаної літератури

1. Hoffman L. R., Stein R. L. The Hierarchical Model of Problemsolving Groups. In "Small Group and Social Interaction: London, 1983. P. 173–192.
2. Офіційний сайт: Організація економічного співробітництва та розвитку [Електронний

- ресурс] Режим Доступу. URL: <https://www.oecdbetterlifeindex.org/#/50525555555> (дата звернення: 06.03.2024).
3. Мальяр М. М., Доровці А. Ф., Половко І. І. Аналіз індикаторів впливу на рівень добробуту населення України. *Наукові перспективи*. 2024. Вип. 2, № 44. С. 784–796. DOI: [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2024-2\(44\)-784-796](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2024-2(44)-784-796)
  4. Zadeh L. A. Fuzzy sets as a basis for theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems* 100 Supplements. 1999. P. 9–34.
  5. Вдовин М. Л., Зомчак Л. М., Міщук Т. В. Аналітика сучасного стану добробуту населення України. *Економіка та суспільство*. 2022. 39. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-39-77>  
[Електронний ресурс] Режим Доступу. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1419/1366> (дата звернення: 09.03.2024).
  6. Вдовин М. Л., Міщук Т. В. Рейтингування регіонів України за показниками добробуту населення. *Серія «Економіка і менеджмент»*. 2022. Вип. 1, № 91. DOI: <https://doi.org/10.32782/bsnau.2022.1.1>  
[Електронний ресурс] Режим Доступу. URL: <https://snaujournal.com.ua/index.php/journal/article/view/251/162> (дата звернення: 09.03.2024).
  7. Палига Є. М., Панчишин Т. В. Рівень добробуту населення України у статистичному вимірі. *Наукові записки*. 2007. Вип. 2, № 12. [Електронний ресурс] Режим Доступу. URL: <https://nz.uad.lviv.ua/static/media/2-12/17.pdf> (дата звернення: 11.03.2024).

### Sharkadi M. M., Dorovtsi A. F. Fuzzy models' use in sociological researches.

In the modern world, we are increasingly faced with uncertainty, both in real life and in science. These uncertainties also occur in sociological researches. The article considers how fuzzy models can be applied in sociological research. We propose a method of applying fuzzy logic as an example of a study of the well-being of the population. Since human well-being is a multifaceted and complex subject, we first build a hierarchical system to make it more understandable and easier to model. Thus, human well-being can be divided into three main categories: economic, environmental and social. In this paper, we will pay more attention to the study of economic well-being by building its mathematical model using fuzzy sets.

**Keywords:** sociological research, fuzzy sets, population well-being, modelling, economic well-being.

### References

1. Hoffman, L. R., & Stein, R. L. (1983). *The Hierarchical Model of Problemsolving Groups*. In "Small Group and Social Interaction: London.
2. Official website: Organization for Economic Cooperation and Development. Retrieved from <https://www.oecdbetterlifeindex.org/#/50525555555>
3. Malyar, M. M., Dorovtsi, A. F., & Polovko, I. I. (2024). Analysis of indicators that affect the level of well-being of the population of Ukraine. *Naukovi perspektivi*, 2(44), 784–796. [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2024-2\(44\)-784-796](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2024-2(44)-784-796) [in Ukrainian].
4. Zadeh, L. A. (1999). *Fuzzy sets as a basis for theory of possibility*. *Fuzzy Sets and Systems* 100 Supplements.
5. Vdovin, M. L., Zomchak, L. M., & Mishhuk, T. V. (2022). Analysis of the current state of well-being of the population of Ukraine. *Economy and Society*, 39. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-39-77>  
Retrieved from <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1419/1366> [in Ukrainian].
6. Vdovin, M. L., & Mishhuk, T. V. (2022). Ranking of the regions of Ukraine according to indicators of population well-being. *Economics and Management Series*, 1(91). <https://doi.org/10.32782/bsnau.2022.1.1>  
Retrieved from <https://snaujournal.com.ua/index.php/journal/article/view/251/162> [in Ukrainian].

7. Paliga, Ye. M., & Panchishin, T. V. (2007). The level of well-being of the population of Ukraine in a statistical dimension. *Scientific notes*, 2(12). Retrieved from <https://nz.uad.lviv.ua/static/media/2-12/17.pdf> [in Ukrainian].

Одержано 30.04.2024