

УДК 681.3

Гайна Георгій Анатолійович

Кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри інформаційних технологій

Тістол Надія Вікторівна

Аспірантка кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПИСУ ОБ'ЄКТІВ ЖИТЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА

***Анотація.** Розглянуто математичний підхід та використання нечітких моделей для опису об'єктів житлового середовища. Запропоновано представити показники залежно від їх типу та шкал вимірювання.*

***Ключові слова:** нечіткі моделі, показники якості житлового середовища, матриця знань, шкали вимірювання*

***Анотация.** Рассмотрен математический подход и использование нечетких моделей для описания объектов жилищной среды. Предложено представить показатели в зависимости от их типа и шкал измерения.*

***Ключевые слова:** нечеткие модели, показателя качества жилищной среды, матрица знаний, шкала измерения.*

***Annotation.** The mathematical approach and the use of fuzzy models to describe the residential environment. To determine the parameters of the proposed formula. Each parameter consists of a set of parameters. The proposed model is determining the complex index of housing quality environment. Navedeni piece base rules that define the relationship between the parameters. Submitted matrix of knowledge that reflects the ties between parameters. Proposed to introduce parameters depending on the type and scale of measurement. Defined scale for each parameter depending on its type. Defined methods for constructing membership functions for each parameter. For example, one of the options considered in determining the membership function parameters present in interval values, which are assigned fuzzy values. Typical methods include in the method of paired comparisons to determine the matrix of fuzzy relations that establish the degree of closeness of values for determining the quality of certain performance measurements on scale items, semantic differential method for parameters that are defined on the scale of values of the logical variable (yes / no), method of interval estimates for parameters that are defined on the set of numerical values in the corresponding absolute scale.*

***Keywords:** fuzzy models, protection of the quality of housing, the matrix of knowledge, scale of measurement*

Вступ

Згідно «Стратегії розвитку Києва до 2025 року» головним тезисом стало підвищення якості житла для киян за допомогою покращення економічного добробуту та комфортності житла. Індекс комфортності до 2025 року планується підвищити в 1,7 рази. Його прорахували, виходячи з 16 ключових показників, серед яких співвідношення ліній громадського транспорту до кількості мешканців (планується збільшити в 1,6 рази), співвідношення площі доріг до площі міста (планується збільшити в 3 рази), співвідношення довжини електромреж на

1 тис. мешканців (планується підвищити у 2,2 рази), площа житлового фонду на 1 мешканця (підвищити в 1,3 рази), очікувана тривалість життя (планується збільшити з 72,7 до 79,8 років), викиди шкідливих речовин (планується знизити в 1,32 рази). Таким чином підвищення якості житла є актуальною проблемою на сьогодні.

Математична модель

Оцінка системи якості житлового середовища визначається параметрами якості району, мікрорайону, прибудинкової території, будинку, квартири. Таким чином, агрегований показник

якості житлового середовища складається з кількох окремих показників якості, які визначаються певними видами визначення якості. В загальному вигляді взаємозв'язок параметрів та їхню взаємодію можна представити формулою:

$$B' = A \circ (A \rightarrow B), \quad (1)$$

де A – вхідне значення параметра; $(A \rightarrow B)$ – правило, за яким A перетворюється в B ; A' – вихідне значення параметра.

Вхідне значення параметра A може бути чітким або нечітким, від цього буде залежати A' .

Оцінку якості житлового середовища можна розділити на окремі показники:

- P_1 – якість району;
- P_2 – якість мікрорайону;
- P_3 – якість прибудинкової території;
- P_4 – якість будинку;
- P_5 – якість квартири.

Відповідно узагальнений показник якості житлового середовища визначається так:

$$P(i) = f(P_1(i), \dots, P_5(i)). \quad (2)$$

Кожен показник залежить від групи інших показників. Якість району визначається за формулою:

$$P_1 = f(X_1^R, X_2^R, X_3^R, X_4^R), \quad (3)$$

де

1. X_1^R – район міста;
2. умови транспортного забезпечення характеризується двома параметрами:
 - 2.1 X_2^R – кількість населення в місті
 - 2.2 X_3^R – час, витрачений на дорогу з даного району до місця призначення.
3. X_4^R – наявність пам'яток архітектури, історії, культури.

Якість мікрорайону визначається за формулою:

$$P_2 = f(X_1^{MR}, X_2^{MR}, X_3^{MR}, X_4^{MR}, X_5^{MR}, X_6^{MR}), \quad (4)$$

де

1. X_1^{MR} – організація системи культурно-побутового обслуговування населення;
2. X_2^{MR} – насиченість об'єктами, пов'язаним з обслуговуванням населення;
3. X_3^{MR} – характер організації зберігання приватних автомобілів;
4. X_4^{MR} – шумовий режим;
5. щільність забудови характеризується двома параметрами:
 - 5.1 X_5^{MR} – кількість людей, які проживають в даному мікрорайоні;

5.2 X_6^{MR} – площа забудови даного мікрорайону.

Якість прибудинкової території визначається за формулою:

$$P_3 = f(X_1^{PB}, X_2^{PB}, X_3^{PB}, X_4^{PB}, X_5^{PB}, X_6^{PB}, X_7^{PB}), \quad (5)$$

де

1. X_1^{PB} – інсоляція території;
2. X_2^{PB} – наявність непритаманних житловій забудові об'єктів;
3. X_3^{PB} – схил рельєфу визначається параметром;
4. X_4^{PB} – мікроклімат повітря;
5. X_5^{PB} – рівень вуличного шуму;
6. X_6^{PB} – озеленення території визначається параметром;
7. X_7^{PB} – наявність дитячих та спортивних майданчиків, зон тихого відпочинку.

Якість будинку визначається за формулою:

$$P_4 = f(X_1^B, X_2^B, X_3^B, X_4^B, X_5^B, X_6^B, X_7^B, X_8^B, X_9^B, X_{10}^B), \quad (6)$$

де

1. X_1^B – тип будинку;
2. X_2^B – вік будинку;
3. X_3^B – характеризує технічний стан, в якому знаходиться будинок;
4. X_4^B – відповідність будинку сучасним вимогам;
5. X_5^B – архітектурний вигляд будинку;
6. X_6^B – оцінка стану комунікацій;
7. X_7^B – забезпеченість ліфтом;
8. X_8^B – забезпеченість сміттєпроводом;
9. X_9^B – умови розташування будинку відносно магістралі;
10. X_{10}^B – відстань до найближчих будинків.

Якість квартири визначається за формулою:

$$P_4 = f(X_1^K, X_2^K, X_3^K, X_4^K, X_5^K, X_6^K, X_7^K, X_8^K, X_9^K, X_{10}^K, X_{11}^K), \quad (7)$$

де

1. X_1^K – кількість людей, які проживають у квартирі.
2. X_2^K – жила площа квартири;
3. X_3^K – загальна площа квартири;
4. X_4^K – відповідність площі і кількості кімнат демографічній структурі сім'ї;

5. X_5^K – тип підлоги в квартирі;
6. X_6^K – тип санвузла;
7. X_7^K – тип опалення;
8. X_8^K – вид плити;
9. X_9^K – поверх будинку;
10. X_{10}^K – орієнтація квартири може бути однобічна або двобічна та на магістраль або в затишний двір;
11. X_{11}^K – площа кухні.

Загальний показник визначається з комплексного визначення інших показників, модель визначення зображена на рисунку. Всі показники взаємодіють один з одним, на основі цих залежностей створена база правил, на основі якої представлена матриця знань (табл. 1).

База знань – це особливого роду база даних, розроблена для оперування знаннями (метаданими). База знань містить структуровану інформацію, яка покриває деяку область знань, для використання кібернетичним пристроєм (або людиною) з конкретною метою. Сучасні бази знань працюють спільно із системами пошуку інформації, мають класифікаційну структуру і формат представлення знань.

Для зображення бази знань запропоновані правила залежності параметрів між собою:

Правило 1: ЯКЩО $X_2^R = 1\ 000\ 000$

ТА $X_3^R = 45$ ТО X_{23}^R є «середні»

Правило 2: ЯКЩО $X_2^R = 1\ 000\ 000$

ТА $X_3^R < 45$, ТО X_{23}^R є «гарні»

Правило 3: ЯКЩО $X_2^R = 1\ 000\ 000$

ТА $X_3^R > 45$, ТО X_{23}^R є «погані»

Правило 4: ЯКЩО $X_2^R = 500\ 000$

ТА $X_3^R = 40$, ТО X_{23}^R є «середні»

Правило 5: ЯКЩО $X_2^R = 500\ 000$

ТА $X_3^R < 40$, ТО X_{23}^R є «гарні»

Правило 23: ЯКЩО X_1^R є «периферійний»

ТА $X_3^{MR} > 0,5$ ТО X_{11}^R є «дуже гарний»

Правило 24: ЯКЩО X_1^R є «периферійний»

ТА $X_3^{MR} < 0,5$, ТО X_{11}^R є «поганий»

Правило 25: ЯКЩО $X_4^{MR} = 55$

ТО X_{41}^{MR} є «середній»

Правило 26: ЯКЩО $X_4^{MR} < 55$

ТО X_{41}^{MR} є «гарний»

Правило 27: ЯКЩО $X_4^{MR} > 55$

ТА $X_4^{MR} < 70$, ТО X_{41}^{MR} є «допустимий»

Правило 35: ЯКЩО $X_3^{PB} > 0$

ТА $X_3^{PB} < 5$, ТО X_{31}^{PB} є «плаский»

Правило 37: ЯКЩО $X_3^{PB} > 10$

ТА $X_3^{PB} < 20$, ТО X_{31}^{PB} є «крутий»

Фрагмент матриці знань представлено табл. 1.

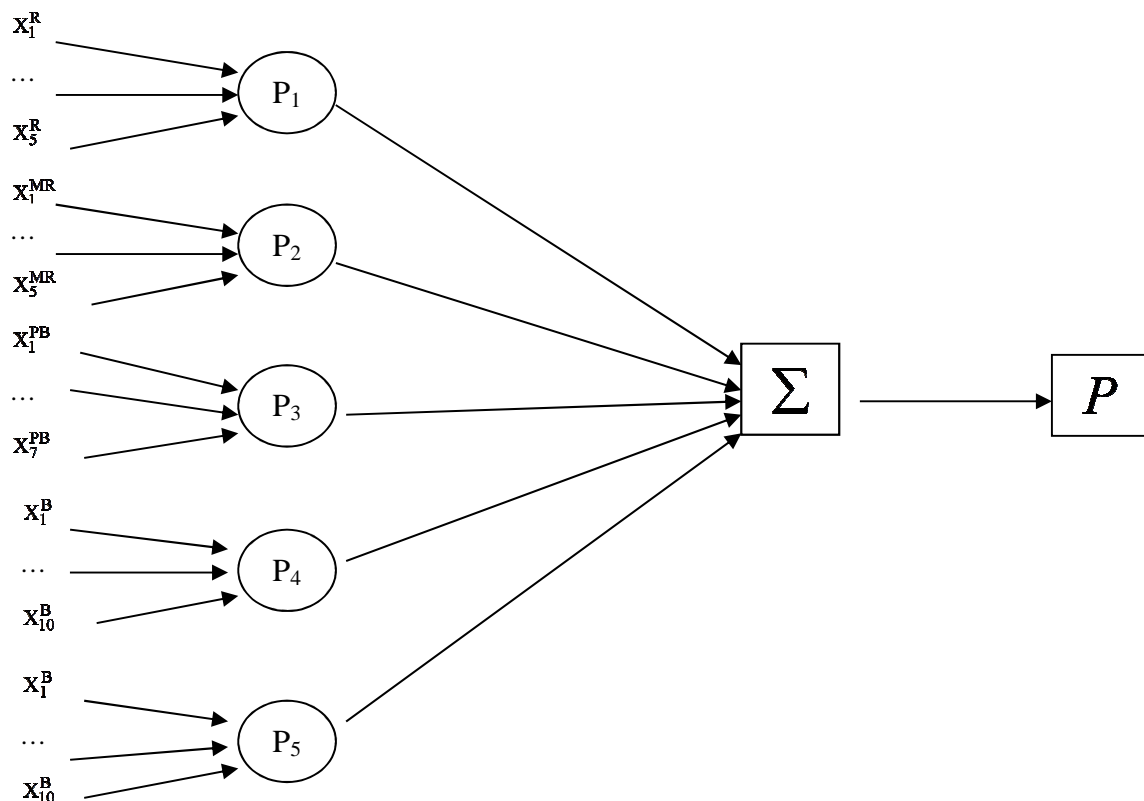


Рисунок. Модель визначення комплексного показника якості об'єктів житлового середовища

Матриця знань

№	X_1^R	X_2^R	X_3^R	X_1^{MR}	X_3^{MR}	X_4^{MR}	X_5^{MR}	X_6^{MR}	X_1^{PB}	X_3^{PB}	X_1^P	X_9^P	X_1^K	X_2^K	X_3^K	X_9^K	X_{10}^K	X_{11}^K	Ви- хід
1-12		X_2^{R*}	X_3^{R*}																X_{23}^R
13-15				X_1^{MR*}															X_{11}^{MR}
16-24	X_1^{R*}				X_3^{MR*}														X_{11}^R
25-28						X_4^{MR*}													X_{41}^{MR}
29-31							X_5^{MR*}	X_6^{MR*}											X_{56}^{MR}
32-34									X_1^{PB*}										X_{11}^{PB}
35-38										X_3^{PB*}									X_{31}^{PB}
39-42						X_4^{MR*}													X_{42}^{PB}
43-55										X_1^{P*}									X_{12}^B
56-57											X_9^{P*}								X_{91}^P
58-60													X_1^{K*}	X_2^{K*}	X_3^{K*}				X_{123}^K
61-64																X_9^{K*}			X_{91}^K
65-69																	X_{10}^K		X_{101}^K
70-73																		X_{11}^{K*}	X_{111}^K

Для кожного з параметрів необхідно визначити функції належності. З теорії нечітких множин відомі дві основні групи методів побудови функцій належності – прямі і непрямі методи. При застосуванні прямих методів функція задається безпосередньо таблицею, формулою або переліком значень. В непрямих методах функція належності будується таким чином, щоб виконати заздалегідь визначені умови. Вибір методу залежить від первинних даних та типу шкали, в якій отримують інформацію.

Визначення функцій належності для параметрів ознак якості житлового середовища виконуватимемо вибором раціонального методу переходу від лінгвістичних змінних або нечітких значень характеристик показників якості до їх нечітких значень залежно від шкал вимірювання цих ознак.

Залежно від функцій належності можуть застосовуватися різні методи. Загальну схему можливих методів побудови функцій належності в залежно від шкали вимірювань наведено в табл. 2.

Як видно з табл. 2 для визначення якості об'єктів житлового середовища до типових можна назвати такі:

- метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень;

- метод семантичних диференціалів для показників, які визначені на шкалі значень логічної змінної (так/ні);

- метод інтервальних оцінок для показників, що визначені на множині числових значені у відповідній абсолютній шкалі.

При визначенні функції належності показників наведено в інтервальних значеннях, яким присвоєні нечіткі значення. Розглянемо на прикладі показника організації системи культурно-побутового обслуговування X_1^{MR} значення відстаней (має бути 200-300 м):

(до 200 м)	(201 – 250 м)	(251 – 300 м)
1	0,9	0,8
(301 – 350 м)	(350 – 400)	(401 – 500)
0,7	0,6	0,5
(500 – 600 м)	(601 – 700 м)	(701 – 800 м)
0,4	0,3	0,2
(801 – 900 м)	(більше 900)	
0,1	0	

Таким чином функція належності розташування систем культурно-побутового обслуговування, об'єкти якої розташовані на відстані 370 м від місця проживання буде дорівнювати 0,6.

Таблиця 2

Застосування методів побудови функцій належності для різних типів шкал вимірів

Типи шкал вимірів	Методи побудови функцій належності нечітких множин						
	Прямі			Непрямі			
	метод семантичних диференціалів	табличний метод	метод задавання функції належності формулою	метод парних порівнянь	метод інтервальних оцінок	метод статистичних даних	метод експертних оцінок
Шкали якісних ознак							
шкала найменувань	+	+	+	+			+
шкала порядку	+	+	+	+		+	+
Шкали кількісних ознак							
шкала відносин			+	+	+	+	+
шкала інтервалів					+	+	+
абсолютна шкала	+	+			+		+

В табл. 3 наведені основні характеристики параметрів якості житлового середовища, типи шкал їх вимірювання та рекомендовані методи побудови функцій належності.

Таблиця 3

Вибір методу побудови функцій належності для параметрів якості житлового середовища

Характеристика об'єкта оцінки	Тип шкали	Метод побудови функцій належності
Показники якості району:		
Район міста	Шкала найменувань	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
умови транспортного забезпечення		
кількість населення в місті	Абсолютна шкала	Метод семантичних диференціалів
час, витрачений на дорогу з даного району до місця призначення	Абсолютна шкала	Метод семантичних диференціалів
наявність пам'яток архітектури, історії, культури	Логічна змінна (так/ні)	Метод семантичних диференціалів
Показники якості мікрорайону		
організація системи культурно-побутового обслуговування населення	Абсолютна шкала	Метод інтервальних оцінок
насиченість об'єктами, пов'язаним з обслуговуванням населення	Логічна змінна (так/ні)	Метод семантичних диференціалів
характер організації зберігання приватних автомобілів	Абсолютна шкала	Метод семантичних диференціалів
шумовий режим	Абсолютна шкала	Метод інтервальних оцінок
Щільність забудови		
кількість людей, які проживають в даному мікрорайоні	Абсолютна шкала	Метод інтервальних оцінок
площа забудови даного мікрорайону	Абсолютна шкала	Метод інтервальних оцінок
Показники якості прибудинкової території		
інсоляція території	Абсолютна шкала	Метод семантичних диференціалів
наявність непритаманних житловій забудові об'єктів	Логічна змінна (так/ні)	Метод семантичних диференціалів
схил рельєфу	Абсолютна шкала	Метод інтервальних оцінок

Характеристика об'єкта оцінки	Тип шкали	Метод побудови функцій належності
мікроклімат подвір'я		
рівень вуличного шуму озеленення території	Абсолютна шкала	Метод семантичних диференціалів
наявність дитячих та спортивних майданчиків, зон тихого відпочинку	Логічна змінна (так/ні)	Метод семантичних диференціалів
Показники якості будинку		
тип будинку	Шкала найменувань	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
вік будинку	Абсолютна шкала	Метод інтервальних оцінок
технічний стан, в якому знаходиться будинок		
відповідність будинку сучасним вимогам	Логічна змінна(так/ні)	Метод семантичних диференціалів
архітектурний вигляд будинку		
оцінка стану комунікацій	Шкала інтервалів	Метод інтервальних оцінок
забезпеченість ліфтом	Логічна змінна(так/ні)	Метод семантичних диференціалів
забезпеченість смітєпроводом	Логічна змінна(так/ні)	Метод семантичних диференціалів
умови розташування будинку відносно магістралі	Абсолютна шкала	Метод семантичних диференціалів
відстань до найближчих будинків	Абсолютна шкала	Метод семантичних диференціалів
Показники якості квартири		
кількість людей, які проживають у квартирі	Абсолютна шкала	Метод семантичних диференціалів
жила площа квартири	Абсолютна шкала	Метод семантичних диференціалів
загальна площа квартири	Абсолютна шкала	Метод семантичних диференціалів
відповідність площі і кількості кімнат демографічній структурі сім'ї	Логічна змінна (так/ні)	Метод семантичних диференціалів
тип підлоги в квартирі	Шкала найменувань	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
тип санвузла	Шкала найменувань	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
тип опалення	Шкала найменувань	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
вид плити	Шкала найменувань	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
поверх будинку	Абсолютна шкала	
орієнтація квартири	Шкала найменувань	Метод парних порівнянь для визначення матриці нечітких відношень
площа кухні	Абсолютна шкала	Метод семантичних диференціалів

Висновки

В статті розглянуто математичний підхід та використання нечітких моделей для опису об'єктів житлового середовища. Запропоновано визначати показники залежно від їх типу та шкал вимірювання.

Список літератури

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к понятию приближенных решений. – М. : Мир, 1976.
2. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях. Вопросы анализа и процедуры принятия решений. / Сб. статей; Перевод с англ., под. ред. И.Ф. Шахнова. – М., 1976 с. 172-215.
3. Шубович С. А., Соловьева О. С., Панова Л. П. Введение в архитектурный мониторинг городской среды, 2008.
4. Архангельская В.А., Базарнова С.В. Информационно-поисковый тезаурус по экономике и демографии. НТИ, сер.1. Орг. и методика информ. работы. 2001, N 7. – С. 24-32.
5. Рахилина Е.В., Кобрицов Б.П., Кустова Г.И., Ляшевская О.Н., Шевинаева О.Ю. Многозначность как прикладная проблема: лексико-семантическая разметка в национальном корпусе русского языка. Диалог. 2006. – С. 445 - 450.
6. Жмайло С.В. К разработке современных информационно-поисковых тезаурусов. НТИ, сер.1, 2004. – С. 23-31.
7. Житловий кодекс Української РСР. Web-ресурс: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5464-10>.
8. Стратегія розвитку Києва до 2025 року. Web-ресурс: <https://kievcity.gov.ua/>
9. Кобрицов Б.П. Методы снятия семантической многозначности // Научно-техническая информация, сер.2, 2004, N 2.
10. Agirre, E. & Lacalle Lopez, O. Clustering Wordnet word senses. In proceedings RANLP 2003 – Do Prace mizhнародної konferentsії Wordnet (2004). – P. 75-82.

References

1. Zadeh, L. A The concept of a linguistic variable and its application to the concept priblizhennih solutions. – New York: Wiley, 1976.
2. Bellman, R. & Zadeh, L. A. Decision-making in vague terms. Questions for analysis and decision-making procedures / Collection of articles / Translated from English. under. ed. IF Shahnova. Moscow, 1976 p. 172-215.
3. Shubovich, S. A., Soloviev, O. & Panova, L. P. Introduction to architectural monitoring city tion sredy. (2008)
4. Arkhangelsk, V. A. Bazarnova SV Information retrieval thesaurus economy and demography. STI ser.1. Org. technique and inform. operation. 2001, N 7, pp. 24-32.
5. Rachel, E., Kobritsov, B. P., Koustova, G. I., Lyashevskaya, O. N. & Shevinaeva, O. J. Polysemy as applied problem: lexical- semantic markup in the Russian National Corpus. Dialogue. 2006. Pp. 4450 - 450.
6. Zhmaylo, S. V. By the development of modern information retrieval thesauri. STI ser.1 2004, N1, pp. 23-31.
7. Zhitlovy Code Ukrainkoї RSR. Web resource: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5464-10>.
8. Strategiya rozvitu of Kyiv 2025 rock. Web- resource: <https://kievcity.gov.ua/>
9. Kobritsov, B. P. Techniques of semantic ambiguity // Scientific and technical information, series 2, 2004, N 2.
10. Agirre, E. & Lacalle Lopez, O. Wordnet word senses. In proceedings RANLP 2003 – Do Prace mizhнародної konferentsії Wordnet (2004). – P. 75-82.

Стаття надійшла до редколегії 27.06.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Михайленко, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.