

УДК 338.3; JEL classification: L60; M31

DOI:

(Times New Roman, 12, Normal)

ЄПІФАНОВА Ірина Юріївна

доктор економічних наук, доцент, професор кафедри фінансів та інноваційного менеджменту,

Вінницький національний технічний університет, Україна

ORCID ID: 0000-0002-0391-9026

e-mail: epifanovairene@gmail.com

(Times New Roman, 12, Normal)

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ ФУНКЦІЙ НАЛЕЖНОСТІ НЕЧІТКИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

(Times New Roman, 14, Bold)

В роботі узагальнено науково-методичні підходи до розробки економіко-математичних моделей на основі теорії нечіткої логіки та лінгвістичної змінної. Прогнозування та підтримка прийняття рішень за допомогою нечітких математичних моделей дозволяє узагальнити та сконцентрувати експертну інформацію, здійснити прогнозування перебігу процесів різних сфер з урахуванням кількісних та якісних факторів. У порівнянні з відомими експертними методами теорія нечіткої логіки має низку переваг, головними з яких є автоматизація розрахунків за рахунок використання математичних пакетів. Обґрунтовано, що побудова функцій належності є одним з головних етапів побудови нечітких математичних моделей. Розглянуто основні способи, якими можна будувати функції належності залежно від способу отримання інформації. Для побудови функцій належності використовують два методи: залучення багатьох експертів і залучення одного експерта. Незважаючи на те, що в математичних пакетах побудова функцій належності автоматизована, першочерговий вибір форми і характеристик повинен здійснюватися розрахунковим шляхом розглянутими в роботі методами. Узагальнено найпоширеніші функції належності, до яких належать трикутна, трапецієвидна, гаусова, сигмовидна. Наведено приклад побудови функцій належності для умовної лінгвістичної змінної.

Ключові слова: нечітка логіка, функції належності, фазифікація, дефазифікація, моделювання

(Times New Roman, 10, Cursive)

Iryna YEPIFANOVA,

Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of Finance and Innovation Management,

Vinnitsia National Technical University, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-0391-9026

e-mail: epifanovairene@gmail.com

(Times New Roman, 12, Normal)

METHODICAL APPROACHES TO CONSTRUCTION OF FUNCTIONS OF FUZZY MATHEMATICAL MODELS

(Times New Roman, 14, Bold)

The paper generalizes scientific and methodological approaches to the development of economic and mathematical models based on the theory of fuzzy logic and linguistic variable. Forecasting and decision support using fuzzy mathematical models allows to summarize and concentrate expert information, to predict the course of processes in various fields, taking into account quantitative and qualitative factors. In comparison with known expert methods, the theory of fuzzy logic has a number of advantages, the main of which are the automation of calculations through the use of mathematical packages, such as Matlab, Scilab; the ability to learn models, use quantitative and qualitative properties of the object of modeling, obtain solutions for various related problems on the basis of one knowledge base filled with expert, analytical and experimental information, and others. It is substantiated that the construction of membership functions is one of the main stages in the construction of fuzzy mathematical models. The main ways in which you can build membership functions depending on the method of obtaining information are considered. Two methods are used to construct membership functions: the involvement of many experts and the involvement of one expert. The method of constructing membership functions involves fassification of fuzzy estimates of influencing factors. The phase of fasification involves the choice of fuzzy terms for the linguistic assessment of the influencing factors given on the

corresponding universal sets. The most common membership functions are generalized, which include triangular, trapezoidal, Gaussian, sigmoid. An example of an expert questionnaire is given, which should be used when building a mathematical model based on information from a group of experts. An example of constructing membership functions for a conditional linguistic variable is given. Calculating the eigenvector of a matrix of pairwise comparisons significantly increases the complexity of using a mathematical model. Therefore, we propose to use consistent pairwise comparisons. Despite the fact that in mathematical packages the construction of membership functions is automated, the primary choice of form and characteristics should be carried out by calculation methods considered in the work.

Keywords: fuzzy logic, membership functions, fassification, defasification, modeling

(Times New Roman, 10, Cursive)

1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

(Times New Roman, 12, Bold)

Прогнозування та підтримка прийняття рішень за допомогою нечітких математичних моделей дозволяє узагальнити та сконцентрувати експертну інформацію, здійснити прогнозування протікання процесів технічної, економічної, соціальної сфер, де фактори можуть мати як якісні

(Times New Roman, 12, Normal)

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Засновником теорії нечіткої логіки та лінгвістичної змінної вважають професора Л. Заде [1]. Розвиток теорії надали такі вчені, як Т. Сааті [2], О.П. Ротштейн [3], С.Д. Штовба [4], Матвійчук А. В. [5] та багато інших. Дана теорія дозволяє уникати громіздкості і непотрібної точності у системах, де необхідним є отримання результату із.....

3. ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, КОТРИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ ОЗНАЧЕНА СТАТТЯ

4. ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою статті є.....

5. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБҐРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Лінгвістичною змінною називається змінна, значеннями якої є слова або словосполучення мови. Множина усіх можливих значень лінгвістичної змінної називається терм-множиною, кожен елемент терм-множини називається термом [1-8].

Функцією належності називається функція, яка дозволяє обчислити ступінь належності довільного елемента універсальної множини до нечіткої множини [1-8].

Найпоширенішими функціями належності є трикутна, трапецієвидна, гаусова, сигмовидна (рис. 1).

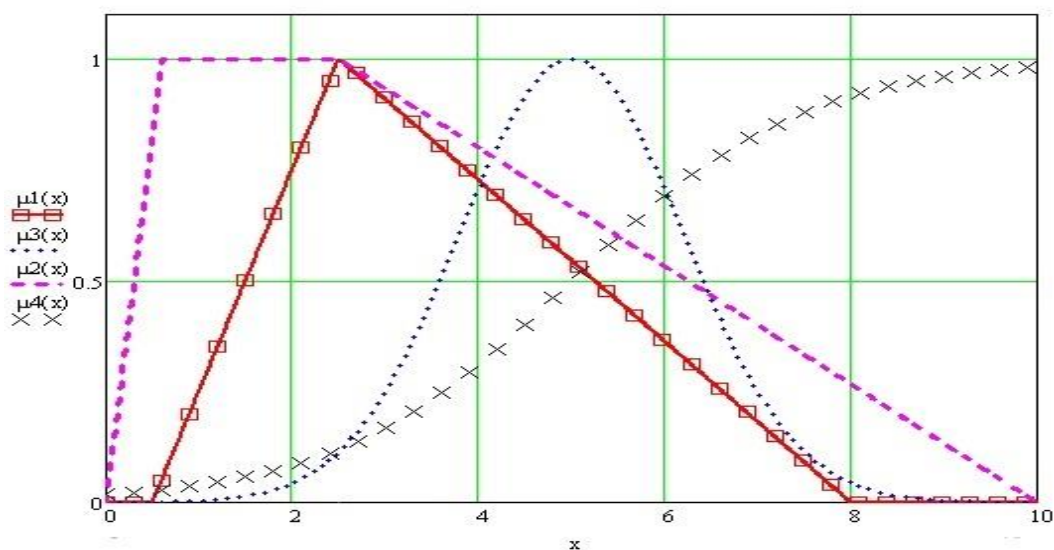


Рис. 1. Графіки найпоширеніших функцій належності (розроблено на основі [1-3]):

(Times New Roman, 10, Bold)

- $\mu_1(x)$ – трикутна, при $a = 0,5; b = 2,5; c = 8$;
- $\mu_2(x)$ – трапецієвидна, при $a = 0; b = 0,6; c = 2,5; d = 10$;
- $\mu_3(x)$ – гаусова, при $b = 5; c = 12$;
- $\mu_4(x)$ – сигмовидна, при $a = 0,8; c = 5$.

Задаються функції належності таким чином:

- трикутна форма функції належності:

$$\mu(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, u \leq a \text{ або } u \geq d \\ \frac{u-a}{b-a}, a \leq u \leq b \\ 1, b \leq u \leq c \\ \frac{d-u}{d-c}, c \leq u \leq d \end{array} \right\} \quad (2)$$

Розраховані функції належності для терму «низький» зведено у табл. 3.

Нормальна нечітка множина отримана шляхом нормалізації: ділення на найбільший ступінь належності всіх ступенів належності.

Таблиця 3

Функції належності для терму «низький» ЛЗ

(Times New Roman, 10, Bold)

u_i	1	4	8	12	15
μ «низький» u_i субнормальна нечітка множина	0,37	0,32	0,18	0,091	0,045
μ «низький» u_i нормальна нечітка множина	1	0,86	0,49	0,25	0,12

(Times New Roman, 10, Normal)

6. ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМКУ

Побудова функцій належності є одним з головних етапів побудови нечітких математичних моделей. Функції належності можна будувати двома основними способами, які залежать від способу отримання інформації: бази знань наповнювались експертної інформацією одного експерта чи багатьох. В математичних пакетах побудова функцій належності автоматизована, в залежності від форми функції і її характеристик будуються стандартні вбудовані функції. Але першочерговий вибір форми і характеристик повинен здійснюватися розрахунковим шляхом наведеними вище методами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Yepifanova I. Yu., Dzhedzhula V. V. (2021) Modelling of potential level of industrial enterprises. *WSEAS Transactions on Environment and Development*. Vol. 17, pp. 556-565
2. Voynarenko M., Dzhedzhula V., Yepifanova, I. (2016) Modelling the process of making decisions on sources of financing of innovation activity. *Economic Annals-XXI*, 160(7-8), pp. 126-129

REFERENCES

1. Yepifanova I. Yu., Dzhedzhula V. V. (2021) Modelling of potential level of industrial enterprises. *WSEAS Transactions on Environment and Development*. Vol. 17, pp. 556-565
2. Voynarenko M., Dzhedzhula V., Yepifanova, I. (2016) Modelling the process of making decisions on sources of financing of innovation activity. *Economic Annals-XXI*, 160(7-8), pp. 126-129

(Times New Roman, 10, Normal)