

УДК 655.2+004.942

## ПОБУДОВА ТА РОЗРАХУНОК ФУНКЦІЙ НАЛЕЖНОСТІ ЛІНГВІСТИЧНИХ ЗМІННИХ ПРОЦЕСІВ ПЛАНУВАННЯ ТА ХУДОЖНЬО-ТЕХНІЧНОГО ОФОРМЛЕННЯ КНИЖКОВИХ ВИДАНЬ

О. І. Осінчук, В. М. Сеньківський, Н. Є. Сеньківська

*Українська академія друкарства,  
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

*За допомогою засобів нечіткої логіки описано механізм формування функцій належності лінгвістичних змінних процесів тематичного і виробничо-технічного планування та художньо-технічного оформлення книжкових видань. Визначено ранги факторів. Побудовано матриці попарних порівнянь для відповідних лінгвістичних термів. Наведено методику розрахунку функцій належності на прикладі лінгвістичної змінної «категорія читача», що передбачає побудову матриць та отримання нормованих значень функції належності для термів лінгвістичної змінної. Здійснено візуалізацію результатів у вигляді графіка функцій належності для лінгвістичної змінної «категорія читача».*

**Ключові слова:** *функція належності, лінгвістична змінна, планування, художньо-технічне оформлення, матриця, категорія читача.*

**Постановка проблеми.** Проектування та визначення числових показників якості процесів планування і художньо-технічного оформлення книжкових видань пов'язане з побудовою та розрахунком функцій належності (ФН) відповідних лінгвістичних змінних. Основу для розв'язання такого завдання становлять лінгвістичні змінні (ЛЗ) досліджуваних процесів, належать до виокремлених ЛЗ універсальні терм-множини значень та моделі логічного виведення, що відображають ієрархію процесу формування інтегральних показників якості.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У публікаціях, які стосуються досліджуваної тематики, описано побудову функцій належності факторів якості формування монтажних спусків [1], шпальти газетного видання [2], друкарського процесу [3], формування інтегрального показника якості процесу структурування [4] та проектування видання [5]. Неверішеною, однак, залишається проблема визначення інтегральних показників якості стосовно планування чи художньо-технічного оформлення книжкових видань, що у підсумку забезпечить належну якість друкованої продукції.

**Мета статті.** Для розв'язання задекларованого завдання необхідно за допомогою методів і засобів теорії нечітких множин [6, 7, 8] побудувати та розрахувати функції належності досліджуваних процесів, запроєктувавши матриці попарних порівнянь рангів ЛЗ, виразити лінгвістичні терми нечіткими множинами та отримати нормовані числові значення функцій належності для певного терму ЛЗ.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Важливою характеристикою факторів впливу на рівень формування якості процесів тематичного і виробничо-технічного планування та художньо-технічного оформлення книжкових видань є функції належності, невіддільні від лінгвістичних термів  $K, L$  і  $H$  [9] та відповідних нечітких множин. Універсальна нечітка множина  $A$  описується як  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  з лінгвістичними змінними та рангами  $r_k(a_i)$  — для тематичного планування,  $r_l(a_i)$  — виробничо-технічного планування та  $r_h(a_i)$  — художньо-технічного оформлення книжкових видань у діапазоні  $a_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ). Тоді формалізоване представлення лінгвістичного терму (ЛТ) «якість досліджуваного процесу»  $U$  можна подати як [7]:

$$U_F = \left\{ \frac{\mu_z(a_1)}{a_1}, \frac{\mu_z(a_2)}{a_2}, \dots, \frac{\mu_z(a_n)}{a_n} \right\}, \quad (1)$$

де  $U_F \subset A$ ;  $\mu_z(a_i)$  — міра належності до множини  $U_F$  елемента  $a_i \in A$ .

На підставі ФН, заданих величиною  $\mu_z(a_i)$ , отримуємо логічні вирази для числового вираження лінгвістичного терму  $U$ .

Розподіл функцій належності подамо так:

$$\frac{\mu_1}{r_1} = \frac{\mu_2}{r_2} = \dots = \frac{\mu_n}{r_n}, \quad (2)$$

де  $\mu_i = \mu_u(a_i)$ ;  $r_i = r_u(a_i)$  для всіх  $i = 1, \dots, n$ .

Водночас повинна виконуватися умова нормування:  $\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_n = 1$ .

Для визначення рангів факторів числові значення ФН обчислюємо з таких співвідношень [10]:

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 &= \left( 1 + \frac{r_2}{r_1} + \frac{r_3}{r_1} + \dots + \frac{r_n}{r_1} \right)^{-1}; \\ \mu_2 &= \left( \frac{r_1}{r_2} + 1 + \frac{r_3}{r_2} + \dots + \frac{r_n}{r_2} \right)^{-1}; \\ &\dots \\ \mu_n &= \left( \frac{r_1}{r_n} + \frac{r_2}{r_n} + \frac{r_3}{r_n} + \dots + 1 \right)^{-1}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Діапазон значень ЛЗ [9] умовно розділимо на два проміжки та для кращого сприйняття якісних ЛТ зобразимо їх графічно у вигляді трьох точок. Отже, утвориться квадратна обернена симетрична матриця  $Z = z_{ij}$ , де  $z_{ij} = r_i / r_j$  для  $i, j = 1, 2, 3$ , враховуючи оцінки рангів ЛТ.

Тепер завдання щодо одержання інтегрального показника рівня якості досліджуваних процесів подамо такими виразами:

– процес тематичного планування видань:

$$\left. \begin{aligned} K_F &= F(m_y, s_p) \rightarrow \max, y = \overline{1, 4}; p = \overline{1, 2}; \\ m_y &> 0, s_p > 0; \\ \mu_k(a_i) &\rightarrow \max, a_i \in A, K_F \subset A, i = \overline{1, 3}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

– процес виробничо-технічного планування видань:

$$\left. \begin{aligned} L_F &= F(w_c, t_e) \rightarrow \max, c = \overline{1,4}; e = \overline{1,4}; \\ w_c &> 0, t_e > 0; \\ \mu_l(a_i) &\rightarrow \max, a_i \in A, L_F \subset A, i = \overline{1,3}. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

– процес художньо-технічного оформлення видань:

$$\left. \begin{aligned} H_F &= F(g_n, r_f) \rightarrow \max, n = \overline{1,3}; f = \overline{1,3}; \\ g_n &> 0; r_f > 0; \\ \mu_h(a_i) &\rightarrow \max, a_i \in A, H_F \subset A, i = \overline{1,3}. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Метою дослідження є досягнення максимального значення функцій, які описують рівень якості тематичного, виробничо-технічного планування і художньо-технічного оформлення книжкових видань [1].

Будуємо матрицю попарних порівнянь для кожного з ЛТ, елементи якої отримуюмо за шкалою відносної важливості об'єктів [11]. Компонентами власного вектора матриці стають ранги ЛТ, що використовуються для розрахунку значення ФН  $\mu_i$  для кожного з термів. Отже, маємо матрицю у трьох точках поділу універсальної множини  $(a_1, a_2, a_3)$  [10]:

$$Z = \begin{bmatrix} 1 & \frac{r_2}{r_1} & \frac{r_3}{r_1} \\ \frac{r_1}{r_2} & 1 & \frac{r_3}{r_2} \\ \frac{r_1}{r_3} & \frac{r_2}{r_3} & 1 \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Для термів ЛЗ, наприклад, процесу планування книжкових видань подамо нечіткі множини [9].

Насамперед утворимо матрицю  $Z$  для ЛЗ «категорія читача» на основі матриці (7), універсальна множина значень якої  $A(m_1) = [1;9]$  у.о., а терм-множина значень  $B(m_1) = \langle \text{діти, юнацтво, дорослі} \rangle$ . Відповідно до експертних оцінок [9] універсальна множина має такі значення в точках поділу:  $a_1 = 1, a_2 = 5, a_3 = 9$ . Для термів «діти», «юнацтво» та «дорослі» матриці матимуть такий вигляд:

$$Z_{\text{дити}}(m_1) = \begin{bmatrix} 1 & 6/9 & 1/9 \\ 9/6 & 1 & 1/6 \\ 9 & 6 & 1 \end{bmatrix} \quad Z_{\text{юнацтво}}(m_1) = \begin{bmatrix} 1 & 9 & 1 \\ 1/9 & 1 & 1/9 \\ 1 & 9 & 1 \end{bmatrix} \quad Z_{\text{дорослі}}(m_1) = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 9 \\ 1/7 & 1 & 9/7 \\ 1/9 & 7/9 & 1 \end{bmatrix}.$$

Як бачимо, для терму «діти» ранг змінної спадає і останній рядок визначається експертним способом. Тепер, використовуючи рядки матриці і співвідношення (7), отримуюмо значення ФН для термів «діти», «юнацтво» та «дорослі» [10]:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{дити}}(a_1) &= 0,56; \quad \mu_{\text{юнацтво}}(a_1) = 0,091; \quad \mu_{\text{дорослі}}(a_1) = 0,059; \\ \mu_{\text{дити}}(a_2) &= 0,37; \quad \mu_{\text{юнацтво}}(a_2) = 0,82; \quad \mu_{\text{дорослі}}(a_2) = 0,41; \\ \mu_{\text{дити}}(a_3) &= 0,077; \quad \mu_{\text{юнацтво}}(a_3) = 0,091; \quad \mu_{\text{дорослі}}(a_3) = 0,53. \end{aligned}$$

Виконуємо нормування значень ФН, урахувавши встановлені ЛТ відносно одиниці, та дістаємо коефіцієнт нормування з виразу:

$$k_n = 1 / \max \mu_n(a_i), \quad (i=1,2,3), \quad (8)$$

де  $n$  — терми відповідної ЛЗ;  $\mu_n(a_i) = k_n \times \mu_n(a_i)$ .

Нормовані значення ФН для термів ЛЗ «категорія читача»:

$$\mu_{\text{діти}_j}(a_1) = 1; \mu_{\text{юнацтво}_j}(a_1) = 0,11; \mu_{\text{дорослі}_j}(a_1) = 0,11;$$

$$\mu_{\text{діти}_j}(a_2) = 0,66; \mu_{\text{юнацтво}_j}(a_2) = 1; \mu_{\text{дорослі}_j}(a_2) = 0,77;$$

$$\mu_{\text{діти}_j}(a_3) = 0,14; \mu_{\text{юнацтво}_j}(a_3) = 0,11; \mu_{\text{дорослі}_j}(a_3) = 1.$$

Для відображення лінгвістичних термів нечіткими множинами використаємо нормовані значення ФН ЛЗ «категорія читача» і вираз (1). Отримаємо:

$$\text{категорія діти} = \left\{ \frac{1}{1}; \frac{0,66}{5}; \frac{0,14}{9} \right\} \text{у.о.};$$

$$\text{категорія юнацтво} = \left\{ \frac{0,11}{1}; \frac{1}{5}; \frac{0,11}{9} \right\} \text{у.о.};$$

$$\text{категорія дорослі} = \left\{ \frac{0,11}{1}; \frac{0,77}{5}; \frac{1}{9} \right\} \text{у.о.}$$

Для візуального відображення результату отримані нормовані дані представлено у вигляді графіка розрахованих функцій належності (рис.).

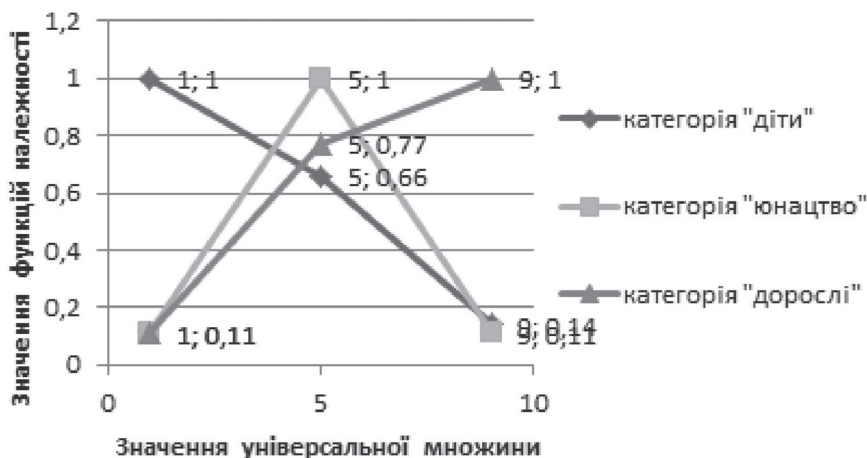


Рис. Функція належності ЛЗ «категорія читача»

Отже, для решти лінгвістичних змінних [12] виконуємо дослідження за наведеною схемою, яка передбачає побудову матриць, отримання числових значень ФН для певного терму та нормування ФН для термів ЛЗ.

**Висновки.** Розраховані значення функцій належності лінгвістичних змінних стають передумовою для створення нечіткої бази знань і системи нечітких логічних рівнянь. На їх основі здійснюється проектування та розрахунок інтегрального показника рівня якості тематичного і виробничо-технічного планування та художньо-технічного оформлення книжкових видань.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Побудова функцій належності факторів якості формування монтажних спусків / Сеньківський В. М., Піх І. В., Голубник Т. С., Петрів Ю. І. Технологія і техніка друкарства. 2014. Вип. 3. С. 20–29.
2. Гілета І. В. Визначення функцій належності факторів шпальти газетного видання. Технологія і техніка друкарства. 2010. Вип. 4. С. 101–107.
3. Вагомість функцій належності у забезпеченні якості друкарського процесу / Сеньківський В. М., Сеньківська Н. Є., Петрів Ю. І., Калиній І. В. Поліграфія і видавнича справа. 2013. № 3–4. С. 31–36.
4. Кудряшова А. В., Литовченко Н. М. Формування інтегрального показника якості процесу структурування видання. Поліграфія і видавнича справа. 2018. № 1 (75). С. 82–89.
5. Сеньківський В. М., Кудряшова А. В. Формування інтегрального показника якості реалізації процесу проектування видання. Поліграфія і видавнича справа. 2017. № 2 (74). С. 11–18.
6. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. Москва: Мир, 1976. 165 с.
7. Ротштейн О. П., Ларушкін Є. П., Мітюшкін Ю. І. Soft Computing в біотехнології: багатофакторний аналіз і діагностика: монографія. Вінниця: УНІВЕРСАМ-Вінниця, 2008. 144 с.
8. Сявавко М. С. Інформаційна система «Нечіткий експерт». Львів: Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. 320 с.
9. Осінчук О. І., Козак Р. О. Нечітка логіка як засіб формування якості планування книжкових видань. II Міжнародна науково-технічна конференція «Поліграфічні, мультимедійні та web-технології»: матеріали конференції. Львів: Українська академія друкарства. 2018. С. 49–51.
10. Інформаційні технології формування якості книжкових видань: монографія / Піх І. В., Дурняк Б. В., Сеньківський В. М., Голубник Т. С. Львів: Українська академія друкарства, 2017. 308 с.
11. Саати Т. Принятие решений (метод анализа иерархий). Москва: Радио и связь, 1993. 278 с.
12. Сеньківський В. М., Осінчук О. І. Класифікація факторів додрукарських процесів. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2017. № 1. С. 60–67.

**REFERENCES**

1. Senkivskiy, V. M., Pikh, I. V., Holubnyk, T. S., & Petriv, Yu. I. (2014). Pobudova funktsii nalezhnosti faktoriv yakosti formuvannia montazhnykh spuskiv: Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva, 3, 20–29 (in Ukrainian).
2. Hileta, I. V. (2010). Vyznachennia funktsii nalezhnosti faktoriv shpalty hazetnoho vydannia: Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva, 4, 101–107 (in Ukrainian).
3. Senkivskiy, V. M., Senkivska, N. Ye., Petriv, Yu. I., & Kalynii, I. V. (2013). Vahomist funktsii nalezhnosti u zabezpechenni yakosti drukarskoho protsesu: Polihrafiia i vydavnycha справа, 3–4, 31–36 (in Ukrainian).
4. Kudriashova, A. V., & Lytovchenko, N. M. (2018). Formuvannia intehral-noho pokaznyka yakosti protsesu strukturuvannia vydannia: Polihrafiia i vydavnycha справа, 1 (75), 82–89 (in Ukrainian).

5. Senkivskiy, V. M., & Kudriashova, A. V. (2017). Formuvannya intehralnogo pokaznyka yakosti realizatsii protsesu proektuvannya vydannia: Polihrafiia i vydavnycha sprava, 2 (74), 11–18 (in Ukrainian).
6. Zade, L. A. (1976). Poniatie lingvisticheskoi peremennoi i ego primenenie k priniatuu priblizhennykh reshenii. Moskva: Mir (in Russian).
7. Rotshtein, O. P., Larushkin, Ye. P., & Mitiushkin, Yu. I. (2008). Soft Computing v biotekhnologii: bahatofaktornyi analiz i diahnozyka. Vinnytsia: UNIVERSAM-Vinnytsia (in Ukrainian).
8. Siavavko, M. S. (2007). Informatsiina systema «Nechitkyi ekspert». Lviv: Vyd. tsentr LNU im. Ivana Franka (in Ukrainian).
9. Osinchuk, O. I., & Kozak, R. O. (2018). Nechitka lohika yak zasib formuvannya yakosti planuvannya knyzhkovykh vydan. II Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiia «Polihrafichni, multymediini ta web-tekhnologii»: materialy konferentsii. Lviv: Ukrainaska akademiia drukarstva, 49–51 (in Ukrainian).
10. Pikh, I. V., Durniak, B. V., Senkivskiy, V. M., & Holubnyk, T. S. (2017). Informatsiini tekhnologii formuvannya yakosti knyzhkovykh vydan. Lviv: Ukrainaska akademiia drukarstva (in Ukrainian).
11. Saati, T. (1993). Priniatie reshenii (metod analiza ierarkhii). Moskva: Radio i sviaz (in Russian).
12. Senkivskiy, V. M., & Osinchuk, O. I. (2017). Klasyfikatsiia faktoriv dodrukarskykh protsesiv: Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii drukarstva], 1, 60–67 (in Ukrainian).

doi: 10.32403/0554-4866-2018-2-76-57-63

## CONSTRUCTION AND CALCULATION OF LINGUISTIC VARIABLE MEMBERSHIP FUNCTIONS OF PLANNING PROCESSES AND BOOK ARTISTIC AND TECHNICAL DESIGN

O. I. Osinchuk, V. M. Senkivskyy, N. Ye. Senkivska

*Ukrainian Academy of Printing,  
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine  
mag\_oks@ukr.net*

*Using the means of fuzzy logic, a mechanism for forming the membership functions of linguistic variables processes of thematic and production-technical planning and artistic and technical design of book editions has been described. The description of the universal fuzzy set with linguistic variables and ranks in the corresponding range, the formal representation of the linguistic term “quality of the studied process” has been presented. On the basis of membership functions, logical expressions for the numerical expression of the linguistic term have been obtained. The distribution of membership functions and the valuation condition has been presented. Ranks of factors have been determined. The expressions for the thematic, production-technical planning and artistic-technical issues of editions for obtaining an integral indicator of the quality level*

have been synthesized. The purpose of the study is to achieve the maximum value of functions that describe the level of quality of the studied processes.

Matrices of pairwise comparisons for corresponding linguistic terms have been constructed. The method of calculation of membership functions has been given on the example of the linguistic variable "reader category" for thematic planning of book editions. It involves the construction of matrices, the determination of the values of the universal term-set at the points of division in accordance with expert estimates and the obtaining of the normed values of the membership function for the terms of the linguistic variable. The visualization of the results in the form of a membership function graph for the "reader category" linguistic variable has been performed.

The calculated values of the membership functions of linguistic variables are a prerequisite for the creation of a fuzzy knowledge base and systems of fuzzy logic equations. On their basis, the design and calculation of the integral indicator of the level of quality of thematic and production-technical planning and artistic and technical design of book editions has been carried out.

**Keywords:** membership function, linguistic variable, planning, artistic and technical design, matrix, category of the reader.

Стаття надійшла до редакції 08.06.2018.

Received 08.06.2018.