

УДК 655.5+004.942

## ОПРАЦЮВАННЯ ФУНКЦІЙ НАЛЕЖНОСТІ ЛІНГВІСТИЧНИХ ЗМІННИХ ПРОЄКТУВАННЯ ПІСЛЯДРУКАРСЬКИХ ПРОЦЕСІВ (ЧАСТИНА 1. СТВОРЕННЯ МАТРИЦЬ ПОПАРНИХ ПОРІВНЯНЬ)

А. В. Кудряшова

Українська академія друкарства,  
бул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

*У зв'язку з неможливістю імпліцитного опису факторів впливу на якість проєктування післядрукарських процесів використано теорію нечіткої логіки. Наведено лінгвістичні змінні проєктування післядрукарських процесів (показники видання, конструкційні особливості, умови експлуатації, тип виробництва, матеріали, тип обладнання, технологічні та економічні розрахунки, схема технологічного процесу) та відповідні їм множини термів (набір вербальних характеристик), враховуючи розподілення якості за частковими показниками (якість формування видання, якість організації виробництва, якість опрацювання видання). Розділено діапазон можливих значень лінгвістичних змінних на дві частини за трьома точками, що є достатнім для візуалізації якісних показників. На основі вихідних даних, сформованих експертним способом, та шкали відносної важливості об'єктів за Сааті побудовано квадратні обернено симетричні матриці для кожного терму аналізованих лінгвістичних змінних. Фахівців поліграфічної галузі залучено як експертів. Створено основу для встановлення максимальних значень функцій належності, що вказують на якість проєктування післядрукарських процесів.*

**Ключові слова:** лінгвістична змінна, терм-множина, універсальна множина значень, матриця попарних порівнянь, проєктування післядрукарських процесів, якість.

**Постановка проблеми.** Під час прогностичного оцінювання якості певного технологічного процесу виникають складнощі із кількісною характеристикою факторів. Попри це, експерт може мати чітке уявлення щодо їх опису вербальними засобами. Отож постає необхідність опрацювання якісних показників з подальшим числовим вираженням. Поданий підхід уможливило формування експертом нечітких описів, тобто виокремлення лінгвістичних змінних, терм-множин значень, та присвоєння їм відповідних кількісних ознак.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Аналізуючи останні дослідження на задану та суміжні тематики, виокремимо праці, присвячені забезпеченню якості видавничо-поліграфічних процесів [1–3], зокрема редакційно-видавничій складовій [4–6], друкуванню поліграфічної продукції [7–9] та післядрукарському опрацюванню [10, 11]. Проте недостатньо уваги приділено прогнозуванню якості проєктування

післядрукарських процесів, тож існує потреба опрацювання відповідних функцій належності.

**Мета статті** — створення транзитивних, обернено симетричних, квадратних матриць як основи для подальшого встановлення максимальних значень функцій належності, що вказують на якість проектування післядрукарських процесів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Наведемо лінгвістичні змінні проектування післядрукарських процесів та відповідні їм множини термів (набір вербальних характеристик), враховуючи розподілення якості за частковими показниками  $G = F_G(M, O, P)$  [10]. Водночас умовно розділимо діапазон можливих значень лінгвістичних змінних на дві частини за трьома точками, що є достатнім для візуалізації якісних показників [12].

Враховуючи встановлені умови та теоретичні обґрунтування [2, 10, 13, 14], матриці матимуть вигляд:

$$S = \begin{bmatrix} 1 & s_2/s_1 & s_3/s_1 \\ s_1/s_2 & 1 & s_3/s_2 \\ s_1/s_3 & s_2/s_3 & 1 \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Для показника М «якість формування видання» присвоїмо три лінгвістичні змінні [10]:

- $m_1$  — «показники видання» з терм-множиною значень  $L(m_1) = \langle \text{просте, ускладнене, складне} \rangle$  та універсальною множиною з трьома точками поділу  $Y(m_1) = [1; 2; 3]$  у.о., що характеризують кількісні ознаки;
- $m_2$  — «конструкційні особливості» (складність конструкції) з терм-множиною значень  $L(m_2) = \langle \text{проста, ускладнена, складна} \rangle$  та універсальною множиною значень  $Y(m_2) = [1; 2; 3]$  у.о.;
- $m_3$  — «умови експлуатації» з терм-множиною значень  $L(m_3) = \langle \text{нормальні, робочі, граничні} \rangle$  та універсальною множиною значень  $Y(m_3) = [1; 2; 3]$  категорії (відповідно до груп довговічності користування [10, 15]).

На основі вихідних даних, сформованих експертним способом, та шкали відносної важливості об'єктів за Сааті побудуємо квадратні обернено симетричні матриці  $S = s_{ij}$  для кожного терму аналізованих лінгвістичних змінних, де  $s_{ij} = s_i/s_j$  для  $i = 1, 2, 3$  [2, 16].

$$S_{\text{просте}}(m_1) = \begin{bmatrix} 1 & 5/9 & 1/9 \\ 9/5 & 1 & 1/5 \\ 9 & 5 & 1 \end{bmatrix}; S_{\text{ускладнене}}(m_1) = \begin{bmatrix} 1 & 8 & 1 \\ 1/8 & 1 & 1/8 \\ 1 & 8 & 1 \end{bmatrix};$$

$$S_{\text{складне}}(m_1) = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 9 \\ 1/7 & 1 & 9/7 \\ 1/9 & 7/9 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$S_{\text{проста}}(m_2) = \begin{bmatrix} 1 & 4/9 & 1/9 \\ 9/4 & 1 & 1/4 \\ 9 & 4 & 1 \end{bmatrix}; S_{\text{ускладнена}}(m_2) = \begin{bmatrix} 1 & 9 & 1 \\ 1/9 & 1 & 1/9 \\ 1 & 9 & 1 \end{bmatrix};$$

$$S_{\text{складна}}(m_2) = \begin{bmatrix} 1 & 6 & 9 \\ 1/6 & 1 & 9/6 \\ 1/9 & 6/9 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$S_{\text{нормальні}}(m_3) = \begin{bmatrix} 1 & 3/9 & 1/9 \\ 9/3 & 1 & 1/3 \\ 9 & 3 & 1 \end{bmatrix}; S_{\text{робочі}}(m_3) = \begin{bmatrix} 1 & 9 & 1 \\ 1/9 & 1 & 1/9 \\ 1 & 9 & 1 \end{bmatrix};$$

$$S_{\text{зривні}}(m_3) = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 9 \\ 1/7 & 1 & 9/7 \\ 1/9 & 7/9 & 1 \end{bmatrix}.$$

Для показника О «якість організації виробництва» присвоємо три лінгвістичні змінні [10]:

- $o_1$  — «тип виробництва»,  $L(o_1) = \langle \text{одиничне, серійне, масове} \rangle$ ,  $Y(o_1) = [1; 2; 3]$  у.о.;
- $o_2$  — «матеріали» (складність опрацювання),  $L(o_2) = \langle \text{низька, середня, висока} \rangle$ ,  $Y(o_2) = [1; 2; 3]$  у.о.;
- $o_3$  — «тип обладнання»,  $L(o_3) = \langle \text{ручне, механічне, автоматизоване} \rangle$ ,  $Y(o_3) = [1; 2; 3]$  у.о.

Відповідні матриці попарних порівнянь матимуть вигляд:

$$S_{\text{одиничне}}(o_1) = \begin{bmatrix} 1 & 4/8 & 1/8 \\ 8/4 & 1 & 1/4 \\ 8 & 4 & 1 \end{bmatrix}; S_{\text{серійне}}(o_1) = \begin{bmatrix} 1 & 9 & 1 \\ 1/9 & 1 & 1/9 \\ 1 & 9 & 1 \end{bmatrix};$$

$$S_{\text{масове}}(o_1) = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 8 \\ 1/5 & 1 & 8/5 \\ 1/8 & 5/8 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$S_{\text{низька}}(o_2) = \begin{bmatrix} 1 & 3/8 & 1/8 \\ 8/3 & 1 & 1/3 \\ 8 & 3 & 1 \end{bmatrix}; S_{\text{середня}}(o_2) = \begin{bmatrix} 1 & 8 & 1 \\ 1/8 & 1 & 1/8 \\ 1 & 8 & 1 \end{bmatrix};$$

$$S_{\text{висока}}(o_2) = \begin{bmatrix} 1 & 6 & 8 \\ 1/6 & 1 & 8/6 \\ 1/8 & 6/8 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$S_{\text{ручне}}(o_3) = \begin{bmatrix} 1 & 4/9 & 1/9 \\ 9/4 & 1 & 1/4 \\ 9 & 4 & 1 \end{bmatrix}; S_{\text{механічне}}(o_3) = \begin{bmatrix} 1 & 9 & 1 \\ 1/9 & 1 & 1/9 \\ 1 & 9 & 1 \end{bmatrix};$$

$$S_{\text{автоматизоване}}(o_3) = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 9 \\ 1/7 & 1 & 9/7 \\ 1/9 & 7/9 & 1 \end{bmatrix}.$$

Для показника  $P$  «якість опрацювання видання» присвоїмо дві лінгвістичні змінні [10]:

- $p_1$  — «технологічні та економічні розрахунки» (ефективність виробництва),  $L(p_1) = \langle \text{низька, середня, висока} \rangle$ ,  $Y(p_1) = [10; 50; 90] \%$ ;
- $p_2$  — «схема технологічного процесу»,  $L(p_2) = \langle \text{проста ускладнена складна} \rangle$ ,  $Y(p_2) = [1; 2; 3]$  у. о.

Відповідні матриці попарних порівнянь матимуть вигляд:

$$S_{\text{низька}}(p_1) = \begin{bmatrix} 1 & 3/9 & 1/9 \\ 9/3 & 1 & 1/3 \\ 9 & 3 & 1 \end{bmatrix}; S_{\text{середня}}(p_1) = \begin{bmatrix} 1 & 9 & 1 \\ 1/9 & 1 & 1/9 \\ 1 & 9 & 1 \end{bmatrix};$$

$$S_{\text{висока}}(p_1) = \begin{bmatrix} 1 & 6 & 9 \\ 1/6 & 1 & 9/6 \\ 1/9 & 6/9 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$S_{\text{проста}}(p_2) = \begin{bmatrix} 1 & 3/9 & 1/9 \\ 9/3 & 1 & 1/3 \\ 9 & 3 & 1 \end{bmatrix}; S_{\text{ускладнена}}(p_2) = \begin{bmatrix} 1 & 8 & 1 \\ 1/8 & 1 & 1/8 \\ 1 & 8 & 1 \end{bmatrix};$$

$$S_{\text{складна}}(p_2) = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 9 \\ 1/4 & 1 & 9/4 \\ 1/9 & 4/9 & 1 \end{bmatrix}.$$

**Висновки.** Наведено лінгвістичні змінні проектування післядрукарських процесів, їх терм-множини значень та універсальні множини значень. На основі вихідних даних, сформованих експертним способом, та шкали відносної важливості об'єктів за Сааті побудовано квадратні обернено симетричні матриці для кожного терму аналізованих лінгвістичних змінних. Створено основу для подальшого встановлення максимальних значень функцій належності, що вказують на якість проектування післядрукарських процесів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дурняк Б. В., Сеньківський В. М., Піх І. В. Інформаційні технології прогнозування та забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (методологія вирішення проблеми). Технологічні комплекси. 2014. № 1. С. 21–24.

2. Теоретичні основи забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (Частина 4. Прогнозування та забезпечення якості засобами нечіткої логіки) / Піх І. В., Сеньківський В. М., Сеньківська Н. Є., Калиній І. В. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2017. № 1. С. 22–30.
3. Моделювання процесу забезпечення якості технології випуску книжкових видань / Сеньківський В. М., Сеньківська Н. Є., Кудряшова А. В., Калиній І. В. Квалілогія книги. 2015. № 1. С. 26–31.
4. Кудряшова А. В., Литовченко Н. М. Формування інтегрального показника якості процесу структурування видання. Поліграфія і видавнича справа. 2018. № 1. С. 82–89.
5. Голубник Т. С., Піх І. В., Сеньківський В. М. Засади нечіткої логіки при забезпеченні якості формування монтажних спусків. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2014. № 1–2. С. 77–83.
6. Осінчук О. І., Литовченко О. В., Калиній І. В. Формування інтегральних показників якості планування та художньо-технічного оформлення книжкових видань засобами теорії нечітких множин. Моделювання та інформаційні технології. 2018. Вип. 85. С. 137–142.
7. 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.
8. Репета В. Б., Сеньківський В. М., Гургаль Н. С. Прогнозування якості процесу уф-флексграфічного друку етикетки на основі нечіткої логіки. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2014. № 1–2. С. 84–89.
9. Функції належності параметрів паперу для плоского офсетного друку / Сеньківський В. М., Піх І. В., Гілета І. В., Петрів Ю. І. Технологічні комплекси. 2014. № 1. С. 32–37.
10. Кудряшова А. Модель якості проектування післядрукарських процесів. Технологічні комплекси. Луцьк, 2019. № 1 (16). С. 44–48. doi: 10.36910 / 2312-0584-16-2019-004.
11. Маїк В. З. Теоретичні основи процесів тиснення поліграфічної продукції. Квалілогія книги. 2008. № 2. С. 43–62.
12. Саати Т. Принятие решений (Метод анализа иерархий). Москва : Радио и связь, 1993. 278 с.
13. Сявавко М. С. Інформаційна система «Нечіткий експерт». Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 320 с.
14. Ротштейн О. П., Ларушкін Є. П., Мітюшкін Ю. І. Soft Computing в біотехнології: багатofакторний аналіз і діагностика : монографія. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. 144 с.
15. Маїк В. З. Технологія брошурувально-палітурних процесів : підруч. / за заг. ред. д-ра техн. наук, проф. Е. Т. Лазаренка. Львів : УАД, 2011. 488 с.
16. Сеньківський В. М., Кудряшова А. В., Козак Р. О. Інформаційна технологія формування якості редакційно-видавничого процесу : монографія. Львів : Українська академія друкарства, 2019. 272 с.

## REFERENCES

1. Durniak, B. V., Senkivskyi, V. M., & Pikh, I. V. (2014). Informatsiini tekhnolohii prohozuvannia ta zabezpechennia yakosti vydavnycho-polihrafichnykh protsesiv (metodolohiia vyrishennia problemy): Tekhnolohichni komplekсы, 1, 21–24 (in Ukrainian).

2. Pikh, I. V., Senkivskiy, V. M., Senkivska, N. Ye., & Kalynii, I. V. (2017). Teoretychni osnovy zabezpechennia yakosti vydavnycho-polihrafichnykh protsesiv (Chastyina 4. Prohnozuvannia ta zabezpechennia yakosti zasobamy nechitkoi lohiky): Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii druzarstva], 1, 22–30 (in Ukrainian).
3. Senkivskiy, V. M., Senkivska, N. Ye., Kudriashova, A. V., & Kalynii, I. V. (2015). Modeliuvannia protsesu zabezpechennia yakosti tekhnolohii vypusku knyzhkovykh vydan: Kvalilohiia knyhy, 1, 26–31 (in Ukrainian).
4. Kudriashova, A. V., & Lytovchenko, N. M. (2018). Formuvannia intehralnogo pokaznyka yakosti protsesu strukturuvannia vydannia: Polihrafiia i vydavnycha sprava, 1, 82–89 (in Ukrainian).
5. Holubnyk, T. S., Pikh, I. V., & Senkivskiy, V. M. (2014). Zasady nechitkoi lohiky pry zabezpechenni yakosti formuvannia montazhnykh spuskiv: Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii druzarstva], 1–2, 77–83 (in Ukrainian).
6. Osinchuk, O. I., Lytovchenko, O. V., & Kalynii, I. V. (2018). Formuvannia intehralnykh pokaznykiv yakosti planuvannia ta khudozhno-tekhnichnogo oformlennia knyzhkovykh vydan zasobamy teorii nechitkykh mnozhyn: Modeliuvannia ta informatsiini tekhnolohii, 85, 137–142 (in Ukrainian).
7. Senkivskiy, V. M., Senkivska, N. Ye., Petriv, Yu. I., & Kalynii, I. V. (2013). Vahomist funktsii nalezhnosti u zabezpechenni yakosti drukarskoho protsesu: Polihrafiia i vydavnycha sprava, 3–4, 31–36 (in Ukrainian).
8. Repeta, V. B., Senkivskiy, V. M., & Hurhal, N. S. (2014). Prohnozuvannia yakosti protsesu uflexohrafichnogo druku etyketky na osnovi nechitkoi lohiky: Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii druzarstva], 1–2, 84–89 (in Ukrainian).
9. Senkivskiy, V. M., Pikh, I. V., Hileta, I. V., & Petriv, Yu. I. (2014). Funktsii nalezhnosti parametriv paperu dlia ploskoho ofsetnogo druku: Tekhnolohichni komplekxy, 1, 32–37 (in Ukrainian).
10. Kudriashova, A. (2019). Model yakosti proektuvannia pisliadrukarskykh protsesiv: Tekhnolohichni komplekxy, 1 (16), 44–48. Lutsk. doi: 10.36910 / 2312-0584-16-2019-004 (in Ukrainian).
11. Maik, V. Z. (2008). Teoretychni osnovy protsesiv tynnennia polihrafichnoi produktsii: Kvalilohiia knyhy, 2, 43–62 (in Ukrainian).
12. Saaty, T. (1993). Pryniatye reshenyi (Metod analyza yerarkhyi). Moskva : Radyo y sviaz (in Russian).
13. Siavavko, M. S. (2007). Informatsiina systema «Nechitkyi ekspert». Lviv : Vydavnychiy tsentr LNU imeni Ivana Franka (in Ukrainian).
14. Rotshtein, O. P., Larushkin, Ye. P., & Mitiushkin, Yu. I. (2008). Soft Computing v biotekhnolohii: bahatofaktorny analiz i diahnozyka. Vinnytsia : UNIVERSUM-Vinnytsia (in Ukrainian).
15. Maik, V. Z. (2011). Tekhnolohiia broshuruvalno-paliturnykh protsesiv / za zah. red. d-ra. tekhn. nauk, prof. E. T. Lazarenka. Lviv : UAD (in Ukrainian).
16. Senkivskiy, V. M., Kudriashova, A. V., & Kozak, R. O. (2019). Informatsiina tekhnolohiia formuvannia yakosti redaktsiino-vydavnychoho protsesu. Lviv : Ukrainska akademiia druzarstva (in Ukrainian).

doi: 10.32403/1998-6912-2020-1-60-26-32

**PROCESSING OF LINGUISTIC VARIABLE MEMBERSHIP FUNCTIONS  
FOR POST-PRINTING PROCESSES DESIGN  
(PART 1. CREATION OF MATRICES OF PAIRWISE COMPARISONS)**

A. V. Kudriashova

*Ukrainian Academy of Printing,  
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine  
kudriashovaaliona@gmail.com*

*The theory of fuzzy logic has been used because of the impossibility of implicitly describing the factors influencing the quality of post-printing design. This approach makes it possible for the expert to form fuzzy descriptions, that is, to separate linguistic variables, term-sets of values and assign them appropriate quantitative characteristics. Thus, we present the linguistic variables of the post-printing process variables (publication rates, design features, operating conditions, production type, materials, equipment type, technological and economic calculations, flow chart) and their corresponding sets of terms (verbal characteristics set), taking into account the quality distribution on partial indicators (quality of formation of the edition, quality of production organization, quality of processing of the edition). The range of possible values of linguistic variables is divided into two parts by three points, which is sufficient for visualization of qualitative indicators. The points of division are given conditional locations in the range of possible values of linguistic variables on the universal set. For example, for the linguistic variable "edition indicators" (publication complexity), a term set of values <simple, complicated, complex> and a universal set of values [1, 2, 3] are formed. Based on expert-generated baseline data and the Saati relative importance scale, we construct square inverted symmetric matrices for each term of the linguistic variables analysed. Specialists in the printing industry are involved as experts. Further calculation of the matrices will result in the numerical values of the membership functions at the established ranks of linguistic terms at the three points of division of the universal set. Thus, the basis for setting maximum values of functions is created.*

**Keywords:** *linguistic variable, term-set, universal set of values, matrix of pairwise comparisons, design of post-printing processes, quality.*

*Стаття надійшла до редакції 21.02.2020.*

*Received 21.02.2020.*