УДК 004.942+655.5+655.26+65.012.123

ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ ВИДАНЬ НА ОСНОВІ МАТРИЦЬ ЗНАНЬ І НЕЧІТКИХ ЛОГІЧНИХ РІВНЯНЬ

Б. В. Дурняк, І. В. Піх, В. М. Сеньківський

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

Сформовано експертні бази знань на підставі логічних висловлювань для всіх рівнів видавничого етапу проектування книжкових видань. Запроектовано матриці знань та побудовано системи нечітких логічних рівнянь, що визначають процедури отримання вагових значень функцій належності компонент другого рівня ієрархії моделі логічного виведення — основи для розрахунку прогнозованого числового значення інтегрального показника рівня якості реалізації процесу проектування книжкових видань.

Ключові слова: *проектування видання, якість, прогнозування, нечітка логіка, лінгвістична змінна, функція належності, логічне висловлювання, матриця знань, терм-множина значень, нечітке логічне рівняння.*

Постановка проблеми. Дослідження є продовженням розв'язання завдань, пов'язаних із прогностичним оцінюванням і забезпеченням якості виконання початкового етапу підготування до випуску книжкової продукції — проектуванням видань. Проблема, крім усього іншого, полягає у тому, що досі немає ефективного механізму апріорного оцінювання належної результативності видавничо-поліграфічних процесів, що унеможливлює формування відповідного рівня якості друкованої продукції [1]. Як випливає з відомих публікацій [2–6], ефективним засобом вирішення зазначеної проблематики є методи і моделі нечіткої логіки, основу яких становлять лінгвістичні змінні, функції належності, нечіткі бази знань, нечіткі логічні рівняння, про що йтиметься в цій публікації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Озвучений вище науковий напрям забезпечений певними напрацюваннями, орієнтованими на прогностичне оцінювання якості окремих процедур видавничо-поліграфічних процесів на основі використання інформаційних технологій і нечіткої логіки. Визначено доцільність застосування нечіткої логіки при забезпеченні якості формування монтажних спусків [2]. Побудовано функції належності факторів якості формування монтажних спусків та параметрів паперу для плоского офсетного друку [3, 4]. Розраховано вагові значення функцій належності для забезпечення якості друкарського процесу [5]. Запроектовано нечітку базу знань і нечіткі логічні рівняння стосовно процесу реалізації монтажних спусків [6].

Мета статті. Аналіз публікацій вказує на відсутність, іноді недостатність досліджень, які б започаткували на теоретичному рівні обґрунтування механізмів

формування якості реалізації основних етапів технологічного процесу підготування та випуску книжкових видань. Тому формування нечіткої бази знань та системи нечітких логічних рівнянь, що визначають процедури отримання вагових значень функцій належності лінгвістичних змінних другого рівня ієрархії моделі логічного виведення, послужить основою для розрахунку прогнозованого числового значення інтегрального показника рівня якості реалізації процесу проектування книжкових видань.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ефективність та результативність процесу проектування книжкового видання згідно з моделлю логічного виведення (рис. 1) підсумовується на найвищому рівні ієрархії результатами формування якості у групах факторів, що узгоджується із логікою та практикою видавничої діяльності, пов'язаної з підготуванням та випуском друкованої продукції. Модель відображає ієрархічну залежність якості реалізації процесу проектування книжкового видання від значень лінгвістичних термів-факторів і є передумовою розрахунку інтегрального показника рівня якості досліджуваного процесу. Водночас вона відтворює закономірність формування якості проектування книжкового видання залежно від виокремлених груп лінгвістичних змінних.

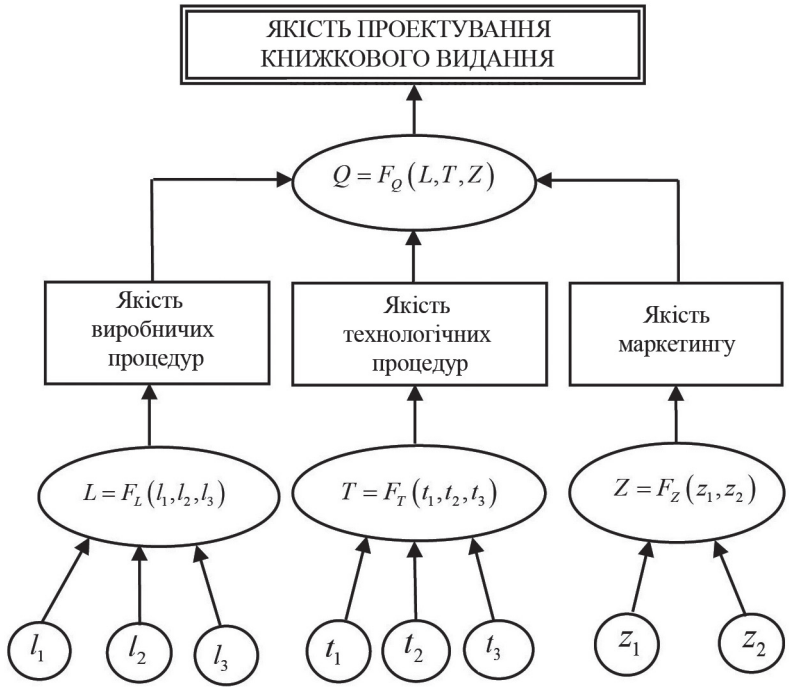

Рис. 1. Модель логічного виведення: формування інтегрального показника якості проектування видання

Багаторівнева ієрархія побудована за принципом нечіткого логічного виведення, яке передбачає передавання часток якості з рівня на рівень за принципом «знизу-вверх», починаючи від факторів найнижчого рівня, через рівень процедур

до найвищого рівня, на якому забезпечується отримання підсумкового показника якості етапу проектування видань.

Оскільки ідентифікація досліджуваних процедур редакційно-видавничого процесу здійснюється засобами нечіткої логіки, завершальні етапи, пов'язані з розрахунком інтегрального показника рівня якості проектування книги, потребують сформованої узагальненої нечіткої бази знань і, як наслідок, системи нечітких логічних рівнянь. Складові бази знань повинні враховувати експертні висновки стосовно сукупного впливу виокремлених факторів на процес проектування видання залежно від комбінації значень лінгвістичних термів.

Для функції першого рівня (див. рис. 1), ідентифікованої лінгвістичною змінною Q, яка формуватиме інтегральний показник прогнозованої якості проектування книжкових видань, задамо множину лінгвістичних термів $X(Q)$ = <низька, середня, висока>. Для другого рівня ієрархії сформуємо такі множини лінгвістичних термів: $X(L)$ = <низька, середня, висока> — якість виробничих процедур; $X(T)$ = <низька, середня, висока> — якість технологічних процедур; $X(Z)$ = <низька, середня, висока> — якість маркетингу.

Проектування нечіткої бази знань виконаємо за таким логічним правилом: «ЯКЩО умова і умова … і умова, ТОДІ результат … і результат». У підсумку експертна база знань, що стосується процесу проектування книжкових видань, згідно з моделлю логічного виведення рис. 1 матиме для найвищого рівня такий узагальнений вигляд:

ЯКЩО (L = низька) І (L = середня) І (L = висока)
І (T = низька) І (T = середня) І (T = висока)
І (Z = низька) І (Z = середня) І (Z = висока),
ТОДІ (Q = низька) І (Q = середня) І (Q = висока).

Відповідно до наведених вище умов, утворимо для лінгвістичної змінної Q матрицю знань, відобразивши її таблицею.

Таблиця 1

Матриця знань для лінгвістичної змінної Q

Якість виробничих процедур L	Якість технологічних процедур T	Якість маркетингу Z	Якість проектування видання Q
низька	низька	низька	низька
низька	середня	низька	
середня	низька	середня	середня
середня	середня	висока	
висока	висока	середня	висока
висока	висока	висока	

Використовуючи запроектовану вище матрицю знань табл. 1, будуємо відповідно до неї нечіткі логічні рівняння, що обумовлюватимуть процес отримання

значень функцій належності для множини термів, визначених у четвертому стовпці таблиці. Вказані обчислення передують процедурі встановлення інтегрального показника якості проектування книжкового видання.

Для терму «низька» ФН отримаємо з такого рівняння:

$$\mu_{низька}(Q) = \mu_{низька}(L) \wedge \mu_{низька}(T) \wedge \mu_{низька}(Z) \vee \mu_{низька}(L) \wedge \mu_{низька}(T) \wedge \mu_{низька}(Z).$$

Терм «середня» забезпечує подібну функцію належності:

$$\mu_{середня}(Q) = \mu_{середня}(L) \wedge \mu_{низька}(T) \wedge \mu_{середня}(Z) \vee \mu_{середня}(L) \wedge \mu_{середня}(T) \wedge \mu_{висока}(Z).$$

Терму «висока» відповідатиме функція:

$$\mu_{висока}(Q) = \mu_{висока}(L) \wedge \mu_{висока}(T) \wedge \mu_{середня}(Z) \vee \mu_{висока}(L) \wedge \mu_{висока}(T) \wedge \mu_{висока}(Z).$$

Засоби нечіткої логіки застосуємо до лінгвістичних змінних наступного рівня L — $X(l_1, l_2, l_3)$, T — $X(t_1, t_2, t_3)$ і Z — $X(z_1, z_2)$.

Лінгвістична змінна «якість виробничих процедур» спричинить такий узагальнений варіант логічного висловлювання:

ЯКЩО (l_1) = (малий, середній, великий)
І (l_2) = (малий, середній, великий)
І (l_3) = (неповне, середнє, повне),
ТОДІ (L) = (низька, середня, висока).

Матриця знань лінгвістичної змінної L матиме вигляд.

Таблиця 2

Матриця знань для лінгвістичної змінної L

Тематичне планування (обсяг видання) l_1	Вид видавничого оригіналу (формат видання) l_2	Виробниче планування l_3	Якість виробничих процесів L
малий	малий	неповне	низька
середній	малий	неповне	
середній	середній	повне	середня
великий	середній	неповне	
великий	середній	середнє	висока
середній	великий	середнє	

Аналогічно попередньому запишемо нечіткі логічні рівняння для розрахунку значень функцій належності лінгвістичної змінної L відповідно до множини термів $X(l_1, l_2, l_3)$.

Для терму «низька» маємо рівняння:

$$\mu_{низька}(L) = \mu_{малий}(l_1) \wedge \mu_{малий}(l_2) \wedge \mu_{неповне}(l_3) \vee \mu_{середній}(l_1) \wedge \mu_{малий}(l_2) \wedge \mu_{неповне}(l_3).$$

Рівняння функції належності для терму «середня»:

$$\mu_{середня}(L) = \mu_{середній}(l_1) \wedge \mu_{середній}(l_2) \wedge \mu_{повне}(l_3) \vee \mu_{великий}(l_1) \wedge \mu_{середній}(l_2) \wedge \mu_{неповне}(l_3).$$

Терму «висока» відповідатиме функція належності:

$$\mu_{висока}(L) = \mu_{великий}(l_1) \wedge \mu_{середній}(l_2) \wedge \mu_{середнє}(l_3) \vee \mu_{середній}(l_1) \wedge \mu_{великий}(l_2) \wedge \mu_{середнє}(l_3).$$

Варіант логічного висловлювання для лінгвістичної змінної «якість технологічних процедур» запишемо таким чином:

ЯКЩО (t_1) = (неповне, середнє, повне)
І (t_2) = (малий, середній, великий)
І (t_3) = (малий, середній, великий),
ТОДІ (T) = (низька, середня, висока).

Будуємо матрицю знань для наведеного логічного висловлювання.

Таблиця 3

Матриця знань для лінгвістичної змінної *T*

Редагування t_1	Підготовка до верстання (обсяг) t_2	Коректура (обсяг) t_3	Якість технологічних процедур T
неповне	великий	великий	низька
неповне	середній	середній	
середнє	середній	середній	середня
повне	великий	середній	
повне	середній	малий	висока
повне	великий	великий	

Функції належності лінгвістичної змінної T «якість технологічних процедур» для множини термів $X(t_1, t_2, t_3)$ отримаємо за системою логічних рівнянь.

Для терму «низька» функція належності матиме такий вигляд:

$$\mu_{низька}(T) = \mu_{неповне}(t_1) \wedge \mu_{великий}(t_2) \wedge \mu_{великий}(t_3)$$
$$\vee \mu_{неповне}(t_1) \wedge \mu_{середній}(t_2) \wedge \mu_{середній}(t_3).$$

Терму «середня» відповідатиме така функція належності:

$$\mu_{середня}(T) = \mu_{середнє}(t_1) \wedge \mu_{середній}(t_2) \wedge \mu_{середній}(t_3)$$
$$\vee \mu_{повне}(t_1) \wedge \mu_{великий}(t_2) \wedge \mu_{середній}(t_3).$$

Функція належності стосовно терму «висока»:

$$\mu_{висока}(T) = \mu_{повне}(t_1) \wedge \mu_{середній}(t_2) \wedge \mu_{малий}(t_3)$$
$$\vee \mu_{повне}(t_1) \wedge \mu_{великий}(t_2) \wedge \mu_{великий}(t_3).$$

Логічне висловлювання для ЛЗ Z «якість маркетингу»:

ЯКЩО (z_1) = (малий, середній, великий)
І (z_2) = (низька, середня, висока),
ТОДІ (Z) = (низька, середня, висока).

Будуємо матрицю знань для логічного висловлювання.

Таблиця 4

Матриця знань для лінгвістичної змінної Z

Читацький попит z_1	Ціна видання z_2	Якість маркетингу Z
малий	висока	низька
малий	середня	
великий	низька	середня
середній	середня	
великий	середня	висока
великий	висока	

Система логічних рівнянь для функцій належності лінгвістичної змінної Z «якість маркетингу» і множини термів $X(z_1, z_2)$ набуде такого вигляду.

Для терму «низька» функція належності така:

$$\mu_{низька}(Z) = \mu_{малий}(z_1) \wedge \mu_{висока}(z_2) \vee \mu_{малий}(z_1) \wedge \mu_{середня}(z_2).$$

Терму «середня» відповідатиме функція належності:

$$\mu_{середня}(Z) = \mu_{великий}(z_1) \wedge \mu_{низька}(z_2) \vee \mu_{середній}(z_1) \wedge \mu_{середня}(z_2).$$

Функція належності стосовно терму «висока»:

$$\mu_{висока}(Z) = \mu_{великий}(z_1) \wedge \mu_{середня}(z_2) \vee \mu_{великий}(z_1) \wedge \mu_{висока}(z_2).$$

Висновки. У результаті дослідження сформовано експертні бази знань на підставі логічних висловлювань для всіх рівнів моделі логічного виведення. Запроектовано матриці знань та побудовано системи нечітких логічних рівнянь, що визначають процедури отримання вагових значень функцій належності компонент другого рівня ієрархії моделі — основи для розрахунку прогнозованого значення показника якості процесу проектування книжкових видань.

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 (9). С. 21–24.
2. Сеньківський В. М., Піх І. В., Голубник Т. С. Засади нечіткої логіки при забезпеченні якості формування монтажних спусків. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2014. 1–2 (46–47). С. 77–83.
3. Сеньківський В. М., Піх І. В., Голубник Т. С., Петрів Ю. І. Побудова функцій належності факторів якості формування монтажних спусків. Технологія і техніка друкарства. 2014. № 3 (45). С. 20–29.
4. Сеньківський В. М., Піх І. В., Гілета І. В., Петрів Ю. І. Функції належності параметрів паперу для плоского офсетного друку. Технологічні комплекси. 2014. № 1 (9). С. 32–37.
5. Сеньківський В. М., Сеньківська Н. Є., Петрів Ю. І., Калиній І. В. Вагомість функцій належності у забезпеченні якості друкарського процесу. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2013. № 3 (44). С. 78–83.

6. Сеньківський В. М., Піх І. В., Голубник Т. С. Нечітка база знань та нечіткі логічні рівняння у процесі реалізації монтажних спусків. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2014. №3 (48). С. 111–119.
7. Заде Л. Роль мягких вычислений и нечеткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных интеллектуальных систем. Новости искусственного интеллекта. 2001. № 2–3. С. 7–11.
8. Сявавко М. С. Інформаційна система «Нечіткий експерт». Львів : Видав. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2007. 320 с.
9. Ротштейн О. П., Ларушкін Є. П., Мітюшкін Ю. І. Soft Computting в біотехнології: багатофакторний аналіз і діагностика : моногр. / Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. 144 с.

REFERENCES

1. Durniak, B. V., Senkivskyi, V. M. & Pikh, I. V. (2014). Informatsiini tekhnolohii prohnozuvannia ta zabezpechennia yakosti vydavnycho-polihrafichnykh protsesiv (metodolohiia vyrishennia problemy). Tekhnolohichni kompleksy, 1 (9), 21–24 (in Ukrainian).
2. Senkivskyi, V. M., Pikh, I. V. & Holubnyk, T. S. (2014). Zasady nechitkoi lohiky pry zabezpechenni yakosti formuvannia montazhnykh spuskiv. Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii drukarstva], 1–2 (46–47), 77–83 (in Ukrainian).
3. Senkivskyi, 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 (45), 20–29 (in Ukrainian).
4. Senkivskyi, V. M., Pikh, I. V., Hileta, I. V. & Petriv, Yu. I. (2014). Funktsii nalezhnosti parametriv paperu dlia ploskoho ofsetnoho druku. Tekhnolohichni kom-pleksy, 1 (9), 32–37 (in Ukrainian).
5. Senkivskyi, V. M., Senkivska, N. Ye., Petriv, Yu. I. & Kalynii, I. V. (2013). Vahomist funktsii nalezhnosti u zabezpechenni yakosti drukarskoho protsesu. Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii drukarstva], 3 (44), 78–83 (in Ukrainian).
6. Senkivskyi, V. M., Pikh, I. V. & Holubnyk, T. S. (2014). Nechitka baza znan ta nechitki lohichni rivniannia u protsesi realizatsii montazhnykh spuskiv. Naukovi za-pysky [Ukrainskoi akademii drukarstva], 3 (48), 111–119 (in Ukrainian).
7. Zade, L. (2001). Rol miagkikh vychislenii i nechetkoi logiki v ponimanii, konstruirovanii i razvitii informatcionnykh intellektualnykh sistem. Novosti iskusstvennogo intellekta, 2–3, 7–11 (in Russian).
8. Siavavko, M. S. (2007). Informatsiina systema «Nechitkyi ekspert». Lviv: Vydav. tsentr LNU im. I. Franka (in Ukrainian).
9. Rotshtein, O. P., Larushkin, Ye. P. & Mitiushkin, Yu. I. (2008). Soft Computting v biotekhnolohii: bahatofaktornyi analiz i diahnostyka. Vinnytsia: UNIVERSUM-Vinnytsia (in Ukrainian).

FORMATION OF THE EDITION DESIGN PROCESS QUALITY ON THE BASIS OF MATRICES OF KNOWLEDGE AND FUZZY LOGIC EQUATIONS

B. V. Durnyak, I. V. Pikh , V. M. Senkivskyy

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

The expert knowledge base has been formed based on the logical statements for all levels of the publishing stage of the edition design. The matrices of knowledge have been projected and the system of fuzzy logic equations has been designed, which determine the procedure for obtaining weight values of the membership functions of the component of the second level hierarchy of the model of logical inference — the basis for calculating the forecast numerical values of the integral indicator of the quality level of the implementation of the edition design process.

Keywords*: edition design, quality, forecasting, fuzzy logic, linguistic variable, membership function, logical statement, matrix of knowledge, term-set of values, fuzzy logic equation.*

Стаття надійшла до редакції 20.02.2017.
Received 20.02.2017.