

УДК 655.5+004.942

ФОРМУВАННЯ НЕЧІТКИХ ЛОГІЧНИХ РІВНЯНЬ ПРОЄКТУВАННЯ ПІСЛЯДРУКАРСЬКИХ ПРОЦЕСІВ

А. В. Кудряшова

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

Використано методи та засоби нечіткої логіки. Наведено лінгвістичні змінні проєктування післядрукарських процесів: «якість формування видання», «якість організації виробництва», «якість опрацювання видання». Виокремлено лінгвістичну змінну якості досліджуваного технологічного процесу. Усі лінгвістичні змінні описані лінгвістичними термами «низька», «середня», «висока». Побудована нечітка база знань лінгвістичної змінної інтегрального показника якості, що відображає ієрархію багаторівневої моделі нечіткого логічного виведення. На основі сформованих умов розроблено нечітку матрицю знань лінгвістичної змінної «якість проєктування післядрукарських процесів». Наведено нечіткі логічні рівняння для термів «низька», «середня», «висока» аналізованої лінгвістичної змінної. Подано логічні висловлювання стосовно лінгвістичних змінних «якість формування видання», «якість організації виробництва» та «якість опрацювання видання». Синтезовано нечіткі матриці знань лінгвістичних змінних часткових показників та нечіткі логічні рівняння для визначених термів.

Ключові слова: нечітка логіка, лінгвістична змінна, терм, нечітка база знань, нечітка матриця знань, нечітке логічне рівняння, проєктування післядрукарських процесів.

Постановка проблеми. Проєктування післядрукарських процесів передбачає виконання сукупності складних для прогнозування дій. Неможливість чіткого кількісного опису характеристик лінгвістичних змінних призводить до необхідності застосування методів та засобів нечіткої логіки. Нечітка логіка дає можливість здійснення фазифікації та дефазифікації для встановлення інтегрального показника якості.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Публікації присвячені фазифікації і дефазифікації факторів проєктування та структурування книжкових видань [1–3], формування монтажних спусків [4, 5] та видавничо-поліграфічних процесів загалом [6]. Однак недостає уваги приділено проєктуванню післядрукарських процесів, яке є невід’ємною складовою забезпечення якості кінцевої продукції.

Мета статті — створення нечіткої бази знань, матриці знань та нечітких логічних рівнянь проєктування післядрукарських процесів для уможливлення встановлення інтегрального показника якості.

Виклад основного матеріалу дослідження. Нехай для лінгвістичних змінних М (якість формування видання), О (якість організації виробництва) та

Р (якість опрацювання видання) термами будуть «низька», «середня», «висока». Відповідно, інтегральний показник G (якість проектування післядрукарських процесів) описуватиметься такими ж термами [3, 7, 8]. Тоді нечітка база знань для відношення $G = F_G(M, O, P)$ матиме вигляд:

ЯКЩО ($M =$ низька) І ($M =$ середня) І ($M =$ висока)
 І ($O =$ низька) І ($O =$ середня) І ($O =$ висока)
 І ($P =$ низька) І ($P =$ середня) І ($P =$ висока)
 ТОДІ ($G =$ низька) І ($G =$ середня) І ($G =$ висока).

Відобразимо сформовані умови у матриці знань.

Таблиця 1

Матриця знань для лінгвістичної змінної G

Якість вихідних даних видання M	Якість опрацювання видання O	Якість оформлення видання P	Якість проектування післядрукарських процесів G
низька	низька	низька	низька
низька	середня	низька	
середня	низька	середня	середня
висока	середня	середня	
висока	висока	висока	висока
висока	середня	висока	

Сформуємо нечіткі логічні рівняння для термів «низька», «середня», «висока» інтегрального показника G:

$$\mu_{\text{низька}}(G) = \mu_{\text{низька}}(M) \wedge \mu_{\text{низька}}(O) \wedge \mu_{\text{низька}}(P) \vee \mu_{\text{низька}}(M) \wedge \mu_{\text{середня}}(O) \wedge \mu_{\text{низька}}(P)$$

$$\mu_{\text{середня}}(G) = \mu_{\text{середня}}(M) \wedge \mu_{\text{низька}}(O) \wedge \mu_{\text{середня}}(P) \vee \mu_{\text{висока}}(M) \wedge \mu_{\text{середня}}(O) \wedge \mu_{\text{середня}}(P)$$

$$\mu_{\text{висока}}(G) = \mu_{\text{висока}}(M) \wedge \mu_{\text{висока}}(O) \wedge \mu_{\text{висока}}(P) \vee \mu_{\text{висока}}(M) \wedge \mu_{\text{середня}}(O) \wedge \mu_{\text{висока}}(P)$$

Зважаючи на те, що залежності якості формування видання, організації виробництва та опрацювання видання також можуть бути виражені через якість часткових показників $M = F_M(m_1, m_2, m_3)$, $O = F_O(o_1, o_2, o_3)$, $P = F_P(p_1, p_2)$ і на основі експертних суджень щодо множин $L(m_1, m_2, m_3)$, $L(o_1, o_2, o_3)$, $L(p_1, p_2)$ побудуємо нечіткі бази знань, матриці знань і нечіткі логічні рівняння лінгвістичних змінних проектування післядрукарських процесів [9].

Наведемо логічні висловлювання стосовно лінгвістичних змінних «якість формування видання», «якість організації виробництва» та «якість опрацювання видання»:

ЯКЩО (m_1) = (просте, ускладнене, складне)
 І (m_2) = (проста, ускладнена, складна)
 І (m_3) = (нормальні, робочі, граничні)
 ТОДІ (M) = (низька, середня, висока)

ЯКЩО (o_1) = (одиночне, серійне, масове)

I (o_2) = (низька, середня, висока)

I (o_3) = (ручне, механічне, автоматизоване)

ТОДІ (O) = (низька, середня, висока)

ЯКЩО (p_1) = (низька, середня, висока)

I (p_2) = (проста, ускладнена, складна)

ТОДІ (P) = (низька, середня, висока)

Побудуємо матриці знань для аналізованих лінгвістичних змінних. Для зручності відобразимо їх у табличній формі [3, 6, 9].

Таблиця 2

Матриця знань для лінгвістичної змінної M (якість формування видання)

Показники видання m_1	Конструкційні особливості (складність конструкції) m_2	Умови експлуатації m_3	Якість вихідних даних видання M
складне	складна	граничні	низька
складне	складна	робочі	
складне	ускладнена	робочі	середня
ускладнене	ускладнена	нормальні	
ускладнене	проста	нормальні	висока
просте	проста	нормальні	

Таблиця 3

Матриця знань для лінгвістичної змінної O (якість організації виробництва)

Тип виробництва o_1	Матеріали (складність опрацювання) o_2	Тип обладнання o_3	Якість організації виробництва O
одиночне	висока	ручне	низька
серійне	висока	ручне	
серійне	середня	механічне	середня
серійне	середня	автоматизоване	
серійне	низька	автоматизоване	висока
масове	низька	автоматизоване	

Таблиця 4

Матриця знань для лінгвістичної змінної P (якість опрацювання видання)

Технологічні та економічні розрахунки (ефективність виробництва) p_1	Схема технологічного процесу p_2	Якість опрацювання видання P
низька	складна	низька
низька	ускладнена	
середня	проста	середня
середня	ускладнена	
висока	проста	висока
висока	ускладнена	

Нечіткі логічні рівняння для визначених термів матимуть вигляд:

- для лінгвістичної змінної «якість формування видання»

$$\begin{aligned} \mu_{\text{низька}}(M) &= \mu_{\text{складне}}(m_1) \wedge \mu_{\text{складна}}(m_2) \wedge \mu_{\text{граничні}}(m_3) \vee \\ &\vee \mu_{\text{складне}}(m_1) \wedge \mu_{\text{складна}}(m_2) \wedge \mu_{\text{робочі}}(m_3) \\ \mu_{\text{середня}}(M) &= \mu_{\text{складне}}(m_1) \wedge \mu_{\text{ускладнена}}(m_2) \wedge \mu_{\text{робочі}}(m_3) \vee \\ &\vee \mu_{\text{ускладнене}}(m_1) \wedge \mu_{\text{ускладнена}}(m_2) \wedge \mu_{\text{нормальні}}(m_3) \\ \mu_{\text{висока}}(M) &= \mu_{\text{ускладнене}}(m_1) \wedge \mu_{\text{проста}}(m_2) \wedge \mu_{\text{нормальні}}(m_3) \vee \\ &\vee \mu_{\text{просте}}(m_1) \wedge \mu_{\text{проста}}(m_2) \wedge \mu_{\text{нормальні}}(m_3) \end{aligned}$$
- для лінгвістичної змінної «якість організації виробництва»

$$\begin{aligned} \mu_{\text{низька}}(O) &= \mu_{\text{одичне}}(o_1) \wedge \mu_{\text{висока}}(o_2) \wedge \mu_{\text{ручне}}(o_3) \vee \\ &\vee \mu_{\text{серійне}}(o_1) \wedge \mu_{\text{висока}}(o_2) \wedge \mu_{\text{ручне}}(o_3) \\ \mu_{\text{середня}}(O) &= \mu_{\text{серійне}}(o_1) \wedge \mu_{\text{середня}}(o_2) \wedge \mu_{\text{механічне}}(o_3) \vee \\ &\vee \mu_{\text{серійне}}(o_1) \wedge \mu_{\text{середня}}(o_2) \wedge \mu_{\text{автоматизоване}}(o_3) \\ \mu_{\text{висока}}(O) &= \mu_{\text{серійне}}(o_1) \wedge \mu_{\text{низька}}(o_2) \wedge \mu_{\text{автоматизоване}}(o_3) \vee \\ &\vee \mu_{\text{масове}}(o_1) \wedge \mu_{\text{низька}}(o_2) \wedge \mu_{\text{автоматизоване}}(o_3) \end{aligned}$$
- для лінгвістичної змінної «якість опрацювання видання»

$$\begin{aligned} \mu_{\text{низька}}(P) &= \mu_{\text{низька}}(p_1) \wedge \mu_{\text{складна}}(p_2) \vee \mu_{\text{низька}}(p_1) \wedge \mu_{\text{ускладнена}}(p_2) \\ \mu_{\text{середня}}(P) &= \mu_{\text{середня}}(p_1) \wedge \mu_{\text{проста}}(p_2) \vee \mu_{\text{середня}}(p_1) \wedge \mu_{\text{ускладнена}}(p_2) \\ \mu_{\text{висока}}(P) &= \mu_{\text{висока}}(p_1) \wedge \mu_{\text{проста}}(p_2) \vee \mu_{\text{висока}}(p_1) \wedge \mu_{\text{ускладнена}}(p_2). \end{aligned}$$

Висновки. Сформовано підґрунтя для встановлення інтегрального показника якості проектування післядрукарських процесів шляхом дефазифікації. Для цього побудовано нечіткі бази знань, матриці знань та нечіткі логічні рівняння лінгвістичної змінної «якість проектування післядрукарських процесів» та лінгвістичних змінних часткових показників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сеньківський В. М., Кудряшова А. В. Формування інтегрального показника якості реалізації процесу проектування видання. Поліграфія і видавнича справа. 2017. № 2 (74). С. 11–18.
2. Кудряшова А. В., Литовченко Н. М. Формування інтегрального показника якості процесу структурування видання. Поліграфія і видавнича справа. 2018. № 1 (75). С. 82–89.
3. Сеньківський В. М., Кудряшова А. В. Прогностичне оцінювання процесу проектування видань засобами нечіткої логіки. International research and practice conference «Modern methods, innovations, and experience of practical application in the field of technical sciences»: Conference proceedings (Radom (Poland): Izdevnieciba «Baltija Publishing», December 27–28, 2017). Radom, 2017. Pp. 28–32.
4. 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.
5. Сеньківський В. М., Піх І. В., Голубник Т. С. Нечітка база знань і нечіткі логічні рівняння в процесі реалізації монтажних спусків. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2014. № 3. С. 111–119.
6. Піх І. В., Сеньківський В. М., Сеньківська Н. Є., Калиній І. В. Теоретичні основи забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (Частина 4. Прогнозування та забезпечення якості засобами нечіткої логіки). Наукові записки [Української академії друкарства]. 2017. № 1. С. 22–30.
7. Кудряшова А. Модель якості проектування післядрукарських процесів. Технологічні комплекси. Луцьк, 2019. № 1 (16). С. 44–48.
8. Кудряшова А. В. Опрацювання функцій належності лінгвістичних змінних проектування післядрукарських процесів (Частина 1. Створення матриць попарних порівнянь). Наукові записки [Української академії друкарства]. 2020. № 1 (60). С. 26–32.
9. 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. 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).
2. Kudriashova, A. V., & Lytovchenko, N. M. (2018). Formuvannya intehralnogo pokaznyka yakosti protsesu strukturuvannya vydannia: Polihrafiia i vydavnycha sprava, 1 (75), 82–89 (in Ukrainian).
3. Senkivskiy, V. M., & Kudriashova, A. V. (2017). Prohnostychne otsiniuvannya protsesu proektuvannya vydan zasobamy nehitkoi lohiky. International research and practice conference «Modern methods, innovations, and experience of practical application in the field of technical sciences»: Conference proceedings (Radom (Poland): Izdevnieciba «Baltija Publishing», December 27–28, 2017). Radom, 28–32 (in Ukrainian).

4. Holubnyk, T. S., Pikh, I. V., & Senkivskyi, V. M. (2014). Zasady nechitkoi lohiky pry zabezpechenni yakosti formuvannya montazhnykh spuskiv: Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii drukarstva], 1–2, 77–83 (in Ukrainian).
5. Senkivskyi, V. M., Pikh, I. V., & Holubnyk, T. S. (2014). Nechitka baza znan i nechitki lohichni rivniannia v protsesi realizatsii montazhnykh spuskiv: Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii drukarstva], 3, 111–119 (in Ukrainian).
6. Pikh, I. V., Senkivskyi, V. M., Senkivska, N. Ye., & Kalynii, I. V. (2017). Teoretychni osnovy zabezpechennia yakosti vydavnycho-polihrafichnykh protsesiv (Chastyna 4. Prohnozuvannia ta zabezpechennia yakosti zasobamy nechitkoi lohiky): Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii drukarstva], 1, 22–30 (in Ukrainian).
7. Kudriashova, A. (2019). Model yakosti proektuvannya pislidrukarskykh protsesiv: Tekhnolohichni komplekсы. Lutsk, 1 (16), 44–48 (in Ukrainian).
8. Kudriashova, A. V. (2020). Opratsiuvannya funktsii nalezhnosti linhvistychnykh zminnykh proektuvannya pislidrukarskykh protsesiv (Chastyna 1. Stvorennia matryts poparnykh porivnian): Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii drukarstva], 1 (60), 26–32 (in Ukrainian).
9. Senkivskyi, V. M., Kudriashova, A. V., & Kozak, R. O. (2019). Informatsiina tekhnolohiia formuvannya yakosti redaktsiino-vydavnychoho protsesu. Lviv : Ukrainska akademiia drukarstva (in Ukrainian).

doi: 10.32403/0554-4866-2020-2-80-22-28

FORMATION OF FUZZY LOGICAL EQUATIONS OF POST-PRINTING PROCESSES DESIGN

A. V. Kudriashova

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

Methods and means of fuzzy logic are used, which make it possible to establish a specific quantitative indicator of the quality of post-printing processes design. The basic principles of fuzzy logic are identical to the logic of fuzzy sets, which is characterized by fuzzy, blurred boundaries. This approach should be used in the study of technological processes, the factors of which are difficult to represent numerically. To implement these procedures, linguistic variables of post-printing processes are given: “quality of publication formation”, “quality of production organization”, “quality of publication processing”. The linguistic variable of quality of the studied technological process is singled out. Linguistic variables are described by the linguistic terms “low”, “medium”, “high”. A fuzzy knowledge base of the linguistic variable of the integrated quality indicator is constructed, which reflects the hierarchy of the multilevel model of fuzzy inference. On the basis of the formed conditions, the fuzzy matrix of knowledge

of a linguistic variable “quality of designing of post-printing processes” is developed. To build a matrix of knowledge, a system of expressions “if-and-then”, “if-then-differently”, “if-or-then-differently” was used. Fuzzy logical equations for the terms “low”, “medium”, “high” of the analyzed linguistic variable are given, which allow obtaining further numerical values of membership functions and integrated forecast of design quality of post-printing processes. There are logical statements about the linguistic variables “quality of publication formation”, “quality of production organization” and “quality of publication processing”. Fuzzy matrices of knowledge of linguistic variables of partial indicators and fuzzy logical equations for certain terms are synthesized. Prerequisites for obtaining a quantitative indicator of the quality of the studied technological process are created.

Keywords: *fuzzy logic, linguistic variable, term, fuzzy knowledge base, fuzzy knowledge matrix, fuzzy logical equation, design of post-printing processes.*

Стаття надійшла до редакції 02.10.2020.

Received 02.10.2020.