

УДК 655.5+004.942

ВСТАНОВЛЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ПІСЛЯДРУКАРСЬКИХ ПРОЦЕСІВ

А. В. Кудряшова

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

Використано засади нечіткої логіки, якій притаманні нечіткі межі. Подано отримані у попередніх дослідженнях часткові показники якості проєктування післядрукарських процесів, а саме: «якість формування видання», «якість організації виробництва» та «якість опрацювання видання». Наведено лінгвістичні змінні, терм-множини та універсальні множини значень щодо кожного часткового показника. Описано суть процесу дефазифікації, що є одним з ключових у нечіткій логіці та полягає у перетворенні значень нечіткої множини у кількісний показник. Сформовано таблиці значень функцій належності для кожної лінгвістичної змінної за точками поділу універсальної множини значень та терм-множинами. Побудовано нечіткі логічні рівняння для кожної лінгвістичної змінної за усіма частковими показниками, а також для термів «низька», «середня», «висока» найвищого рівня. Наведено методику обчислення інтегрального показника якості. Отримано числове значення інтегрального показника якості проєктування післядрукарських процесів.

Ключові слова: нечітка логіка, дефазифікація, лінгвістична змінна, функція належності, нечітке логічне рівняння, інтегральний показник якості, проєктування післядрукарських процесів.

Постановка проблеми. Встановлення інтегрального показника якості проєктування післядрукарських процесів уможливує прогнозований вибір необхідних параметрів для забезпечення якості готової книжкової продукції, що є надзвичайно важливим, адже зменшує необхідність повторного виконання проєктування у разі непридатності проєкту та мінімізує ризики пов'язані з безпосередньою реалізацією проєкту під час післядрукарського опрацювання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Публікації присвячені встановленню інтегральних показників якості проєктування та структурування книжкових видань [1, 2], формування монтажних спусків [3], планування книжкових видань [4] та ін. Однак не досліджено формування інтегрального показника проєктування післядрукарських процесів, що є вагомою та невід'ємною складовою якості готової книжкової продукції.

Мета статті — формування інтегрального показника якості післядрукарських процесів за значеннями функцій належності лінгвістичних змінних та нечіткими логічними рівняннями.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для встановлення інтегрального показника якості проєктування післядрукарських процесів здійснимо процес дефазифікації, враховуючи розподілення якості за частковими показниками $G = F_G(M, O, P)$ [5] та згідно з результатами попередніх досліджень [6, 7], де:

– M — частковий показник «якість формування видання», лінгвістичними змінними якого є: m_1 — «показники видання» з відповідною терм-множиною значень $L(m_1) = \langle \text{проста, ускладнене, складне} \rangle$ та універсальною множиною $Y(m_1) = [1; 2; 3]$ у.о.; m_2 — «конструкційні особливості» (складність конструкції), $L(m_2) = \langle \text{проста, ускладнена, складна} \rangle$, $Y(m_2) = [1; 2; 3]$ у.о.; m_3 — «умови експлуатації», $L(m_3) = \langle \text{нормальні, робочі, граничні} \rangle$, $Y(m_3) = [1; 2; 3]$ категорії [6, 7].

– O — частковий показник «якість організації виробництва» з лінгвістичними змінними: 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. [6, 7].

– P — частковий показник «якість опрацювання видання» з лінгвістичними змінними: 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. [6, 7].

Потрібно зазначити, що дефазифікація є одним з ключових процесів нечіткої логіки, який полягає у перетворенні значень нечіткої множини у кількісний показник. Дефазифікація передбачає наявність сформованих нечітких баз знань та нечітких логічних рівнянь досліджуваного технологічного процесу для подальшого формування таблиць на основі терм-множин з пронормованими значеннями функцій належності у визначених точках поділу універсальної множини значень виокремлених лінгвістичних змінних та підставлення значень термів у нечіткі логічні рівняння. Для здійснення чисельних розрахунків у дослідженні обрано метод центру ваги, згідно з яким кількісне значення початкової змінної рівне абсцисі центру ваги площі, що обмежена графіком кривої функції належності аналізованої змінної [8–10].

Відповідно до наведених тверджень сформуємо таблиці значень функцій належності для кожної лінгвістичної змінної за точками поділу універсальної множини значень та терм-множинами (табл. 1–8) [1, 2, 6–10].

Таблиця 1

**Функції належності терм-множини $D(m_1)$
(показники видання)**

y_i , умовні одиниці	1	2	3
$\mu_{\text{проста}}(y_i)$	1	0,555	0,112
$\mu_{\text{ускладнене}}(y_i)$	0,125	1	0,125
$\mu_{\text{складне}}(y_i)$	0,112	0,779	1

Таблиця 2

**Функції належності терм-множини $D(m_2)$
(конструкційні особливості (складність конструкції))**

y_i , умовні одиниці	1	2	3
$\mu_{\text{проста}}(y_i)$	1	0,445	0,11
$\mu_{\text{ускладнена}}(y_i)$	0,111	1	0,111
$\mu_{\text{складна}}(y_i)$	0,112	0,666	1

Таблиця 3

Функції належності терм-множини $D(m_3)$ (умови експлуатації)

y_i , категорії	1	2	3
$\mu_{\text{нормальні}}(y_i)$	1	0,334	0,111
$\mu_{\text{робочі}}(y_i)$	0,111	1	0,111
$\mu_{\text{граничні}}(y_i)$	0,112	0,779	1

Таблиця 4

Функції належності терм-множини $D(o_1)$ (тип виробництва)

y_i , умовні одиниці	1	2	3
$\mu_{\text{одичичне}}(y_i)$	1	0,5	0,125
$\mu_{\text{серійне}}(y_i)$	0,111	1	0,111
$\mu_{\text{масове}}(y_i)$	0,124	0,625	1

Таблиця 5

**Функції належності терм-множини $D(o_2)$
(матеріали (складність опрацювання))**

y_i , умовні одиниці	1	2	3
$\mu_{\text{низька}}(y_i)$	1	0,375	0,125
$\mu_{\text{середня}}(y_i)$	0,125	1	0,125
$\mu_{\text{висока}}(y_i)$	0,126	0,75	1

Таблиця 6

**Функції належності терм-множини $D(o_3)$
(тип обладнання)**

y_i , умовні одиниці	1	2	3
$\mu_{\text{ручне}}(y_i)$	1	0,445	0,11
$\mu_{\text{механічне}}(y_i)$	0,111	1	0,111
$\mu_{\text{автоматизоване}}(y_i)$	0,112	0,779	1

Таблиця 7

**Функції належності терм-множини $D(p_1)$
(технологічні та економічні розрахунки (ефективність виробництва))**

y_i , відсотки	10	50	90
$\mu_{\text{низька}}(y_i)$	1	0,334	0,111
$\mu_{\text{середня}}(y_i)$	0,111	1	0,111
$\mu_{\text{висока}}(y_i)$	0,112	0,666	1

Таблиця 8

Функції належності терм-множини $D(p_2)$ (схема технологічного процесу)

y_i , умовні одиниці	1	2	3
$\mu_{\text{проста}}(y_i)$	1	0,334	0,111
$\mu_{\text{ускладнена}}(y_i)$	0,125	1	0,125
$\mu_{\text{складна}}(y_i)$	0,11	0,445	1

Скористаємося значеннями, поданими у табл. 1–3, для формування нечітких логічних рівнянь часткового показника M :

$$\mu_{\text{низька}}(M) = 0,779 \wedge 0,666 \wedge 0,779 \vee 0,779 \wedge 0,666 \wedge 1 = 0,666$$

$$\mu_{\text{середня}}(M) = 0,779 \wedge 1 \wedge 1 \vee 1 \wedge 1 \wedge 0,334 = 0,779$$

$$\mu_{\text{висока}}(M) = 1 \wedge 0,445 \wedge 0,334 \vee 0,555 \wedge 0,445 \wedge 0,334 = 0,334.$$

Дані підстановки у нечіткі логічні рівняння для часткового показника O візьmemo з табл. 4–6:

$$\mu_{\text{низька}}(O) = 0,5 \wedge 0,75 \wedge 0,445 \vee 1 \wedge 0,75 \wedge 0,445 = 0,445$$

$$\mu_{\text{середня}}(O) = 1 \wedge 1 \wedge 1 \vee 1 \wedge 1 \wedge 0,779 = 1$$

$$\mu_{\text{висока}}(O) = 1 \wedge 0,375 \wedge 0,779 \vee 0,625 \wedge 0,375 \wedge 0,779 = 0,375.$$

Нечіткі логічні рівняння для часткового показника P , побудовані за табл. 7–8, матимуть вигляд:

$$\mu_{\text{низька}}(P) = 0,334 \wedge 0,445 \vee 0,334 \wedge 1 = 0,334$$

$$\mu_{\text{середня}}(P) = 1 \wedge 0,334 \vee 1 \wedge 1 = 1$$

$$\mu_{\text{висока}}(P) = 0,666 \wedge 0,334 \vee 0,666 \wedge 1 = 0,666.$$

Отже, для термів «низька», «середня», «висока» найвищого рівня G нечіткі логічні рівняння набудуть такого вигляду:

$$\mu_{\text{низька}}(G) = 0,666 \wedge 0,445 \wedge 0,334 \vee 0,666 \wedge 1 \wedge 0,334 = 0,334$$

$$\mu_{\text{середня}}(G) = 0,779 \wedge 0,445 \wedge 1 \vee 0,334 \wedge 1 \wedge 1 = 0,445$$

$$\mu_{\text{висока}}(G) = 0,334 \wedge 0,375 \wedge 0,666 \vee 0,334 \wedge 1 \wedge 0,666 = 0,334.$$

На основі отриманих даних виконаємо дефазифікацію нечіткої множини за формулою [1, 2, 8–10]:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^m \left[\underline{G} + (i-1) \frac{\overline{G} - \underline{G}}{m-1} \right] \mu_i(G)}{\sum_{i=1}^m \mu_i(G)}, \quad (1)$$

де \underline{G} — найменше значення показника якості; \overline{G} — найбільше значення показника якості; m — кількість нечітких термів [1, 2, 8–10].

Прийmemo умовні межі для змінної G : $\underline{G} = 1\%$, $\overline{G} = 100\%$. Обчислення виконаємо за трьома точками поділу: 1%, 50%, 100%. У результаті обчислення отримаємо числове значення інтегрального показника якості проектування післядрукарських процесів:

$$G_{\text{прогноз.}} = \frac{1 \cdot 0,334 + 50 \cdot 0,445 + 100 \cdot 0,334}{0,334 + 0,445 + 0,334} = 50,3\% .$$

Висновки. На основі отриманих у попередніх дослідженнях значень функцій належності кожної лінгвістичної змінної проектування післядрукарських процесів сформовано таблиці за точками поділу універсальної множини значень та термножинами. Подано нечіткі логічні рівняння для аналізованих лінгвістичних змінних та для найвищого рівня G . За результатами згаданих дій здійснено дефазифікацію нечіткої множини та встановлено чітке значення інтегрального показника якості проектування післядрукарських процесів, що уможливило прогнозування якості готової книжкової продукції у виробничих умовах.

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., 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.
4. Осінчук О. І., Козак Р. О. Нечітка логіка як засіб формування якості планування книжкових видань. *Поліграфічні, мультимедійні та web-технології*: II Міжнародна науково-технічна конференція: матеріали конференції. Львів, 2018. С. 49–51.
5. Кудряшова А. Модель якості проектування післядрукарських процесів. *Технологічні комплекси*. Луцьк, 2019. № 1 (16). С. 44–48.
6. 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.
7. Кудряшова А. В., Сеньківський В. М. Опрацювання функцій належності лінгвістичних змінних проектування післядрукарських процесів (частина 2. Візуалізація значень функцій належності). *Поліграфія і видавнича справа*. 2020. № 1 (79). С. 30–41.
8. Сявавко М. С. Інформаційна система «Нечіткий експерт». Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 320 с.

9. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій : підруч. 7-ме вид., перероб. та допов. Київ : Видавничий Дім «Слово», 2006. 816 с.
10. 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.

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., Pikh, I. V., & Holubnyk, T. S. (2014). Nechitka baza znan i nechitki lohichni rivniannia v protsesi realizatsii montazhnykh spusliv: Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii drakarstva], 3, 111–119 (in Ukrainian).
4. Osinchuk, O. I., & Kozak, R. O. (2018). Nechitka lohika yak zasib formuvannya yakosti planuvannya knyzhkovykh vydan. Polihrafichni, multymediini ta web-tekhnohohii : II Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiia : materialy konferentsii. Lviv, 49–51 (in Ukrainian).
5. Kudriashova, A. (2019). Model yakosti proektuvannya pisliadrukarskykh protsesiv: Tekhnolohichni komplekсы. Lutsk, 1 (16), 44–48 (in Ukrainian).
6. Kudriashova, A. V. (2020). Opratsiuvannya funktsii nalezhnosti linhvistychnykh zminnykh proiektuvannya pisliadrukarskykh protsesiv (chastyna 1. Stvorennia matryts popamykh porivnian): Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii drakarstva], 1 (60), 26–32 (in Ukrainian).
7. Kudriashova, A. V., & Senkivskiy, V. M. (2020). Opratsiuvannya funktsii nalezhnosti linhvistychnykh zminnykh proiektuvannya pisliadrukarskykh protsesiv (chastyna 2. Vizualizatsiia znachen funktsii nalezhnosti): Polihrafiia i vydavnycha sprava, 1 (79), 30–41 (in Ukrainian).
8. Siavavko, M. S. (2007). Informatsiina systema «Nechitkyi ekspert». Lviv : Vydavnychiy tsentr LNU imeni Ivana Franka (in Ukrainian).
9. Zaichenko, Yu. P. (2006). Doslidzhennia operatsii. 7-me vyd., pererob. ta dopov. Kyiv : Vydavnychiy Dim «Slovo» (in Ukrainian).
10. 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).

doi: 10.32403/0554-4866-2021-1-81-28-34

DEFINING AN INTEGRAL QUALITY INDICATOR OF POST-PRESS PROCESSES DESIGN

A. V. Kudriashova

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

The principles of fuzzy logic, which have fuzzy boundaries, are used. The partial quality indicators of post-press processes design received in previous researches are presented, namely: “quality of the edition formation”, “quality of the production organization” and “quality of the edition processing”. Linguistic variables, term-sets and universal sets of values for each partial indicator are presented. In this case, the linguistic variables of the partial indicator “quality of the edition formation” are “the edition indicators”, “design features” and “operating conditions”; and the linguistic variables of the partial indicator “quality of the production organization” are “the production type”, “materials” (processing complexity), “the equipment type”; and the linguistic variables of partial indicator “quality of the edition processing” are “technological and economic calculations” (the production efficiency), “technological process scheme”. The nature of the defuzzification process is described, which is one of the key ones in fuzzy logic and consists in converting the values of a fuzzy set into a quantitative indicator. Tables of values of membership functions are formed for each linguistic variable by points of division of universal set of values and term-sets. Fuzzy logical equations are constructed for each linguistic variable for all partial indicators, as well as for the terms “low”, “average”, “high” of the highest level. The method of calculating the integrated quality indicator is presented. The numerical value of the integrated quality indicator of post-press processes design is received.

Keywords: *fuzzy logic, defuzzification, linguistic variable, membership function, fuzzy logical equation, integral quality indicator, post-press processes design.*

Стаття надійшла до редакції 16.02.2021.

Received 16.02.2021.