

УДК 655.5+004.942+881.3

УДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛІ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА КОМПОЗИЦІЙНЕ ОФОРМЛЕННЯ ВИДАВАННЯ

В. М. Сеньківський, І. В. Піх, А. В. Кудряшова, О. В. Литовченко

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

Розглянуто суть і значення оптимізації. Описано алгоритм проведення оптимізації за методом аналізу ієрархії. Побудовано матрицю попарних порівнянь на основі моделі пріоритетного впливу факторів на процес композиційного оформлення видання, отриманої за допомогою методу ранжування факторів. Визначено та нормалізовано компоненти головного власного вектора матриці попарних порівнянь. Перевірено результати оптимізації за критерієм максимального значення головного власного вектора, нормативних значень індексу узгодженості та відношення узгодженості. Присвоєно вагові значення факторам на основі вхідної моделі. Виокремлено варіанти вагових значень факторів композиційного оформлення видання. Побудовано та проаналізовано гістограму і порівняльний графік вагових значень компонент вихідного та нормалізованого векторів. Створено оптимізовану модель пріоритетного впливу факторів на процес композиційного оформлення видання. Порівняно вхідну та вихідну моделі.

Ключові слова: композиційне оформлення, фактор, оптимізація, матриця попарних порівнянь, вектор, вагові значення, модель.

Постановка проблеми. Поліграфічне виробництво являє собою розгалужену систему процесів та операцій, які постійно вдосконалюються задля отримання якісного кінцевого продукту. Попри стрімку автоматизацію та комп'ютеризацію на всіх етапах важко забезпечити раціональне використання наявних ресурсів. Часто не беруться до уваги фактори, які безпосередньо не задіяні у технологічному процесі, але здійснюють на нього колосальний вплив. Виявлення, систематизація та оптимізація факторів впливу дає змогу підвищити ефективність виробництва і якість готової продукції.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Останні дослідження присвячені створенню теоретичних основ забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів [1]; розробленню моделі ієрархії критеріїв якості книжкових видань [2]; оптимізації процесів верстання сторінок та перенесення фарби з друкарської форми на задрукований матеріал [3, 4]; оптимізації моделі параметрів автоматичного форматування рядка [5].

Мета статті — створення оптимізованої ієрархічної моделі впливу факторів на процес композиційного оформлення книжкового видання, використання якої дасть змогу виконавцю правильно розставляти акценти та систематизувати ро-

бочий процес і унеможливить недоопрацювання чи нехтування ключовими факторами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Первинне значення оптимізації полягає у покращенні вхідних даних, застосовуючи відповідний та доцільний комплекс заходів [6].

На рис. 1 зображено модель пріоритетного впливу факторів на процес композиційного оформлення видання, яка отримана за допомогою методу ранжування факторів [7] і потребує подальшої оптимізації.



Рис. 1. Вхідна модель пріоритетного впливу факторів на процес композиційного оформлення видання

Оптимізація моделі композиційного оформлення видання здійснюється за методом аналізу ієрархій, який передбачає розв’язання ряду задач [8–11]:

1. Побудова матриці попарних порівнянь (МПП) факторів композиційного оформлення видання з використанням шкали відносної важливості об’єктів за Саати [10]. При цьому порядок матриці визначається кількістю аналізованих факторів, попарно порівнюються встановлені на основі експертних оцінок ваги факторів кожного рядка та стовпця матриці A .

Припускаємо, що $A = (a_{ij})$. Матриця будується у формі таблиці та є обернено-симетричною, тобто $a_{ij} = 1/a_{ji}$, а елементи головної діагоналі дорівнюють одиниці.

Таблиця 1

Матриця попарних порівнянь

	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7
k_1	1	1/5	1/3	1/6	1/3	4	3
k_2	5	1	4	1/3	3	7	6
k_3	3	1/4	1	1/5	1/2	5	4
k_4	6	3	5	1	4	8	7
k_5	3	1/3	2	1/4	1	5	4
k_6	1/4	1/7	1/5	1/8	1/5	1	1/3
k_7	1/3	1/6	1/4	1/7	1/4	3	1

2. Обчислення компонент головного власного вектора МПП.

Головний власний вектор $K(K_1, K_2, \dots, K_n)$ визначається як середнє геометричне елементів кожного рядка матриці:

$$K_i = \sqrt[n]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot a_{in}} \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

де n — кількість факторів.

$$K = (0,641; 2,613; 1,06; 4,12; 1,388; 0,248; 0,394).$$

3. Нормалізація значень компонент головного власного вектора МПП, що формують множину оптимальних значень ваг факторів впливу на якість процесу.

Нормалізовані компоненти вектора K_n визначають оптимізовані числові пріоритети факторів і встановлюють попередній результат розв'язання завдання.

$$K_{i n} = \frac{\sqrt[n]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot a_{in}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot a_{in}}} \quad i = \overline{1, n} \quad (2)$$

Для зручнішого подання вагових значень факторів введемо адаптований нормалізований вектор: множимо оптимізовані компоненти вектора K_n на довільний коефіцієнт k . Нехай $k = 500$.

Оцінка узгодженості вагових значень факторів обчислюється множенням матриці попарних порівнянь праворуч на вектор K_n . У результаті обчислення одержимо нормалізований вектор K_{n1} .

Компоненти власного вектора K_{n2} матриці попарних порівнянь отримаємо, поділивши компоненти вектора K_{n1} на відповідні компоненти вектора K_n .

У результаті обчислень отримаємо:

$$K_n = (0,061; 0,25; 0,101; 0,394; 0,133; 0,024; 0,038).$$

$$K_n \times k = (30,5; 125; 50,5; 197; 66,5; 12; 19),$$

$$K_{n1} = (0,46; 1,886; 0,762; 2,973; 1,003; 0,181; 0,287).$$

$$K_{n2} = (7,540; 7,544; 7,545; 7,546; 7,541; 7,542; 7,553).$$

4. Перевірка результатів оптимізації за критерієм максимального значення головного власного вектора МПП, нормативних значень індексу узгодженості та відношення узгодженості.

Максимальне власне значення λ_{max} додатної обернено-симетричної матриці A визначається як середнє арифметичне компонент вектора K_{n2} .

Оцінка одержаного рішення визначається індексом узгодженості IU , який обчислюється за формулою:

$$IU = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}. \quad (3)$$

Отримані значення порівнюють з еталонними значеннями показника узгодженості — випадковим індексом KI . Результати можна вважати задовільними, якщо отримане шляхом обчислень значення індексу узгодженості IU не перевищує 10 % еталонного значення випадкового індексу KI , обраного з урахуванням кількості аналізованих факторів. Отже, для підтвердження адекватності розв'язку поставленої задачі повинна виконуватися нерівність $IU < 0,1 \times KI$.

Нижче подано таблицю величин випадкового індексу для матриць різного порядку, в якій порядок матриці відповідає кількості аналізованих об'єктів (факторів) і вказується у першому рядку, а еталонне значення показника узгодженості для кожного порядку вказується у другому рядку.

Таблиця 2

Значення випадкового індексу для матриць різного порядку

Кількість об'єктів	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Еталонне значення індексу	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57

Додатково результати оцінюють відношенням узгодженості, величину якого отримують із виразу: $KU = IU / KI$. Результати попарних порівнянь можна вважати задовільними, якщо $KU \leq 0,1$. Це свідчитиме про достатній рівень збіжності процесу та належну узгодженість експертних суджень стосовно попарних порівнянь факторів, відображених у відповідній матриці.

Після виконаних обчислень отримаємо:

$$\begin{aligned} \lambda_{max} &= 7,544; \\ IU &= 0,091. \end{aligned}$$

Здійснюємо перевірку умови достовірності результату. Нерівність $0,091 < 0,1 \times 1,32$ підтверджує адекватність розв'язку задачі.

Оскільки $KU = 0,069$, то виконання нерівності $0,069 \leq 0,1$ також підтверджує достатній рівень збіжності процесу та належну узгодженість експертних суджень.

5. Синтез оптимізованої моделі пріоритетного впливу факторів на якість реалізації технологічного процесу.

Для одержання вагових значень факторів (на основі початкової моделі) присвоїмо їм градацію умовних числових позначень відповідно до рівня домінантності, починаючи відлік із найнижчого. Нехай вага найнижчого рівня дорівнюватиме 20 умовним одиницям, а вага кожного наступного збільшуватиметься на 20 умовних одиниць відносно попереднього фактора.

$K_6 — 20, K_7 — 40, K_5 — 60, K_4 — 80, K_2 — 80, K_1 — 100, K_3 — 120.$

Одержані числові значення подамо у вигляді компонент вихідного вектора K_0 , згідно з порядком їх розміщення у матриці.

$K_1 — 100, K_2 — 80, K_3 — 120, K_4 — 80, K_5 — 60, K_6 — 20, K_7 — 40.$

Отримаємо вихідний вектор:

$$K_0 = (100; 80; 120; 80; 60; 20; 40).$$

Значення факторів K_n та K_0 , а також адаптовані значення $K_n \times k$ заносимо у порівняльну табл. 3.

Таблиця 3

Варіанти вагових значень факторів композиційного оформлення видання

i	1	2	3	4	5	6	7
K_0	100	80	120	80	60	20	40
K_n	0,25	0,101	0,394	0,133	0,061	0,024	0,038
$K_n \times k$	125	50,5	197	66,5	30,5	12	19

Використовуючи дані, наведені у порівняльній табл. 3, будемо гістограму і порівняльний графік вагових значень компонент вихідного та нормалізованого векторів, що ідентифікують відповідні їм ваги факторів.

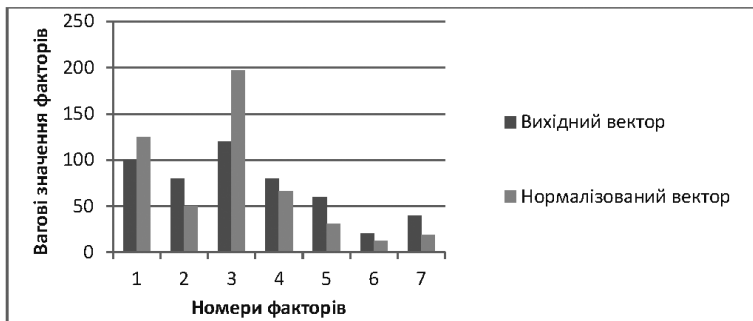


Рис. 2. Гістограма вагових значень компонент вихідного (K_0) та нормалізованого (K_n) векторів

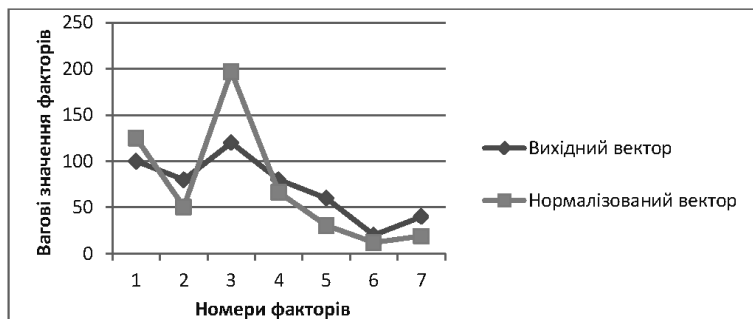


Рис. 3. Порівняльний графік вагових значень компонент вихідного (K_0) та нормалізованого (K_n) векторів

Проаналізувавши рис. 2 і рис. 3, бачимо, що для синтезування оптимізованої моделі пріоритетного впливу факторів на процес композиційного оформлення видання необхідно використати компоненти нормалізованого вектора, оскільки в результаті нормалізації встановлено відмінні одне від одного вагові значення для факторів K_2 та K_4 . Таким чином, під час побудови оптимізованої моделі вдасться уникнути однакової пріоритетності факторів, яка може спостерігатися у моделі, отриманій шляхом ранжування факторів.



Рис. 4. Оптимізована модель пріоритетного впливу факторів на процес композиційного оформлення видання

Висновки. У результаті дослідження оптимізовано модель пріоритетного впливу факторів на процес композиційного оформлення видання. Зазначимо, що на основі аналізу моделі до оптимізації та після неї для подальших досліджень необхідно використовувати саме оптимізовану модель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сеньківський В. М. Теоретичні основи забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (Частина 2. Синтез моделей пріоритетності дії факторів) // В. М. Сеньківський, І. В. Піх, А. В. Кудряшова // Поліграфія і видавнича справа. — 2016. — № 1 (71) — С. 20–29.
2. Сеньківський В. М. Модель ієрархії критеріїв якості книжкових видань / В. М. Сеньківський // Наукові записки [Українська академія друкарства]. — 2007. — № 1 (11). — С. 73–80.
3. Андріїв І. В. Оптимізація процесу верстання сторінок книжкових видань з використанням графів / І. В. Андріїв, І. В. Піх, В. М. Сеньківський // Наукові записки [Українська академія друкарства]. — 2003. — № 6. — С. 79–84.
4. Луцків М. Моделювання перенесення фарби з флексографічної форми на задруковуваний матеріал / М. Луцків, К. Стемпень // Поліграфія і видавнича справа. — 2008. — № 2 (48). — С. 141–152.
5. Піх І. В. Оптимізація моделі параметрів автоматичного форматування рядка / І. В. Піх // Поліграфія і видавнича справа. — 2009. — № 1 (49). — С. 96–106.
6. Оптимізація [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://glossary.starbasic.net/index.php?title=Оптимізація>.
7. Сеньківський В. М. Математичне моделювання процесу ранжування факторів / В. М. Сеньківський, І. В. Піх // Моделювання та інформаційні технології. — 2013. — Вип. 69. — С. 142–146.
8. Кохан В. Ф. Оптимізація моделі факторів прогнозування якості очищення анілоксових валів / В. Ф. Кохан // Наукові записки [Українська академія друкарства]. — 2012. — № 4 (41). — С. 157–165.
9. Лямець В. І. Системний аналіз : вступний курс / В. І. Лямець, А. Д. Тевяшев. — 2-ге вид., переробл. та допов. — Харків : ХНУРЕ, 2004. — 448 с.
10. Саати Т. Принятие решений (Метод анализа иерархий) / Т. Саати. — М. : Радио и связь, 1993. — 224 с.
11. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такаха. — М. : Мир, 1973. — 344 с.

REFERENCES

1. Senkivskiy, V. M., Pikh, I. V., & Kudriashova, A. V. (2016). Teoretychni osnovy zabezpechennia yakosti vydavnycho-polihrafichnykh protsesiv (Chastyna 2. Syntez modelei priorytetnosti dii faktoriv). Polihrafiia i vydavnycha sprava, 1 (71), 20–29 (in Ukrainian).
2. Senkivskiy, V. M. (2007). Model iierarkhii kryteriiv yakosti knyzhkovykh vydan. Naukovi zapysky [Ukrainska akademiia drukarstva], 1 (11), 73–80 (in Ukrainian).
3. Andriiv, I. V., Pikh, I. V., & Senkivskiy, V. M. (2003). Optyimizatsiia protsesu verstannia storinok knyzhkovykh vydan z vykorystanniam hrafov. Naukovi zapysky [Ukrainska akademiia drukarstva], 6, 79–84 (in Ukrainian).
4. Lutskev, M., & Stempen, K. (2008). Modeliuvannia perenesennia farby z fleksohrafichnoi formy na zadrukovuvanyi material. Polihrafiia i vydavnycha sprava, 2 (48), 141–152 (in Ukrainian).

5. Pikh, I. V. (2009). Optymizatsiia modeli parametriv avtomatichnoho formatuvannia riadka. Polihrafiia i vydavnycha sprava, 1 (49), 96–106 (in Ukrainian).
6. Optymizatsiia. Retrieved from <http://glossary.starbasic.net/index.php?title=Оптимізація> (in Ukrainian).
7. Senkivskiyi, V. M., & Pikh, I. V. (2013). Matematychno modeliuvannia protsesu ranzhuvannia faktoriv. Modeliuvannia ta informatsiini tekhnolohii, 69, 142–146 (in Ukrainian).
8. Kokhan, V. F. (2012). Optymizatsiia modeli faktoriv prohnozuvannia yakosti ochyshchennia aniloksovykh valiv. Naukovi zapysky [Ukrainska akademiia drukarstva], 4 (41), 157–165 (in Ukrainian).
9. Liamets, V. I., & Teviashev, A. D. (2004). Systemnyi analiz. (2d ed.). Kharkiv: KhNURE (in Ukrainian).
10. Saati T. (1993). Prinyatie resheniy (Metod analiza ierarhiy). Moskva: Radio i svyaz (in Russian).
11. Mesarovich, M., Mako, D., & Takahara, I. (1973). Teoriya ierarhicheskikh mnogourovnevnyih sistem. Moskva: Mir (in Russian).

IMPROVEMENT OF THE MODEL OF INFLUENCE FACTORS ON COMPOSITE DESIGN OF THE EDITION

V. M. Senkivskyy, I. V. Pikh, A. V. Kudriashova, O. V. Lytovchenko

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

The essence and the optimization value have been reviewed. The algorithm for optimizing the method of hierarchy's analysis has been described. The matrix of pairwise comparisons has been built, based on the model of factors priority influence on the process of composite design of editions obtained by the method of factors ranking. The components of main eigenvector of matrix of pairwise comparisons have been identified and normalized. The results of the optimization according to the criterion of maximum value of main eigenvector; regulatory values of consistency index and consistency attitudes have been checked. Valued factors have been assigned to factors based on an input model. Options of weight values of factors of composite design of editions have been singled out. A histogram and a comparison graph of weight values of components of output and normalized vectors have been constructed and analyzed. An optimized model of factors priority influence on the process of composite design of editions has been created. An input and output models have been compared.

Keywords: *composite design of edition, factor, optimization, matrix of pairwise comparisons, vector, weight value, model.*

Стаття надійшла до редакції 14.03.2016.

Received 14.03.2016.