

БАГАТОФАКТОРНИЙ ВИБІР АЛЬТЕРНАТИВ КОМПОЗИЦІЙНОГО ОФОРМЛЕННЯ КНИЖКОВОГО ВИДАННЯ

© Н. Є. Сеньківська, І. В. Піх, к.т.н., доцент,
В. М. Сеньківський, д.т.н., професор, УАД, Львів, Україна

На основе оптимизированной модели иерархии факторов композиционного оформления книжного издания осуществлена постановка и решение задачи многофакторного выбора альтернатив. Вычислена многофакторная оценка полезности каждой из альтернатив за методом анализа иерархий.

On the basis of the optimized model of hierarchy of factors of composition registration of book edition raising and decision of task of multivariable choice of alternatives is carried out. The multivariable estimation of utility is calculated to each of alternatives after the method of analysis of hierarchies.

У дослідженні [3] отримано оптимізовану модель факторів композиційного оформлення книжкових видань. Вона стала результатом використання методу Сааті аналізу ієрархій, який у застосуванні до завдань, пов'язаних з процесами випуску книжкової продукції передбачає у повному обсязі такі етапи [1]:

— побудова ієрархії, рівнями якої є загальна мета завдання, параметри (фактори, критерії), дотичні до проблеми, та альтернативи, числові значення функцій корисності яких обумовлюють вибір обґрунтованого рішення;

— визначення множини факторів, які впливають на якісну реалізацію технологічного етапу (наприклад, проектування видання, додрукарське опрацювання, друкування накладу);

— розроблення ієрархічної моделі пріоритетного впливу факторів на досліджуваний етап (процес);

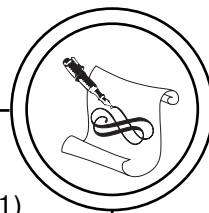
— оцінювання та оптимізація моделі з використанням методу попарних порівнянь, шкали відносної важливості факторів за Сааті та відповідної матриці попарних порівнянь;

— знаходження вагових числових величин (коефіцієнтів) пріоритетності впливу факторів на процес — значень функцій корисності факторів;

— обчислення багатофакторної оцінки корисності альтернатив для вибору оптимальної.

Перераховані вище етапи, крім багатофакторного вибору альтернатив, реалізовані раніше.

Завдання, пов'язані з ухваленням рішень, можуть містити значну кількість факторів (параметрів), аналіз яких у повному обсязі переобтяжить несуттєвими додатковими обчисленнями процес одержання результату. Початкове виокремлення факторів, достатніх для досліджен-



ня та побудови ієрархічної моделі, здійснюється експертним способом. Результиуюча модель звичайно містить до десяти факторів, кожний з яких у результаті оптимізації отримує певне числове значення.

Подальша багатофакторна оптимізація та відбір альтернатив зазвичай також не потребують такої кількості факторів. Для її обмеження користуються принципом Парето [1], суть якого без математичного трактування полягає у виборі серед множини факторів тих, які за своїм впливом домінують над іншими, тобто з подальшого розгляду вилучаємо фактори, які мають суттєво менші вагові коефіцієнти. Таким чином, розв'язок задачі шукаємо, послуговуючись взаємно не домінованими факторами, які утворюють так звану множину Парето $P(D)$, де $D \subset R^n$ — множина допустимих розв'язків.

Задача багатокритеріальної оптимізації на множині D з функціями мети $f(x) = (f_1(x), \dots, f_m(x))$ полягає у знаходженні максимального значення функцій корисності, тобто $f_i(x) \rightarrow \max_{x \in D}, i = 1, m$ [1]. У нашому випадку критеріями на першому рівні служать фактори композиційного оформлення видання, на іншому — композиційні альтернативи.

Багатокритеріальний вибір альтернативи побудований на основі методу лінійного згортання критеріїв, суть якого полягає у лінійному об'єднанні усіх часткових цільових функціоналів f_1, \dots, f_m в один:

$$F(w, x) = \sum_{i=1}^m w_i f_i(x) \rightarrow \max_{x \in D}; w \in W, \quad (1)$$

$$\text{де } W = \left\{ \begin{array}{l} w = (w_1, \dots, w_m)^T; \\ w_i > 0; \sum_{i=1}^m w_i = 1 \end{array} \right\}.$$

Вагові коефіцієнти w_i вказують на пріоритет факторів і ототожнюються з числовими значеннями функцій корисності факторів.

Функції корисності факторів чи альтернатив визначаються, опираючись на методи багатокритеріальної теорії корисності [1, 2, 5], які, у свою чергу, базуються на аксіоматичному обґрунтуванні. Для подальшого дослідження використаємо аксіоми, які обумовлюють незалежність виокремлених нами факторів за корисністю та перевагою.

У першому випадку фактор не залежить за корисністю від решти факторів, якщо порядок переваг при зміні рівня фактора не залежить від значень за рештою факторів. Умовою незалежності двох факторів від інших факторів за перевагою є незалежність оцінюваних ними двох альтернатив від значень за рештою факторів.

Передумовою багатокритеріального вибору альтернативи є теорема методу багатокритеріальної теорії корисності, суть якої зводиться до наступного. Якщо критерії незалежні за корисністю та перевагою, то існує функція корисності

$$U(x) = \sum_{i=1}^m w_i u_i(y_i), \quad (2)$$



де $U(x)$ — багатокритеріальна функція корисності ($0 \leq U(x) \leq 1$) альтернативи x ; $u_i(y_i)$ — функція корисності i -го критерію ($0 \leq u_i(y_i) \leq 1$); y_i — значення альтернативи x за i -м критерієм; w_i — вага i -го критерію, причому $0 < w_i < 1$, $\sum_{i=1}^m w_i = 1$.

Для вибору альтернативного варіанту композиційного оформлення книжкового видання сформуємо множину Парето із взаємно недомінованих факторів (див. [3]), які мають переважуючий вплив на структуру видання. Подамо їх у порядку важливості, вираженої ваговими коефіцієнтами:

- z_3 — ілюстрації, рисунки — ІЛС;
- z_5 — формат паперу і доли листа — ФПЛ;

— z_2 — шрифтова гама (гарнітура, кегель, накреслення) — ШРФ;

— z_1 — формування тексту та верстання сторінок — ВРС;

— z_8 — пропорція складових книжкової сторінки — ПРП.

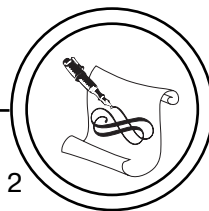
Нехай альтернативами композиційного оформлення будуть варіанти А, В, С. Сформуємо таблицю 1 з вихідними даними, у якій відобразимо значення вагових коефіцієнтів факторів та відсотки відносного оцінювання альтернатив за наведеними факторами.

Згідно наведеної вище теореми маємо: u_{ij} — корисність j -ї альтернативи ($j = 1, 2, 3$) за i -м фактором ($i = 1, \dots, 5$); U_j — багатofакторна оцінка корисності j -ї альтернативи, причому

$$U_j = \sum_{i=1}^5 w_i u_{ij}; \quad j=1,2,3, \quad (3)$$

Таблиця 1
Значення вагових коефіцієнтів факторів та відсотки відносного оцінювання альтернатив за наведеними факторами

Назви факторів	Ваги факторів	Оцінювання альтернатив за факторами		
		1	2	3
		А	В	С
Ілюстрації, рисунки	160 (w_1)	50 %	40 %	10 %
Формат паперу (доли листа)	100 (w_2)	30 %	50 %	20 %
Шрифтова гама	60 (w_3)	20 %	20 %	60 %
Формування тексту та верстання сторінок	40 (w_4)	40 %	10 %	50 %
Пропорції складових книжкової сторінки	20 (w_5)	10 %	70 %	20 %



Таблиця 2

Матриця попарних порівнянь виокремлених факторів

	ІЛС	ФПЛ	ШРФ	ВРС	ПРП
ІЛС	1	2	3	4	8
ФПЛ	1/2	1	2	3	5
ШРФ	1/3	1/2	1	2	3
ВРС	1/4	1/3	1/2	1	2
ПРП	1/8	1/5	1/3	1/2	1

де u_{ij} — корисність j -ї альтернативи за i -м фактором.

Оскільки для дослідження обрано нову підмножину факторів, вагові коефіцієнти яких не задовольняють умові теореми методу багатокритеріальної теорії корисності, для встановлення уточнених вагових значень факторів ми скористаємось методом попарних порівнянь та побудуємо відповідну матрицю-таблицю, у якій відобразимо попарні переваги між факторами за шкалою Сааті [4].

Після нормалізації матриці та її головного власного вектора (див. [3]), отримаємо вектор $W = (0,44; 0,26; 0,15; 0,09; 0,06)$, компонентами якого є уточнені ваги факторів:

$$w_1 = 0,44; w_2 = 0,26; w_3 = 0,15; \\ w_4 = 0,09; w_5 = 0,06.$$

Знайдемо значення функцій корисності u_{ij} . Для цього складемо матриці попарних порівнянь за перевагою варіантів А, В, С композиційного оформлення видання стосовно вибраних факторів, використовуючи табл. 1. Для перевірки узгодженості ре-

зультатів покажемо принагідно власне значення вектора пріоритетів λ_{\max} стосовно кожної з матриць, індекс узгодженості ІU та відношення узгодженості WU. Критерії їх оцінювання наведені у [3].

Використовуючи табл. 2, сформуємо почергово матриці, в яких відображено оцінювання альтернатив за окремими факторами.

$$\lambda_{\max} = 3,02; IU = 0,01; WU = 0,02.$$

Корисність альтернатив за фактором ІЛС:

$$u_{11} = 0,569; u_{12} = 0,333; u_{13} = 0,097.$$

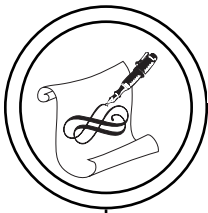
ІЛС	А	В	С
А	1	2	5
В	1/2	1	4
С	1/5	1/4	1

$$\lambda_{\max} = 3,01; IU = 0,00; WU = 0,01.$$

Корисність альтернатив за фактором ФПЛ:

$$u_{21} = 0,296; u_{22} = 0,539; u_{23} = 0,163.$$

ФПЛ	А	В	С
А	1	1/2	2
В	2	1	3
С	1/2	1/3	1



$$\lambda_{\max} = 3,00; IU = 0,00; WU = 0,00.$$

Корисність альтернатив за фактором ШРФ:

$$u_{31} = 0,200; u_{32} = 0,200; u_{33} = 0,600.$$

ШРФ	A	B	C
A	1	1	1/3
B	1	1	1/3
C	3	3	1

$$\lambda_{\max} = 3,02; IU = 0,01; WU = 0,02.$$

Корисність альтернатив за фактором ВРС:

$$u_{41} = 0,333; u_{42} = 0,097; u_{43} = 0,569.$$

ВРС	A	B	C
A	1	4	1/2
B	1/4	1	1/5
C	2	5	1

$$\lambda_{\max} = 3,002; IU = 0,001; WU = 0,002.$$

Корисність альтернатив за фактором ПРП:

$$u_{51} = 0,102; u_{52} = 0,681; u_{53} = 0,215.$$

ПРП	A	B	C
A	1	1/7	1/2
B	7	1	3
C	2	1/3	1

Як видно з обчислень, власне значення вектора пріоритетів λ_{\max} стосовно кожної з матриць, індексу узгодженості IU та відношення узгодженості WU знаходяться в межах норми. Підставивши уточнені вагові значення факторів та отримані вище показники корисності альтернатив

у вираз (3), отримаємо багатофакторні оцінки корисності альтернатив:

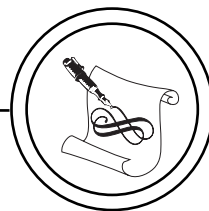
$$U_1 = 0,44 \cdot 0,569 + 0,26 \cdot 0,296 + 0,15 \cdot 0,2 + 0,09 \cdot 0,333 + 0,06 \cdot 0,102 = 0,394,$$

$$U_2 = 0,44 \cdot 0,333 + 0,26 \cdot 0,539 + 0,15 \cdot 0,2 + 0,09 \cdot 0,097 + 0,06 \cdot 0,681 = 0,366,$$

$$U_3 = 0,44 \cdot 0,097 + 0,26 \cdot 0,163 + 0,15 \cdot 0,6 + 0,09 \cdot 0,569 + 0,06 \cdot 0,215 = 0,240.$$

Згідно умови (1) найбільш прийнятний варіант композиційного оформлення книжкового видання встановлюється на підставі максимального значення багатофакторної оцінки корисності j-ї альтернативи. Перші два варіанти за значеннями величин U_1 та U_2 приблизно рівноцінні, однак за формальними ознаками перевагу надаємо альтернативі А, яка відповідно до наведених вище теоретичних викладок є оптимальною для забезпечення належної композиційної якості видання.

Дослідження було б неповним, якщо не розглянути варіант оформлення видання, у якому відсутні ілюстрації. У цьому випадку залишаються тільки чотири фактори, відповідних змін знає табл. 1 і матриця попарних порівнянь. В останній вилучимо рядок і стовпець, ідентифіковані фактором ІЛС. Отримаємо матрицю, наведену у табл. 3.



Таблиця 3
Модифікована матриця
попарних порівнянь

	ФПЛ	ШРФ	ВРС	ПРП
ФПЛ	1	2	3	5
ШРФ	1/2	1	2	3
ВРС	1/3	1/2	1	2
ПРП	1/5	1/3	1/2	1

Виконаємо без додаткових пояснень обчислення, аналогічно наведеним вище. Для виокремлення результатів до відповідних індексів скорочених позначень результатів додамо букву m . Відповідно матимемо альтернативи A_m, B_m, C_m .

Головний власний вектор $W_m = (0,483; 0,272; 0,156; 0,089)$ матриці міститиме такі ваги факторів: $w_{1m} = 0,48$; $w_{2m} = 0,27$; $w_{3m} = 0,16$; $w_{4m} = 0,09$.

Значення функцій корисності u_{ij} стосовно аналізованих факторів не зміняться. Це ж стосується і власних значень вектора пріоритетів λ_{\max} стосовно кожної з матриць, індексів узгодженості IU та відношення узгодженості WU . Для подальших обчислень уточнимо імена значень функцій корисності:

$$u_{11m} = 0,296; u_{12m} = 0,539;$$

$$u_{13m} = 0,163;$$

$$u_{21m} = 0,200; u_{22m} = 0,200;$$

$$u_{23m} = 0,600;$$

$$u_{31m} = 0,333; u_{32m} = 0,097;$$

$$u_{33m} = 0,569;$$

$$u_{41m} = 0,102; u_{42m} = 0,681;$$

$$u_{43m} = 0,215.$$

Модифіковані значення ваг факторів та отримані показники функцій корисності стосовно аналізованих факторів дадуть такі багатофакторні оцінки корисності альтернатив:

$$U_{1m} = 0,48 \cdot 0,296 + 0,27 \cdot 0,2 + 0,16 \cdot 0,333 + 0,09 \cdot 0,102 = 0,258,$$

$$U_{2m} = 0,48 \cdot 0,539 + 0,27 \cdot 0,2 + 0,16 \cdot 0,097 + 0,09 \cdot 0,681 = 0,391,$$

$$U_{3m} = 0,48 \cdot 0,163 + 0,27 \cdot 0,6 + 0,16 \cdot 0,569 + 0,09 \cdot 0,215 = 0,351.$$

Згідно умови (1) серед варіантів композиційного оформлення видання, яке не містить ілюстрацій, переважає альтернатива B_m , багатофакторна оцінка корисності якої U_{2m} є найбільшою.

У виконаному дослідженні здійснено постановку і розв'язання задачі багатофакторного вибору варіантів оформлення видання. Основою для розрахунків стала оптимізована ієрархічна модель та вагові значення факторів композиційного оформлення книжкового видання. За методом аналізу ієрархій обчислено багатофакторну оцінку корисності кожної з альтернатив



для видання, яке містить ілюстрації або, у якому вони відсутні. Результати можуть бути використані дизайнерами та операторами-верстальниками у процесі додрукарського підготування видання.

1. Бартіш М. Я. Дослідження операцій. Частина 3. Ухвалення рішень і теорія ігор / М. Я. Бартіш, І. М. Дудзяний. — Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. — 278 с. 2. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений: учебник / О. И. Ларичев. — М. : Логос, 2003. 3. Сеньківська Н. Є. Оптимізація моделі факторів композиційного оформлення книжкових видань / Н. Є. Сеньківська, В. М. Сеньківський, І. В. Калиній // Наукові записки. — 2010. — Вип. 1(17). — С. 65—75. 4. Т. Саати. Принятие решений (Метод анализа иерархий) / Т. Саати. — М. : Радио и связь, 1993. — 278 с. 5. Сявавко М. С. Інформаційна система «Нечіткий експерт» / М. С. Сявавко. — Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. — 320 с.

Рецензент — О. М. Величко, д.т.н.,
професор, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 21.02.11