

**С. Ф. Гавенко, В. М. Сеньківський, Н. Є. Сеньківська**  
Українська академія друкарства

**І. В. Калиній**  
Бережанський агротехнічний інститут

## **ОЦІНЮВАННЯ МОДЕЛІ ПАРАМЕТРІВ ПРОЕКТУВАННЯ КНИЖКОВИХ ВИДАНЬ**

*На основі розробленої моделі ієрархії параметрів проектування книжкових видань складено матрицю попарних порівнянь та розраховано вектор пріоритетів, який встановлює величину відношення узгодженості при оцінюванні впливу параметрів на якість друкованої продукції.*

*On the basis of the developed model of hierarchy of parameters of planning of book editions the matrix of nonpairwise comparisons is made and the vector of priorities, which sets the size of relation of co-ordination at the evaluation of influence of parameters on quality of printing products, is expected.*

Проектування видання є одним із етапів багатогранного редакційно-видавничого процесу, актуальність дослідження якого визначається декількома принциповими положеннями. По-перше, за останні роки ХХ століття в Україні сформувалась і продовжує розвиватися нова система видавничої справи. Становлення і функціонування нової видавничої системи відбувалось під впливом ряду важливих факторів, серед яких чітко виділяються соціально-політичні, економічні, науково-технічні (матеріально-технічною основою змін є зростаюче використання нових інформаційних і комунікаційних технологій) та інші. По-друге, потрібне пересомислення і розвиток деяких існуючих книговидавничих концепцій, у котрих недостатньо повно враховані складні за елементною базою і відповідною їй структурою книжкові видання, розвиток комп'ютерного та програмного забезпечення, особливості автоматизації додрукарських процесів.

Однак комп'ютерне забезпечення – це допоміжний засіб, а не заміна редактора чи працівників видавництва. Найбільш ефективно обчислювальна техніка може бути використана при наявності моделей, що описують об'єкт проектування й імітують його функціонування в заданому середовищі. Подібна модель, яка відображає стратифіковане подання зв'язків між параметрами, що впливають на дизайн книжкової сторінки і видання в цілому, наведена в роботах [1, 2]. Трансформуємо модель ієрархії параметрів композиційного оформлення видань, розмістивши рівні за спаданням пріоритетності дії на процес проектування видання (рис.1).

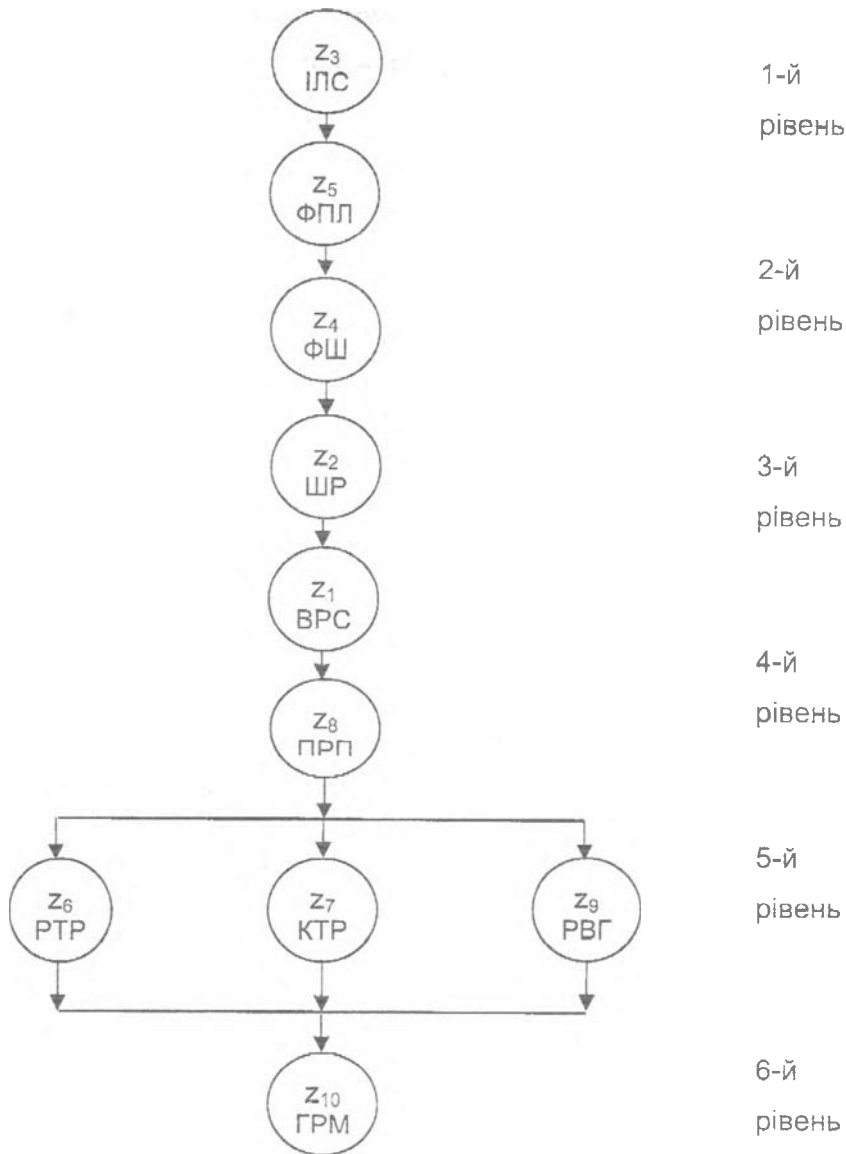


Рис. 1. Трансформована модель ієрархії параметрів композиційного оформлення видань

Множина параметрів, зображених на рис. 1, складається з двох груп параметрів. До першої віднесені засоби метричного (числового) регулювання значень параметрів – паперу і доли листа, шпальги та елементів, розміщених на ній в процесі верстання. Друга група параметрів впливає із законів композиції і характеризує правила і способи, які стосуються взаємного розміщення елементів на сторінці складання. Умовні позначення параметрів та їх мнемонічні назви мають наступне трактування:  $s_1$  – формування тексту та верстання сторі-

нок – ВРС;  $s_2$  – шрифтова гама (гарнітура, кегель, накреслення) – ШРФ;  $s_3$  – ілюстрації, рисунки – ІЛС;  $s_4$  – формат шпальти – ФШП;  $s_5$  – формат паперу і долі листа – ФПЛ;  $s_6$  – ритм розміщення елементів – РТМ;  $s_7$  – контраст розміщених поруч елементів – КТР;  $s_8$  – пропорція складових книжкової сторінки – ПРП;  $s_9$  – рівновага у співвідношенні елементів за масштабом – РВГ;  $s_{10}$  – гармонія єдності стилю оформлення – ГРМ.

Одержана структура є абстрактним відображенням умовної, поки-що описової, ваги параметра і може бути використана для визначення функціональної взаємодії компонент системи автоматизованого проектування видань. На даному етапі її адекватність оцінюється на рівні загальних логічних суджень, побудованих на словесних, слабо формалізованих експертних висновках. Таким чином, задача полягає не тільки у стратифікованому впорядкуванні параметрів. Більш важливою є проблема числового вираження міри впливу параметра нижчого рівня на зв'язаний з ним елемент вищого рівня, або ступінь переваги параметра. Звичайно це називають числовою або кардинальною погодженістю за рівнем пріоритетності [3]. За цим методом можна дослідити не тільки наявність чи відсутність узгодженості при парних порівняннях ваг параметрів, але й одержати числову оцінку міри адекватності взаємозв'язків між параметрами у вихідному графі.

Отже, для параметрів  $z_1, \dots, z_n$ , упорядкованих за рівнями ієрархії, встановлюємо ваги  $p_1, \dots, p_n$  їх впливу на параметри вищих рівнів. Нехай  $b_{ij}$  – число, яке визначає перевагу параметра  $z_i$  по відношенню до параметра  $z_j$ . Помістимо сукупність цих чисел у матрицю  $B$ , тобто  $B = (b_{ij})$ . Ця матриця обернено-симетрична, тобто  $b_{ij} = 1/b_{ji}$ . Якщо остання рівність справедлива для всіх порівнянь, то матрицю  $B$  називають погодженою. При точних вимірах ваг для погодженої матриці очевидним є наступне співвідношення:

$$b_{ij} = \frac{p_i}{p_j}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

Відомо, що матричне рівняння  $Bx = y$  є аналогом системи рівнянь

$$\sum_{j=1}^n b_{ij} x_j = y_i; \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

яка з врахуванням (1) може бути привведена до виразу

$$\sum_{j=1}^n b_{ij} p_j = np_i; \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

що відповідає скороченому векторному запису

$$Bp = np. \quad (2)$$

У виразі (2)  $p$  – власний вектор матриці  $B$  з власним значенням  $n$ .

Для задач проектування книжкових видань впливи між параметрами визначаються суб'єктивно на основі експертних оцінок. На початковому етапі

вони приймають одне із значень логічної змінної: «так» – вплив присутній; «ні» – впливу немає. Переведення логічних висловлювань у числовий двійковий еквівалент не вирішує проблеми. Отже, поки-що величину  $b_{ij}$  не можна обчислити точно, використовуючи рівняння (1). Виходом із ситуації можуть бути наступні твердженнями із теорії матриць [4].

Якщо числа  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$  задовольняють рівняння  $Bx = \lambda x$ , тобто є власними значеннями матриці  $B$ , причому  $b_{ii} = 1$  для всіх  $i$ , то для множини значень  $\lambda_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) справедливим є наступне співвідношення:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = n.$$

Остання рівність з додатковим врахуванням (2) означає, що тільки одне значення власного вектора матриці  $B$  рівне  $n$ , всі решта – нулі; тобто у випадку узгодженості експертних суджень максимальне власне значення матриці  $B$  дорівнюватиме  $n$ . Частка від ділення суми компонент власного вектора на кількість компонент визначить наближення до числа  $\lambda_{\max}$ , яке називається максимальним або головним власним значенням. Ця величина стає основою характеристикою, яка використовується для встановлення міри узгодженості експертних суджень стосовно парних порівнянь параметрів.

Стверджується також, що при незначній зміні елементів  $b_{ij}$  обернено-симетричної матриці  $B$  власне значення її вектора також зміниться несуттєво, тобто власне значення  $\lambda_{\max}$  буде близьким до  $n$ , а інші власні значення – незначно відрізнятимуться від нуля. Звідси слідує, що величина відхилення  $\lambda_{\max}$  від  $n$  може служити мірою узгодженості, або адекватності експертних суджень стосовно ваг параметрів в залежності від рівня їх розміщення в ієрархічній моделі. Відхилення від узгодженості називається індексом узгодженості і виражається величиною

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

Незважаючи на висловлені вище застереження стосовно відсутності точних мір значущості заданих параметрів, запропонуємо наступний спосіб вирішення проблеми. З урахуванням моделі ієрархії параметрів встановимо відносні числові значення їх ваг, починаючи з найнижчого рівня, якому надамо вагу 10 умовних одиниць. Припустимо також, що кожний наступний рівень на 10 одиниць більший від попереднього. При наявності на одному рівні декількох параметрів їх ваги встановлюються, виходячи з кількості приєднаних впливів. Якщо вершини таких параметрів позначені як абсолютно залежні, тоді їх ваги обернено пропорційні до кількості фіксованих впливів. Наявність в одній вершині одночасно приєднаних та залежних впливів вимагає додаткової експертної оцінки при встановленні ваги параметру. В результаті одержимо наступний числовий ряд ваг параметрів: ГРМ ( $z_{10}$ ) – 10; РТМ ( $z_6$ ) – 20; КТР ( $z_7$ ) – 25;

РВГ ( $z_9$ ) – 25; ПРП ( $z_8$ ) – 30; ВРС ( $z_1$ ) – 40; ШРФ – ( $z_2$ ) – 50; ФШП ( $z_4$ ) – 60; ФПЛ ( $z_5$ ) – 70; ІЛС ( $z_3$ ) – 80.

Для визначення шкали пріоритетів будемо квадратну обернено-симетричну матрицю парних порівнянь [4], порядок якої визначається числом аналізованих параметрів. Елементи матриці знаходимо із виразу (1), використовуючи вагові значення, отримані вище.

	$z_1(40)$	$z_2(50)$	$z_3(80)$	$z_4(60)$	$z_5(70)$	$z_6(20)$	$z_7(25)$	$z_8(30)$	$z_9(25)$	$z_{10}(10)$
$z_1(40)$	1	4/5	1/2	2/3	4/7	2	8/5	4/3	8/5	4
$z_2(50)$	5/4	1	5/8	5/6	5/7	5/2	2	5/3	2	5
$z_3(80)$	2	8/5	1	4/3	8/7	4	16/5	8/3	16/5	8
$z_4(60)$	3/2	6/5	3/4	1	6/7	3	12/5	2	12/5	6
$z_5(70)$	7/4	7/5	7/8	7/6	1	7/2	14/5	7/3	14/5	7
$z_6(20)$	1/2	2/5	1/4	1/3	2/7	1	4/5	2/3	4/5	2
$z_7(25)$	5/8	1/2	5/16	5/12	5/14	5/4	1	5/6	1	5/2
$z_8(30)$	3/4	3/5	3/8	1/2	3/7	3/2	6/5	1	6/5	3
$z_9(25)$	5/8	1/2	5/16	5/12	5/14	5/4	1	5/6	1	5/2
$z_{10}(10)$	1/4	1/5	1/8	1/6	1/7	1/2	2/5	1/3	2/5	1

Для встановлення міри узгодженості числових значень парних порівнянь параметрів, заданих наведеною вище матрицею, служить вектор пріоритетів матриці, для знаходження якого обчислимо спочатку головний власний вектор, після чого нормалізуємо його. Значення головного власного вектора – це корінь 10-го степеня від добутку елементів кожного рядка матриці.

$$E = (1,153; 1,441; 2,306; 1,729; 2,018; 0,576; 0,720; 0,864; 0,720; 0,288).$$

Нормалізуємо вектор  $E$ , для чого поділимо його компоненти на суму значень усіх компонент, що приведе до такого вектора:

$$E_n = (0,097; 0,121; 0,195; 0,146; 0,170; 0,048; 0,060; 0,073; 0,060; 0,024).$$

Нормалізований вектор  $E_n$  визначає уточнені числові пріоритети параметрів проєктування книжкових видань і встановлює попередній формальний результат розв'язання поставленої задачі. Для порівняння наведемо гістограму вагових значень вихідного та нормалізованого (компоненти якого помножимо на деякий коефіцієнт  $k$ ) векторів (рис.2). Для даної задачі прийнято  $k = 500$ , що забезпечує порівняльність компонент вказаних векторів.

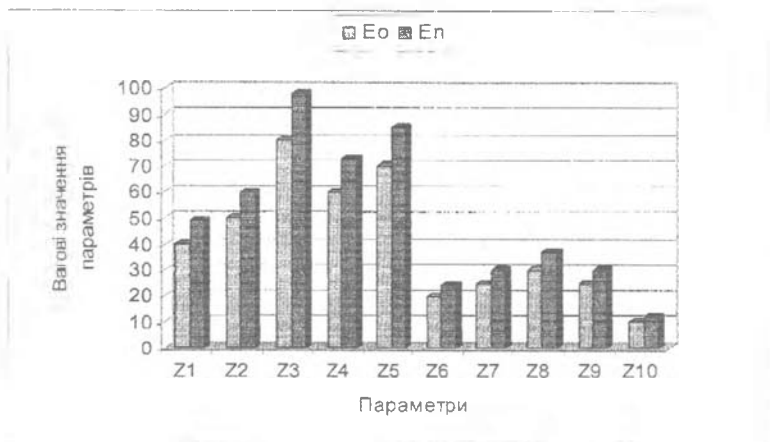


Рис. 2. Гістограма вагових значень параметрів вихідного ( $E_0$ ) та нормалізованого ( $E_n$ ) векторів

Як видно з гістограми, пропорції між числовими величинами ваг параметрів, в основному, зберігаються. Для оцінювання змін у відносних значеннях ваг нормалізованого вектора поділимо ваги параметрів вихідного вектора на відповідні ваги компонент нормалізованого вектора (помножені на  $k = 500$ ). Одержимо вектор  $K_n$ , компоненти якого назвемо коефіцієнтами нормалізації.

Результати обчислень подано у табл. 1. В ідеальному випадку коефіцієнти нормалізації повинні бути рівними між собою, у кращому разі – незначно відрізнятися. Такий результат може свідчити не тільки про належний рівень експертного оцінювання ситуації, але й про теоретичну і практичну узгодженість класу досліджуваної задачі і використаних методів.

Таблиця 1

	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$	$P_7$	$P_8$	$P_9$	$P_{10}$
$E_0$	40	50	80	60	70	20	25	30	25	10
$E_n$	0,097	0,121	0,195	0,146	0,170	0,048	0,060	0,073	0,060	0,024
$E_n \times k$	49	60	98	73	85	24	30	37	30	12
$K_n$	0,82	0,83	0,82	0,82	0,82	0,83	0,83	0,81	0,83	0,83

Відхилення значень складових вектора  $K_n$  практично відсутнє, що підтверджує адекватність моделі пріоритетів параметрів, зображеній на рис. 1. Важливим для прийняття рішення є той факт, що компоненти вихідного та нормалізованого векторів знаходяться у допустимій області значень. Порівняльний графік вагових значень компонент вихідного та нормалізованого (помноженого на коефіцієнт масштабування) векторів зображено на рис. 3.

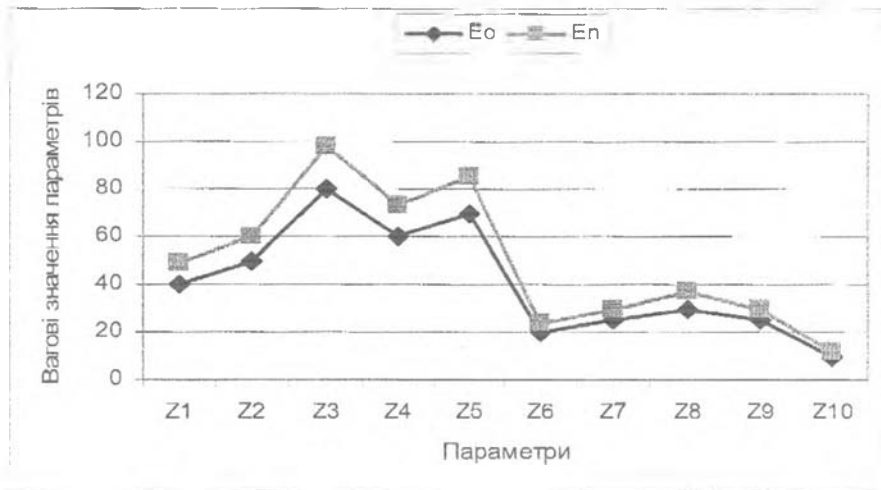


Рис. 3. Порівняльний графік вагових значень компонент вихідного ( $E_0$ ) та нормалізованого ( $E_n$ ) векторів

Обчислимо оцінку узгодженості вагових значень параметрів [3,5]. Помножимо матрицю парних порівнянь справа на вектор  $E$ . Одержимо вектор

$$E_{n1} = (0,975; 1,219; 1,951; 1,463; 1,707; 0,487; 0,609; 0,731; 0,609; 0,243).$$

Знайдемо компоненти власного вектора  $\lambda$ . Ділимо складові вектора  $E_{n1}$  на відповідні складові вектора  $E_n$ . Дістанемо вектор

$$E_{n2} = (10; 10; 10; 10; 10; 10; 10; 10; 10).$$

Наближене значення для  $\lambda_{\max}$  – це середнє арифметичне компонент вектора  $E_{n2}$ . Без додаткових обчислень маємо  $\lambda_{\max} = 10$ .

Оцінка одержаного рішення визначається індексом узгодженості, який враховується за формулою (3). У нашому випадку  $IU = 0$ .

Значення індексу узгодженості звичайно порівнюють з еталонними значеннями показника узгодженості [3], так званим випадковим індексом ( $WI$ ), який залежить від кількості об'єктів, що порівнюються. Випадковим індексом називають індекс узгодженості, одержаний для відгенерованої випадковим способом за шкалою від один до дев'яти обернено-симетричної матриці з відповідними оберненими величинами. При цьому результати вважаються задові-

льними, якщо пораховане значення індексу не перевищує 10% еталонного значення для відповідної кількості аналізованих об'єктів.

Таблиця величин випадкового індексу для матриць різного порядку (що рівнозначно різній кількості об'єктів) наведена нижче.

Таблиця 2

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:  $WU = IU/WI$ . Оскільки  $IU = 0$ , то, відповідно,  $WU = 0$ . Результати парних порівнянь можна вважати задовільними, якщо  $WU \leq 0.1$ . Отже, маємо достатній рівень збіжності процесу та належну узгодженість експертних суджень стосовно вагових значень параметрів, відображених у матриці парних порівнянь.

У результаті виконаного дослідження отримано нормалізовані вагові значення параметрів (див. табл. 1), які впливають на якість процесу проектування видання. Ваги параметрів оптимізовані за критерієм максимального значення власного вектора матриці парних порівнянь та адекватно відображають реальну ситуацію, відтворену у вихідній графічній моделі. Власний вектор уможливує упорядкування пріоритетів, а його максимальні значення забезпечує встановлення адекватного рішення, відхилення від якого виражається індексом узгодженості та вектором узгодженості. При незадовільних значеннях індексу узгодженості та відношення узгодженості треба переглянути вихідний граф зв'язків між параметрами, уточнити значення встановлених ваг їх значущості та відповідних їм величин парних порівнянь, тобто розв'язати у деякому наближенні обернену задачу.

1. Сеньківський В.М., Козак Р.О. Модель критеріїв композиційного оформлення книжкових видань // Наукові записки УАД. 2008. Вип.1 (13). С. 125-139.

2. Сеньківський В.М., Козак Р.О. Автоматизоване проектування книжкових видань: Моногр. Львів, 2008.

3. Лямець В.І., Тевяшев А.Д. Системний аналіз. Вступний курс. 2-е вид., перероб. та допов., Х., 2004.

4. Т. Саати. Принятие решений (Метод анализа иерархий). М.: Радио и связь, 1993.

5. Сявавко М.С. Інформаційна система «Нечіткий експерт». – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007.