

**DECOMPOSITION AND INFORMATION SUBSYSTEM MODEL WORK
UNITERMS**

By means of algebra decomposition algorithms are described and the mathematical model of the subsystem input, storage and processing uniterms. Model software is implemented and tested.

Стаття надійшла 15.10.10

УДК 004.94

I. В. Гілета

Українська академія друкарства

**ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ РОЗРАХУНКУ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ
ПАРАМЕТРІВ МАКЕТА ШПАЛЬТИ**

Окреслюється розроблена імітаційна модель розрахунку експертної оцінки узгодженості вагових коефіцієнтів параметрів макета шпальти .

Оцінка параметрів, метод парних порівнянь, імітаційна модель

Для прогнозування якості газетного видання потрібно провести моделювання його структури. Таке завдання передбачає декомпозицію процесу виготовлення макета газетної шпальти. На початковому етапі відбуваються виокремлення множини узагальнених параметрів та формалізація зв'язків між ними у вигляді графічної моделі ієрархічного графа [1]. Результатом такого моделювання є визначення вагомості впливу кожного параметра на структуру макета шпальти (рис. 1). Встановлення рівня важливості довільного параметра розроблюваного макета порівняно з іншими спричиняє необхідність оцінки пріоритетів параметрів та їх узгодженості з експертними судженнями.

При проектуванні шпальт газетних видань впливи між параметрами визначаються суб'єктивно на підставі експертних оцінок. Вони не завжди однозначні і часто виражаються в якісних оцінках. Для якісного аналізу потрібні кількісні оцінки. Систематичним методом вирішення цієї задачі є метод бінарних (або попарних) порівнянь, запропонований американським дослідником Т. Сааті [4]. Для цього використовується рангова дев'ятибальна шкала, яка дозволяє якісні оцінки параметрів відтворювати у шкалі відношень. За цією шкалою на основі думок експертів виставляється оцінка переваги одного параметра над іншим. Шкала створена за науковими даними. Порівняно з іншими відомими шкалами має ряд переваг. Базується на наступних положеннях:

1. Якісна різниця переваги одного об'єкта над іншим має достатню точність і на практиці може бути виражена числом.

2. Психофізіологічні властивості людини дозволяють досить добре розрізняти якісні відмінності об'єктів за шкалою з п'яти рівнів: немає переваги;

є незначна; ледве помітна; явна; дуже сильна, абсолютна. Ураховуючи проміжні значення, що знаходяться між указаними, одержують шкалу з дев'яти рівнів.

3. У психології існує поняття психологічної границі одночасного розрізнення предметів або їх характеристик (ця границя складає 7 ± 2).

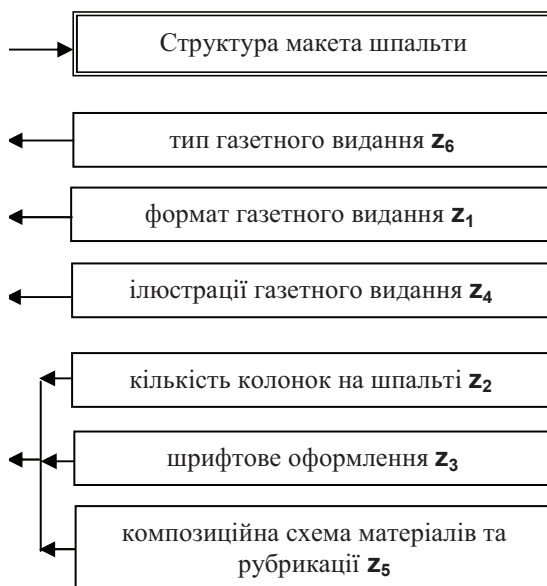


Рис. 1. Модель ієрархії параметрів композиційного формування шпальти

Таблиця 1

Оцінка переваг параметра за шкалою Сааті

Ознаки переваги або важливості одного параметра над іншим	Міра переваги
Перевага між параметрами відсутня	1
Незначна перевага між параметрами	3
Відчутна перевага між параметрами	5
Сильна перевага між параметрами	7
Абсолютна перевага між параметрами	9
Проміжні оцінки переваги	2, 4, 6, 8

Метод бінарних порівнянь дозволяє порівнювати між собою два параметри і виражати результат у ранговій шкалі. Коли більше двох параметрів, то, використовуючи цей метод, можна порівнювати кожен парний параметр і одержати при цьому ряд результатів. Їх подають у вигляді матриці, кожен елемент якої встановлює перевагу одного параметра над іншим. Таку матрицю називають матрицею попарних порівнянь (або пріоритетів).

Матриця попарних переваг — це діагональна матриця, усі діагональні елементи якої дорівнюють одиниці, адже вони відповідають порівнянню об'єктів самих із собою. Матриця є обернено симетричною, тобто елементи, симетричні відносно діагоналі, є взаємно оберненими. Якщо перевага одного параметра над іншим виражається певним числом a_{ij} , то для зворотного порівняння величина переваги a_{ji} дорівнює $a_{ji} = 1/a_{ij}$, тобто величини a_{ij} та a_{ji} є оберненими. Тут a_{ij} — елемент, який показує ступінь переваги (пріоритету, наданого експертами) величини, розміщеної в рядку i , над величиною розташованого в рядку j . Діагональні елементи обернено симетричної матриці завжди дорівнюють одиниці, адже параметр не має переваги сам над собою.

Коли параметри порівнюються за однією характеристикою, поданою в числовій шкалі, елементами матриці переваг є відношення числового значення параметра i -го рядка (ω_i) до числового значення параметра j -го стовпця (ω_j), тобто $a_{ij} = \omega_i / \omega_j$.

При порівнянні параметрів, які мають декілька числових характеристик різної розмірності, або таких, що характеризуються якісною оцінкою, елементам матриці присвоюють значення згідно з оцінками експертів за шкалою Сааті. Величина переваги проставляється в рядку більш важливого параметра, а в колонці (діагонально симетричній клітинці) записують обернене значення.

Істотною властивістю матриці переваг є її узгодженість. Розрізняють поняття кардинальної і порядкової узгодженості матриць. Кардинально узгодженою є матриця, побудована для величин, поданих у шкалі відношень. Для такої матриці справедлива умова кардинальної узгодженості — $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$. Добитися кардинальної узгодженості матриці, побудованої шляхом експертних оцінок, за шкалою Сааті надзвичайно важко. Тому для таких матриць вимагають задоволення вимог порядкової узгодженості.

Порядкова узгодженість полягає у тому, що коли параметр A_i має перевагу над параметром A_j , а параметр A_j над параметром A_k , то величина оцінки переваги a_{ik} повинна бути більша за величини a_{ij} і a_{jk} . Таке співвідношення повинно бути справедливим для будь-якої групи параметрів. Звичайно, добитися порядкової узгодженості легше, ніж кардинальної.

У матрицях, побудованих на підставі експертних оцінок, вимога порядкової узгодженості не завжди виконується. Особливо це характерно для матриць великої розмірності. Якщо вимога порядкової узгодженості порушується, то це свідчить, що в поглядах експертів є протиріччя. Судження слід переглянути, а матрицю відредагувати. Тому після складання матриці попарних порівнянь перевіряють ступінь узгодженості одержаних оцінок і при потребі матрицю коригують, тобто переглядають думку декількох (або всіх) експертів.

Можливість протиріч у матриці попарних порівнянь обумовлена тим, що матриця, побудована за судженнями експертів, містить значно більше їхніх оцінок, ніж повністю узгоджена. Число оцінок експертів, яке входить у матрицю, дорівнює $(n^2 - n)/2$, а повністю узгоджена матриця має всього $n - 1$ не-

залежних параметрів (n — порядок матриці). Різниця зростає із збільшенням розмірів матриці: якщо в матриці 2-го порядку кількість експертних оцінок і незалежних параметрів дорівнює одиниці, то вже в матрицю 5-го порядку входить 10 оцінок експертів при чотирьох незалежних параметрах, а в матрицю 8-го порядку — 28 при семи незалежних параметрах [5].

Для міри узгодженості матриці попарних порівнянь використовують два показники: індекс узгодженості (IU) та відношення узгодженості (VU).

Індекс узгодженості знаходять за формулою

$$IU = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1},$$

де λ_{\max} — найбільше власне значення матриці попарних порівнянь; n — розмірність матриці.

Найбільше власне значення матриці попарних порівнянь розраховують за формулою

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n P_i \times S_j,$$

де S_j — сума значень стовпців матриці, $S_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$;

P_i — компоненти вектора пріоритетів, $P_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}$.

Компоненти вектора пріоритетів обчислюються як нормоване значення власного вектора матриці V_i . Компоненти власного вектора матриці є середнім геометричним значенням елементів рядка матриці, тобто знаходяться за формулою

$$V_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_j}.$$

Відношення узгодженості (VU) дорівнює відношенню індексу узгодженості IU до випадкового індексу VI :

$$VU = \frac{IU}{VI}$$

Випадковим індексом називають індекс узгодженості, розрахований для квадратної n -мірної, обернено симетричної матриці, елементи якої є випадковими числами (наприклад, створені генератором випадкових чисел, розподілених за рівномірним законом). Для виконання розрахунків використовується таблиця випадкових індексів матриць до 15-го порядку (табл. 2). Величини випадкових індексів у ній розраховані як середнє значення вибірки з $N=100$ матриць.

Таблиця 2

Значення випадкових індексів матриць

Порядок матриці, n	Випадковий індекс матриці, v_i
2	0
3	0,58
4	0,9
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49

Відношення узгодженості матриць, для яких виконується вимога кардинальної узгодженості, завжди дорівнює нулю. Для матриць, в яких умова кардинальної узгодженості не виконується, цей індекс відмінний від нуля і близький або дорівнює одиниці для матриць, побудованих повністю випадковим способом. Вимагається, щоб відношення узгодженості не перевищувало 0,1. Якщо ж $VU < 0,1$, то матрицю пріоритетів вважають задовільною, а коли ця умова не виконується, то експерту рекомендують переглянути свої судження і відредагувати матрицю попарних порівнянь [5, 6].

Зазначена методика пошуку матриці пріоритетів вимагає значної кількості розрахунків. Для оптимізації узгодженості параметрів необхідно цей процес автоматизувати. Реалізація указаних дій передбачає розроблення імітаційної моделі розрахунку матриці пріоритетів і оптимізації поглядів експертів про значення параметрів системи.

На основі наведеного логіко-математичного опису методу бінарних порівнянь пропонуємо імітаційну модель отримання значень параметрів макета газетного видання. На першому етапі побудуємо її логічну схему. Очевидно, що для комп'ютерного моделювання даного процесу потрібно на підставі суджень експертів отримати матрицю попарних порівнянь (табл. 3) для узагальнених параметрів.

Таблиця 3

Матриця попарних порівнянь

	ФГВ	ККШ	ШРО	ІЛВ	КМР	ТГВ
ФГВ	1	5	7	3	5	1/3
ККШ	1/5	1	5	1/3	2	1/7
ШРО	1/7	1/5	1	1/7	1/4	1/9
ІЛВ	1/3	3	7	1	5	1/5
КМР	1/5	1/2	4	1/5	1	1/9
ТГВ	3	7	9	5	9	1

Використовуючи метод попарних порівнянь, для оцінки параметрів макета знаходимо відношення узгодженості експертних суджень. Коли показник менший за 0,1, приймаємо оцінку параметрів як узгоджену. В іншому разі необхідно переглянути оцінки параметрів для повторного виконання обчислень.

Для реалізації наступного етапу розроблення програмного забезпечення для імітаційного моделювання вибрано середовище Delphi. Ця технологія володіє потрібним набором засобів, які забезпечують створення зручного графічного інтерфейсу для імітаційного дослідження та мають необхідні можливості для опрацювання даних методом попарних порівнянь [2, 3].

Створене програмне забезпечення охоплює перелік процедур обробки вихідної матриці попарних порівнянь. Для наведеного вище логіко-математичного опису розроблено блок-схему імітаційної моделі алгоритму методу (рис. 2). На початку відбуваються введення кількості узагальнених параметрів n та, відповідно, початкове визначення матриці попарних порівнянь. Далі здійснюється обчислення вектора V , координатами якого є корені n -го степеня з добутку елементів відповідного рядка матриці попарних порівнянь. Визначаємо суму вектора S і нормалізуємо його, обчислюючи новий вектор P , елементи якого будуть розраховуватися за формулою

$$P_i = S_i / \sum_{i=1}^n S_i$$

Обчислюємо вектор E за формулою $E = A \times P$. Нормалізуємо вектор E і, позначивши його через E^n , знаходимо

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i^n}{n}$$

Визначаємо індекс узгоджуваності IU та відношення узгодженості VU :

$$IU = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad VU = \frac{IU}{VI}$$

де VI — випадковий індекс.

Критерієм завершення процесу моделювання є перевірка умови $VU \leq 0,1$. У випадку, коли відношення узгодженості більше за порогове значення 0,1, потрібно переглянути судження експертів. Відбуваються корекція суджень і, відповідно, зміна вигляду матриці попарних порівнянь і повторний обрахунок значення відношення узгодженості.

Для реалізації імітаційного процесу методом попарних порівнянь розроблено інтерфейс (рис. 3), де відображено всі проміжні параметри моделювання.

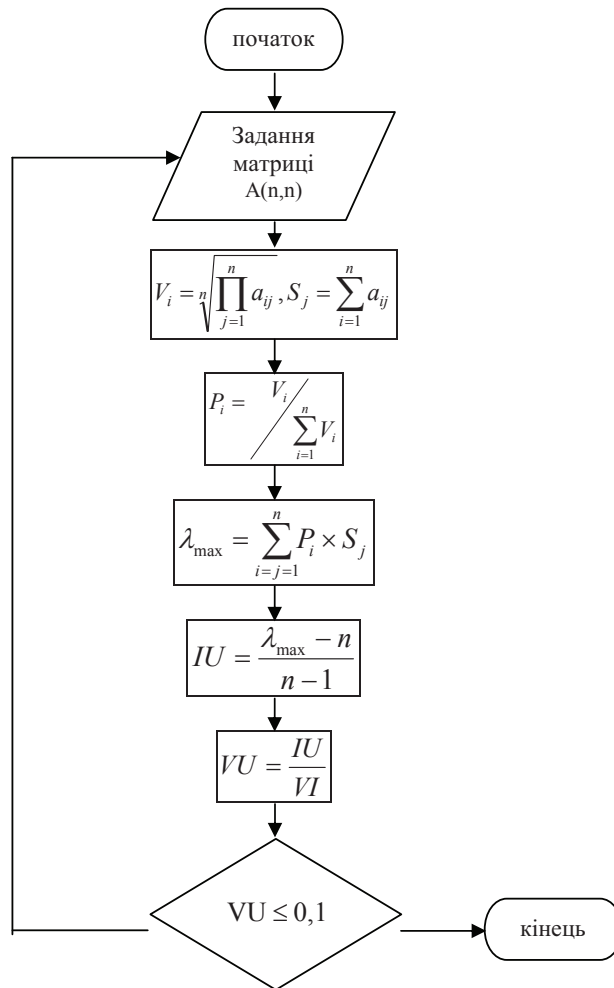


Рис. 2. Блок-схема алгоритму імітаційної моделі методу парних порівнянь

Процес встановлення парних порівнянь параметрів макета шпальти здійснюється наступним чином. Спочатку вводиться кількість параметрів із зазначенням їх мнемонічних назв. Відтак задаються попередні значення експертних оцінок переваг параметрів, що відповідають початковому заданню матриці парних переваг. Далі проводиться обчислення результатів з наступною оцінкою випадкового індексу

У результаті нашого дослідження розроблено імітаційну модель розрахунку числових значень параметрів макета шпальти на основі формулювання їх переваг щодо інших параметрів. Визначення оцінки узгодженості пріоритетності параметрів забезпечує можливість автоматизації процесу моделювання структури газетного видання.

Метод бінарних (парних) порівнянь

Введіть число критерієв:

Введіть назви критерієв

№	1	2	3	4	5	6
назва:	ФГВ	ККШ	ШРО	ІЛВ	КМР	ТГВ

Задання експертних оцінок переваг критерієв

	ФГВ	ККШ	ШРО	ІЛВ	КМР	ТГВ
ФГВ	1	5	7	3	5	1/3
ККШ	1/5	1	5	1/3	2	1/7
ШРО	1/7	1/5	1	1/7	1/4	1/9
ІЛВ	1/3	3	7	1	5	1/5
КМР	1/5	1/2	4	1/5	1	1/9
ТГВ	3	7	9	5	9	1

Вивід проміжних результатів

	В1	Е	Еn	Еn1	Еn2	mu
1	0	2,365	0,245	1,582	6,433	0,046
2	0	0,675	0,070	0,443	6,312	0,115
3	0,98	0,219	0,022	0,156	6,847	0,541
4	0,9	1,383	0,143	0,927	6,447	0,060
5	1,12	0,455	0,047	0,304	6,425	0,166
6	1,24	4,517	0,463	3,050	6,492	0,023

Результати методу

λ_{\max} 6,49320619688578

ІП 0,098641239377155

ВП 0,079549386594480

Рис. 3. Інтерфейс програми автоматичного розрахунку оцінки узгодженості параметрів шпальти

1. Гілета І. В. Вектор пріоритетів для критерієв верстання шпальт газетних видань / І. В. Гілета, В. М. Сеньківський // Квалілогія книги: зб. наук. пр. — Львів: УАД, — Вип. №2 (14). 2008. — С.25–36. 2. Иванова Г.С. Технология программирования: [учебн. для вузов]/ Г.С. Иванова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. — 320 с. 3. Куликовский Н. Ф. Теоретические основы информационных процессов / Н. Ф. Куликовский, В. В. Мотов. — М.: Высш. шк., 1987. — 248 с. 4. Саати Т. Принятие решений (Метод анализа иерархий). / Т. Саати. — М.: Радио и связь 1993. — 280 с. 5. Сорока К. О. Основы теории систем и системного анализа: навч. посібн. / К. О. Сорока — Х., 2005. — 288 с. 6. Сявакко М. С. Интеллектуализованная информационная система «Нечеткий эксперт» / М. С. Сявакко. — Львів: ВЦ ЛНУ, 2007. — 320 с.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПАРАМЕТРОВ МАКЕТА ГАЗЕТНОЙ ПОЛОСЫ

Описывается имитационная модель расчета экспертной оценки согласованности весовых коэффициентов параметров макета страницы.

SIMULATION MODEL CALCULATION OF WEIGHT FACTORS LAYOUT OPTIONS NEWSPAPER PAGES

Describes the simulation model to calculate the expert assessment of the coherence weighting parameters of the layout of the page.

Стаття надійшла 12.01.11