

ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ФАКТОРОВ КОМПОЗИЦИОННОГО ОФОРМЛЕНИЯ КНИЖНЫХ ИЗДАНИЙ

На основе разработанной модели иерархии факторов композиционного оформления книжных изданий с использованием метода иерархий определен вектор приоритетов матрицы парных сравнений, главное собственное значение которого считается критерием оптимизации исходной модели. Синтезировано оптимизированную модель приоритетного влияния факторов на качество композиционного оформления издания.

OPTIMIZATION OF MODEL OF FACTORS OF COMPOSITION REGISTRATIONS OF BOOK EDITIONS

On the basis of the developed model of hierarchy of factors of composition registration of book editions with the use of method of hierarchies the vector of priorities of matrix of pair comparisons is certain, the main own value of which is considered the criterion of optimization of initial model. The optimized model of priority influence of factors is synthesized on quality of composition registration of edition.

Стаття надійшла 17.01.10

УДК 881.3+003.03

Т. В. Олянишен

Національний лісотехнічний університет України

ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ФАКТОРОВ ПОПИТУ НА КНИГИ МЕТОДОМ ПОПАРНИХ ПОРІВНЯНЬ

На основі аналізу ієрархічної моделі факторів, що впливають на процес купівлі книжок, синтезовано вектор пріоритетів матриці попарних порівнянь, головне власне значення якого служить фактором оптимізації вихідної моделі.

Оптимізація моделі, фактор попиту, книга, метод попарних порівнянь

Дослідження, пов'язані з вербальними оцінками слабо формалізованих процесів, до яких можна віднести проблему попиту на книги та встановлення факторів, що впливають на нього, не набули широкого розповсюдження в науковій літературі. Узагальнена оцінка ситуації з купівлею книжок поки що тільки формально фіксує результати, нехай і підтверджені широкими статистичними викладками [2]. Цікавими, на наш погляд, та важливими з точки зору ефективності прогнозування ситуації могли б бути дослідження, що визначають дію на інтенсивність читання множини вибраних факторів. У результаті їх аналізу, експертного оцінювання суті та способів впливу доцільним є розроблення ієрархічної моделі факторів, яка, крім упорядкування за важливістю впливу на процес, уможливила б встановлення числових мір їх значущості з подальшою оптимізацією цих значень.

На основі вивчення, аналізу та експертного оцінювання факторів і процесів, пов'язаних із засвоєнням інформації, котру можна почерпнути в друкованих виданнях, було проведено дослідження [4], результатом якого стали багаторівневі ієрархічні моделі пріоритетного впливу встановлених факторів на купівлю книг. Вони досить об'єктивно відображають важливість типу населеного пункту, соціального стану, матеріального становища, віку та інших стимулюючих факторів, які, на наш погляд, є визначальними для купівлі книги.

Компонентами вектора факторів, прийнятими для експертного оцінювання, стали лінгвістичні змінні, які визначали: S_1 — регіон — місце проживання (РЕГ); S_2 — психологічний стан — налаштованість на купівлю книжок (ПСН); S_3 — соціальний стан — зайнятість (СОЦ); S_4 — тип населеного пункту (ТНП); S_5 — стать (СТА); S_6 — вік (ВІК); S_7 — потреба в придбанні книжки (ПТК); S_8 — матеріальне становище (МТР); S_9 — наявність потрібної літератури (ЛІТ); S_{10} — вартість книжки — ціна (ЦІН); S_{11} — наявність мережі книжкових магазинів (МРЖ). З використанням методу ієрархій [1, 3] одержано два варіанти моделей ієрархії вищенаведених факторів (критеріїв), які впливають на купівлю книг [4]. Одну з них, а саме модифіковану модель (рис. 1), використаємо для подальшого дослідження.

Ієрархічну модель (див. рис. 1) можна вважати попереднім результатом, який відображає реальну ситуацію у сфері попиту на книги, подану неформальним описом зв'язків між факторами у вигляді графа. Незважаючи на віднесення факторів до певних рівнів, тобто попереднього встановлення їх неформального пріоритету на основі експертних висновків, ця модель не може бути вирішальним аргументом планування ситуації. Виходячи з математичної термінології, маємо необхідну умову для прийняття попереднього рішення, але недостатню для того, щоб воно було достовірним. Як указують дослідники [3, 5], для адекватного оцінювання ситуації потрібно визначити міру впливу факторів одного рівня на фактори попереднього рівня, встановивши таким чином їх дію на загальну ціль.

Знання про сферу попиту на книги та відношення до неї з боку потенційного покупця ми описали набором факторів, або так званих лінгвістичних змінних, оскільки їх значення (а в сенсі нашої задачі імена) задано словами природної мови, тобто пов'язано з лінгвістичною невизначеністю. Для формалізації якісних знань, пов'язаних з лінгвістичними невизначеностями, використовують теорію нечітких множин [5]. Впливаючи з її визначення, граф рис. 3.2 природно назвати лінгвістичною моделлю.

Лінгвістична змінна, як і будь-яка інша, може набувати різних значень, утворюючи терм-множину значень. Оскільки нас цікавить тільки дія вибраних факторів (лінгвістичних змінних) як чинників впливу на зацікавленість суспільства книгою, то дослідження їх значень і допустимих меж задання становить окрему проблему, не окреслену в даній роботі.

У зв'язку з тим важливою задачею є числове вираження міри впливу фактора нижчого рівня на зв'язаний з ним елемент вищого рівня, або вста-

новлення ступеня переваги фактора. Така узгодженість називається числовою або кардинальною, вираженою за рівнем пріоритетності [3]. За цим способом можна дослідити не тільки наявність або відсутність узгодженості при попарних порівняннях значущості факторів, але й одержати числову оцінку міри адекватності зв'язків між факторами у вихідному графі та оптимізувати вагові характеристики факторів.

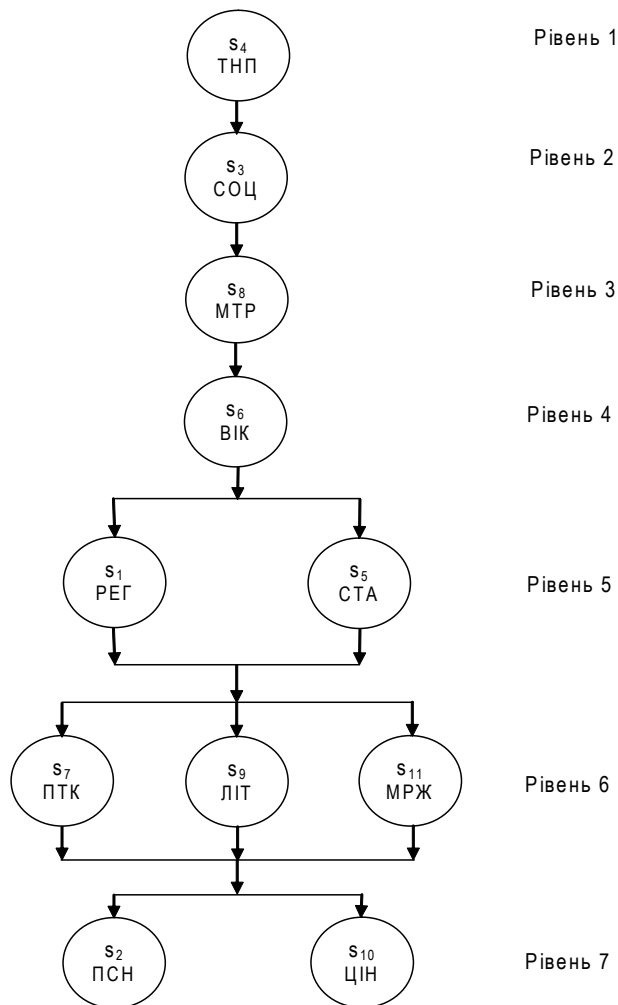


Рис. 1. Модель ієрархії факторів, що визначають попит на книгу

Розв'язання подібних задач здійснюється з використанням методу попарних порівнянь, реалізація якого зумовлює побудову матриці значень за результатами експертних порівнянь факторів. При порівнянні експерт встановлює, наскільки один фактор переважає інший. При цьому для полегшення його роботи використовується шкала відносної важливості об'єктів за Сааті (табл. 1).

Таблиця 1

Оцінка важливості	Критерії порівняння	Пояснення щодо вибору критерію
1	Об'єкти рівноцінні	Відсутність переваги s_i над s_j
3	Один об'єкт дещо переважає інший	Існує підстава наявності слабкої переваги s_i над s_j
5	Один об'єкт переважає інший	Існує підстава наявності суттєвої переваги s_i над s_j
7	Один об'єкт абсолютно переважає інший	Існує підстава наявності явної переваги s_i над s_j
9	Один об'єкт абсолютно переважає інший	Абсолютна перевага s_i над s_j не викликає сумніву
2,4,6,8	Компромісні проміжні значення	Допоміжні порівняльні оцінки

Помістимо сукупність оцінок важливості як результат порівняння факторів у матрицю A , тобто $A = (a_{ij})$. Ця матриця обернено-симетрична, що тотожно відношенню $a_{ij} = 1/a_{ji}$. Зрозуміло, що згідно з наведеними в табл. 1 умовами діагональні елементи матриці дорівнюють 1.

Наведемо деякі аргументи [3] стосовно обґрунтованості вибору верхньої межі для елементів a_{ij} . Встановлено, що для якісного розмежування об'єктів при їх порівнянні достатньо п'яти визначень: рівний, слабкий, сильний, дуже сильний, абсолютний. Додавши до цього проміжкові значення, дістанемо цифру дев'ять. Відомо також, що психологічна межа 7 ± 2 предметів при їх порівнянні забезпечується дев'ятьма градаціями відмінностей між ними.

Остаточна матриця попарних порівнянь матиме такий вигляд:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	РЕГ	ПСН	СОЦ	ТНП	СТА	ВІК	ПТК	МТР	ЛІТ	ЦІН	МРЖ	
1	РЕГ	1	5	1/3	1/5	2	1/2	3	1/3	5	7	5
2	ПСН	1/5	1	1/5	1/9	1/3	1/5	1/3	1/5	1/2	2	1/2
3	СОЦ	3	5	1	1/3	5	3	5	3	5	7	7
4	ТНП	5	9	3	1	5	5	7	3	7	9	7
5	СТА	1/2	3	1/5	1/5	1	1/3	4	1/5	3	7	5
6	ВІК	2	5	1/3	1/5	3	1	5	1/4	5	7	5
7	ПТК	1/3	3	1/5	1/7	1/4	1/5	1	1/5	2	5	3
8	МТР	3	5	1/3	1/3	5	4	5	1	5	7	5
9	ЛІТ	1/5	2	1/5	1/7	1/3	1/5	1/2	1/5	1	3	2
10	ЦІН	1/7	1/2	1/7	1/9	1/7	1/7	1/5	1/7	1/3	1	1/3
11	МРЖ	1/5	2	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1/5	1/2	3	1

Для одержання вектора пріоритетів матриці попарних порівнянь визначимо головний власний вектор, відтак нормалізуємо його. Один із найточніших способів розв'язання поставленої задачі полягає в наступному. Знаходимо добуток елементів кожного рядка матриці і вираховуємо корінь 11-го степеня. Одержимо вектор

$$E = (1,447; 0,350; 3,123; 4,801; 1,048; 1,738; 0,648; 2,546; 0,497; 0,224; 0,390).$$

Компоненти вектора E поділимо на суму значень усіх компонент, що приведе до нормалізації вектора.

$$E_n = (0,086; 0,020; 0,185; 0,285; 0,062; 0,103; 0,038; 0,151; 0,029; 0,013; 0,023).$$

Нормалізований вектор E_n визначає уточнені числові пріоритети факторів попиту на книги і попередній формальний результат розв'язання задачі.

Обчислимо оцінку узгодженості вагових значень параметрів [3]. Для цього матрицю парних порівнянь справа помножимо на вектор E . Одержимо вектор

$$E_{n1} = (1,009; 0,244; 2,316; 3,503; 0,779; 1,274; 0,469; 1,946; 0,344; 0,164; 0,280).$$

Знайдемо компоненти власного вектора λ . Складові вектора E_{n1} поділимо на відповідні складові вектора E_n . Отримаємо вектор

$$E_{n2} = (11,72; 11,73; 12,47; 12,47; 12,50; 12,32; 12,18; 12,85; 11,63; 12,34; 12,06).$$

Наближене значення для λ_{max} — це середнє арифметичне компонент вектора E_{n2} . Після обчислень маємо $\lambda_{max} = 12,19$.

Оцінка одержаного рішення визначається індексом узгодженості, який у нашому випадку вираховується за формулою $IU = 0,119$.

Як зазначалося вище, значення індексу узгодженості зазвичай порівнюють з еталонними величинами показника узгодженості, так званим випадковим індексом (WI), який залежить від кількості об'єктів, що зіставляються. 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 задовільними, якщо пораховане значення індексу не перевищує 10% еталонної величини випадкового індексу WI для відповідної кількості аналізованих об'єктів. Величини випадкового індексу для матриць різного порядку (що рівнозначно різній кількості об'єктів) наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Кількість об'єктів	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
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	1,59

Порівнявши пораховане значення індексу узгодженості з табличною еталонною величиною індексу для одинадцяти об'єктів, отримаємо нерівність $IU < 0,1 \times WI$, яка підтверджує адекватність розв'язку задачі. Додатково результати оцінюють відношенням узгодженості, величину якого одержують з виразу $WU = IU/WI$. Оскільки для нашого випадку $WI = 1,51$, то відповідно $WU = 0,08$. Результати

парних порівнянь можна вважати задовільними, якщо $WU \leq 0,1$. Отже, маємо достатній рівень збіжності процесу та належну узгодженість експертних суджень щодо попарних порівнянь факторів, відображених у відповідній матриці.

У результаті нашого дослідження отримано нормалізовані вагові значення факторів, які впливають на інтенсивність попиту на книги. Ваги факторів оптимізовано за критерієм максимального значення власного вектора матриці попарних порівнянь; вони адекватно відображають реальну ситуацію, відтворену у вихідній графічній моделі. При незадовільних значеннях індексу узгодженості та відношення узгодженості потрібно переглянути вихідний граф зв'язків між факторами, уточнити величини відповідних їм попарних порівнянь, тобто розв'язати в деякому наближенні обернену задачу.

Цікавими в цьому контексті можуть бути наступні міркування. Якщо максимальна величина власного вектора матриці попарних порівнянь і величина відношення узгодженості не виходять за межі допустимих значень, то їх можна вважати факторами оптимізації одержаної ієрархічної моделі впливу чинників на книжковий попит. За цими значеннями встановлюються адекватність ієрархічної моделі реальній ситуації та її узгодженість з експертними оцінками важливості факторів.

Як уже зазначалося, нормалізований вектор E_n визначає уточнені числові пріоритети факторів попиту на книги, тобто складові цього вектора можна ототожнити з ваговими значеннями факторів. Для одержання при цьому цілих чисел, співвимірних з імовірними експертними оцінками важливості факторів значення компонент вектора E_n множимо на деякий коефіцієнт, наприклад, $k = 1000$.

Згідно з моделлю рис. 3.2, враховуючи рівні розміщення факторів і кількості приєднаних зв'язків для факторів, що знаходяться на одному рівні ієрархії, присвоїмо їм, починаючи з найнижчого рівня, деякі числові значення, які відображають вагу фактора в загальній схемі. Одержимо наступний ряд значень: ЦІН — 10; ПСН — 20; МРЖ — 30; ЛІТ — 40; ПТК — 50; СТА — 60; РЕГ — 70; ВІК — 80; МТР — 90; СОЦ — 100; ТНП — 110. Переставимо їх відповідно до порядку розміщення в матриці попарних порівнянь: РЕГ — 70; ПСН — 20; СОЦ — 100; ТНП — 110; СТА — 60; ВІК — 80; ПТК — 50; МТР — 90; ЛІТ — 40; ЦІН — 10; МРЖ — 30 — і запишемо у вигляді компонент деякого вектора:

$$E_0 = (70; 20; 100; 110; 60; 80; 50; 90; 40; 10; 30).$$

Вагові значення факторів задамо в табл. 3.

Таблиця 3

Фактори	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	g_{10}	g_{11}
E_0	70	20	100	110	60	80	50	90	40	10	20
E_n	0,086	0,020	0,185	0,285	0,062	0,103	0,038	0,151	0,029	0,013	0,023
$E_n \times k$	86	20	185	285	62	103	38	151	29	13	23

Використовуючи дані табл. 3, побудуємо порівняльний графік вагових значень компонент вихідного (E_0) та нормалізованого (E_n), помноженого на коефіцієнт k , векторів (рис. 2).

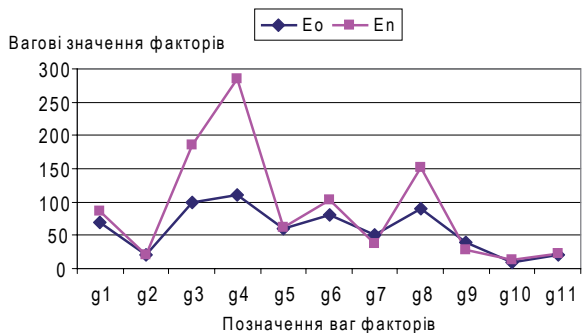


Рис. 2. Порівняльний графік вагових значень компонент вихідного (E_o) та нормалізованого (E_n) векторів

Як видно з графіка, ієрархія вагових значень факторів, одержаних з компонент нормалізованого вектора, побудованого на основі методу попарних порівнянь, не порушує ієрархічного порядку розташування факторів у моделі, синтезованій з використанням методу ієрархій. Компоненти нормалізованого вектора дають змогу синтезувати оптимізовану модель впливу факторів на книжковий попит.

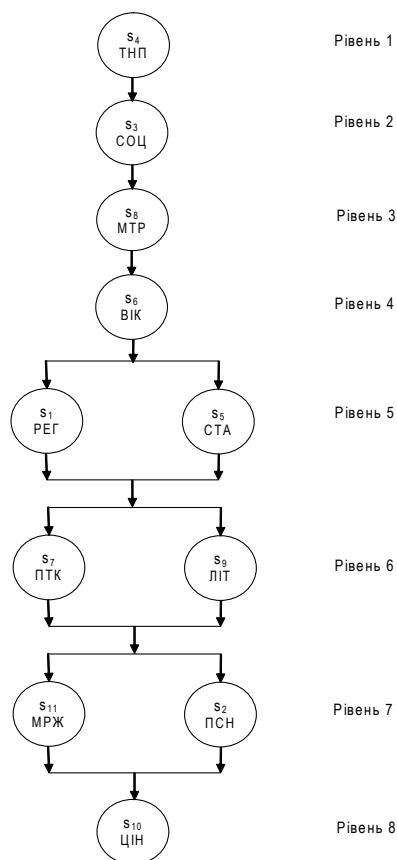


Рис. 3. Оптимізована модель ієрархії факторів попиту на книги

Порівняння графічних моделей рис. 1 і 3 додатково підтверджує узгодженість результатів задачі автоматизованого прогнозування впливу вибраних факторів на процеси попиту на книжкову продукцію. Збіжність рангів факторів у випадку використання двох незалежних методів підтверджує вірогідність отриманих результатів, узгодженість експертних суджень, достовірність ієрархічної моделі факторів та її придатність до використання.

1. Лямец В. И. Системный анализ. Вступительный курс / В. И. Лямец, А. Д. Тевяшев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Х.: УНУРЕ, 2004. — 448 с. 2. Олянишен Т. В. Хто і які книги купує в Україні (за результатами соціолого-статистичних досліджень) / Т. В. Олянишен, Я. В. Котляревський // Полігр. та вид. справа. — 2009. — Вип. 2 (50). — С. 74–83. 3. Саати Т. Принятие решений (Метод анализа иерархий) : пер. с англ. / Т. Саати. — М.: Радио и связь, 1993. — 278 с. 4. Сеньківський В. М. Модель ієрархії критеріїв попиту на книги / В. М. Сеньківський, О. В. Мельников, Т. В. Олянишен // Наук. зап. (Укр. акад. друкарства). — 2008. — Вип. 1 (13). — С. 155–162. 5. Сявакко М. С. Інформаційна система «Нечіткий експерт» / М. С. Сявакко. — Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. — 320 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ФАКТОРОВ СПРОСА НА КНИГИ МЕТОДОМ ПОПАРНЫХ СРАВНЕНИЙ

На основани анализа иерархической модели факторов, влияющих на процесс покупки книг, синтезировано вектор приоритетов матрицы попарных сравнений, главное собственное значение которого служит фактором оптимизации исходной модели.

OPTIMIZATION MODEL OF FACTORS OF DEMAND FOR BOOKS METHOD OF PAIRED COMPARISONS

Based on analysis of the hierarchical model of factors influencing the process in the Purchase of books, synthesized vector of priorities of the matrix of pairwise comparisons, the main eigenvalue of which is a factor in optimizing the outcome-term model.

Стаття надійшла 15.01.10