

УДК 004.72+004.032

ОПТИМІЗАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ІЄРАРХІЇ КРИТЕРІЇВ ЯКОСТІ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ВИДАНЬ З ВІДЕОКОНТЕНТОМ

А. М. Терновий, С. П. Васюта, О. Г. Хамула

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

На основі попередньо отриманих результатів та проаналізованих критеріїв, які впливають на процес створення мультимедійних видань з вмістом відеоконтенту та розробленого графу взаємозв'язків між цими критеріями, які ієрархічно впорядковані за пріоритетністю впливу на процес моделювання представлення інформації, проведено оцінку та оптимізовано багаторівневу модель критеріїв з використанням методу попарних порівнянь і шкали відносної важливості Саати. З отриманих результатів можна зробити висновки, що для покращення наочності подання інформації в мультимедійних виданнях варто використовувати відеоконтент. Донедавна вважалося, що відео тільки збільшить обсяг сайту та погіршить навігацію. Як показали отримані результати, дані дослідження можуть бути цінними для майбутніх дослідників, котрі створюватимуть схожі програмні ресурси, а саме — мультимедійні видання.

Ключові слова: критерії, матриця попарних порівнянь, шкала Саати, оптимізація, багаторівнева модель.

Постановка проблеми. Термін відеомаркетингу відомий у сфері веб-розробки вже давно, однак активного вжитку він набув тільки з розвитком веб-індустрії. А той факт, що його елементи нині в тренді — приємні новини для веб-майстрів з трьох причин:

- як інструмент для розробки сайту, підвищення його привабливості, розвитку його популярності відеоелементи дизайну поки що не настільки широко використовуються, що відкриває можливість задіяти їх як характерну перевагу ресурсу;
- численні новини для веб-дизайнерів рясніють новими відеоінструментами, тому різноманіття варіацій використання цих елементів майже необмежене;
- відеоконтент — це не лише інструмент для презентації сайту, надання йому оригінального вигляду, це ще й елемент системи його монетизації, тобто отримання з проекту додаткового прибутку.

Мультимедіа-презентації дають можливість подати інформацію не тільки в зручній для сприйняття послідовності, але й ефектно поєднувати звукові та візуальні образи, які створять позитивне ставлення до поданої інформації. Тому у будь-якому авторитетному журналі для веб-майстрів наголошено: впроваджувати елементи відеомаркетингу актуально саме сьогодні. Інше питання: як це робити,

як використовувати відеоконтент, чого чекати від нововведень? Ці питання потребують якнайшвидшого розв'язання [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Результати попередніх досліджень з побудови моделі критеріїв впливу на якість створення та сприйняття інформації в мультимедійному виданні [2, 3], проведених в Українській академії друкарства, уможливили оцінку та оптимізацію багаторівневої моделі критеріїв впливу на сприйняття інформації видання. Також було проведено відповідну оптимізацію з використанням методу попарних порівнянь і шкали відносної важливості Сааті [4, 5]. Сьогодні досліджують можливості створення мультимедійних видань з вмістом відеоконтенту. Згідно з опитуваннями респондентів отримано такі критерії впливу: *p1* — дизайн (Д); *p2* — кольорова гама (КГ); *p3* — гарнітура шрифту (ГШ); *p4* — навігація (Н); *p5* — технологія розробки (ТР); *p6* — розмір текстового блоку (ТБ); *p7* — зображення (З); *p8* — відеоконтент (ВК). На основі отриманих та проаналізованих у результаті анкетування критеріїв, які впливають на якість мультимедійних видань з відеоконтентом, вперше розроблено граф взаємозв'язків між даними критеріями, які ієрархічно впорядковані за пріоритетністю впливу на процес створення мультимедійних видань з відеоконтентом.

Отже, аналіз критеріїв, які впливають на якість проектування мультимедійних видань з вмістом відеоконтенту, на основі теорії графів дав змогу побудувати структуровану модель ієрархії з виявленням пріоритетності їх впливу. Це уможливить виділення основних критеріїв за ступенем впливу та врахування їх для оптимізації алгоритму системи.

Мета статті — розглянути та дослідити моделі ієрархії критеріїв якості створення мультимедійних видань зі встановленням числових ваг отриманих критеріїв на основі попарних порівнянь та виявлення переважаючої дії кожного критерію, що впливає на якість проектування видання, яке містить серед іншої інформації відеоконтент. Це дасть можливість дослідити наявність і узгодженість при попарних порівняннях ваг критеріїв та отримати числову оцінку взаємозв'язків між ними у вихідному графі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як зазначено вище, продовженням дослідження моделі ієрархії критеріїв впливу якості мультимедійних видань з відеоконтентом є встановлення їх числової ваги. Для розв'язання цієї задачі використано метод попарних порівнянь. Метод попарних порівнянь зводиться до побудови матриці значень за результатами експертних порівнянь критеріїв. Кожний експерт встановлює, наскільки один критерій переважає інший, використовуючи шкалу відносної важливості об'єктів за Сааті (табл. 1) [6].

Таблиця 1

Оцінка важливості	Фактори порівняння
1	Об'єкти рівноцінні
3	Один об'єкт дещо переважає інший
5	Один об'єкт переважає інший
7	Один об'єкт значно переважає інший
9	Один об'єкт абсолютно переважає інший
2, 4, 6, 8	Компромісні проміжні значення

Спочатку будуємо матрицю попарних порівнянь Y , тобто $Y=(y_{ij})$. Вона оберненосиметрична, що тотожно відношенню $y_{ij} = 1/y_{ji}$. Матриця попарних порівнянь має вигляд:

Таблиця 2

		1	2	3	4	5	6	7	8
		Д	КГ	ГШ	Н	ТР	ТБ	З	ВК
1	Д	1	2	3	1/2	7	6	4	5
2	КГ	1/2	1	2	1/3	6	5	3	4
3	ГШ	1/3	1/2	1	1/5	5	4	2	3
4	Н	2	3	5	1	8	7	4	6
5	ТР	1/7	1/6	1/5	1/8	1	2	1/3	3
6	ТБ	1/6	1/5	1/4	1/7	1/2	1	1/3	2
7	З	1/4	1/3	1/2	1/4	3	3	1	2
8	ВК	1/5	1/4	1/3	1/6	1/3	1/2	1/2	1

Компонента головного власного вектора обчислюється як середнє геометричне значення в рядку матриці [6].

$$E_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n y_{ij}}$$

Головний власний вектор має вигляд:

$$E_0 = (2,66; 1,81; 1,19; 3,76; 0,43; 0,38; 0,81; 0,35).$$

Компонента вектора пріоритетів обчислюється [7]:

$$E_n = E_i / \sum_{i=1}^n E_i$$

Нормалізований вектор має вигляд:

$$E_n = (0,233; 0,159; 0,104; 0,330; 0,037; 0,032; 0,072; 0,03).$$

Для візуального сприйняття кожному компоненту вектора помножимо на коефіцієнт $k = 1000$. $E_n \times k = (233; 159; 104; 330; 37; 32; 72; 30)$. Узгодженість вагових значень факторів обчислюємо множенням вектора E_n на матрицю попарних порівнянь. Отримано вектор E_{n1} , який має вигляд:

$$E_{n1} = (1,93; 1,32; 0,88; 2,79; 0,34; 0,28; 0,59; 0,27).$$

Знайдемо компоненти власного вектора λ . Розділивши компоненти вектора E_n на відповідні компоненти E_{n1} , отримаємо вектор E_{n2}

$$E_{n2} = (8,27; 8,29; 8,47; 8,48; 9,04; 8,53; 8,31; 8,82).$$

Наближене значення для оцінки узгодженості експертних суджень обчислюється за формулою [7]:

$$\lambda_{\max} = \sum_{j=1}^n M_j E_j$$

де $M_j = \sum_{i=1}^n y_{ij}$ — сума елементів i -го стовпця матриці; E_j — вектор пріоритетів аналізованої матриці.

$\lambda_{max} = 8,5$. Ця величина використовується для встановлення міри узгодженості експертних суджень стосовно попарних порівнянь критеріїв у задачах з лінгвістично невизначеними факторами.

Оцінка одержаного рішення визначається індексом узгодженості [7]:

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

Отже, ми одержимо $IU = 0,07$. Значення індексу узгодженості порівнюють з еталонними значеннями показника узгодженості з випадковим індексом (WI), який залежить від кількості об'єктів, що порівнюються.

Нижче подано таблицю величин випадкового індексу для матриць різного порядку [8].

Таблиця 3

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

Порівнюючи значення індексу узгодженості і табличне еталонне для 8 об'єктів, отримуємо нерівність $IU < 0,1 \times WI$, (WI — випадковий індекс узгодженості, при $n = 8$ $WI = 1,41$). Отримано рівність $0,07 < 0,1 \times 1,41$, що свідчить про належну узгодженість експертних суджень, яка підтверджує адекватність розв'язку задачі.

Для порівняння наведемо гістограму вагових значень вихідного та нормалізованого векторів. Враховуючи, що критерії розміщені на різних рівнях ієрархії присвоїмо їм числові значення, починаючи з найнижчого рівня, якому надамо вагу 10 умовних одиниць.

Одержимо такий ряд значень: ТР — 10; ТБ — 20; ВК — 30; З — 40; ГШ — 50; КГ — 60; Д — 70; Н — 80. Запишемо їх у вигляді вектора

$$E_{вих} = (70; 60; 50; 80; 10; 20; 40; 30).$$

Вагові значення подамо у таблиці:

Таблиця 4

	Д	КГ	ГШ	Н	ТР	ТБ	З	ВК
$E_{вих}$	70	60	50	80	10	20	40	30
$E_{n \times k}$	233	159	104	330	37	32	72	30

Використовуючи дані таблиці 4, побудуємо гістограму вагових значень компонент вихідного та нормалізованого векторів.

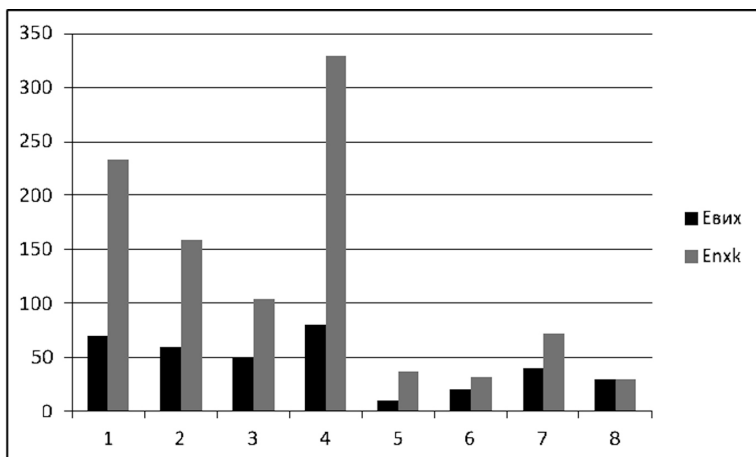


Рис. 1. Порівняльна гістограма вагових значень компонент вихідного (E_o) та нормалізованого ($E_n \times k$) векторів

Значення компонент нормалізованого вектора — це оптимізовані вагові величини розглянутих критеріїв якості мультимедійних видань з відеоконтентом, які використано для побудови оптимізованої моделі, зображеної на рис. 2.

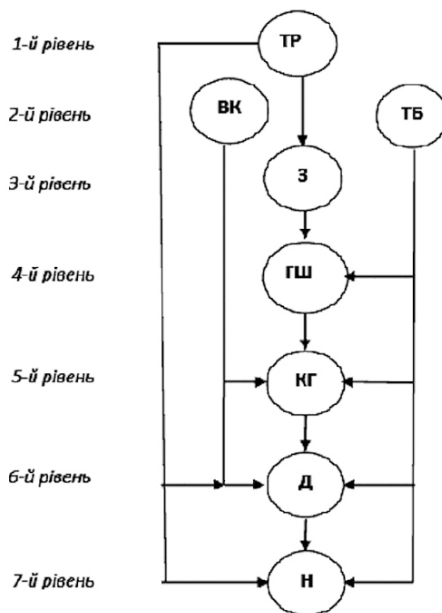


Рис. 2. Оптимізована модель пріоритетного впливу критеріїв якості мультимедійних видань з відеоконтентом

Висновки. На основі створення мультимедійних видань з вмістом відеоконтенту розроблена оптимізована модель, яка показує вплив критеріїв на якість проектування останніх. Ця модель дає змогу визначити пріоритети критеріїв під час проектування видання. З проведеного дослідження випливає, що розробники надають мало уваги опрацюванню відео для мультимедійних видань. Використову-

ючи таке моделювання, дизайнеру легше визначити пріоритети під час розробки мультимедійного видання. На основі таких моделей можна створювати відповідні програми, за допомогою яких автоматично проектувати оформлення мультимедійного видання. Тому отримані результати оптимізації буде використано для подальших досліджень у сфері проектування мультимедійних видань з різним контентом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Корисні новини для веб-дизайнерів: відеоконтент має вивести дизайн на новий рівень [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://elcomart.com/show/295531.html>.
2. Хамула О. Г. Побудова математичної моделі ієрархії критеріїв впливу на якість сприйняття інформації в електронних виданнях / О. Г. Хамула / Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова. — Вип. 71. — Київ : ІПМ-ВЕ ім. Г.Є. Пухова НАН У. — 2014. — С. 110–118.
3. Хамула О. Г. Построение математической модели иерархии критериев влияния на качество восприятия информации в электронных изданиях для детей с нарушениями зрения [Електронний ресурс] / О. Г. Хамула, С. П. Васюта, М. Р. Яців / Интернет-журнал: Науковедение (ИГУПИТ). — № 6 (25). — 2014. Режим доступа : <http://naukovedenie.ru/PDF/30tvn614.pdf>.
4. Хамула О. Г. Оптимізація математичної моделі ієрархії критеріїв якості сприйняття інформації в електронних виданнях дітьми з вадами зору / О. Г. Хамула, С. П. Васюта, М. Р. Яців / Збірник наукових праць «Технологія і техніка друкарства» (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут») (Київ, Україна). — Вип. № 4 (46). — 2014. — К., 2014. — С. 14–20.
5. Хамула О. Г. Оптимізація багаторівневої моделі факторів впливу на проектування композиційного оформлення електронного видання для дітей з вадами зору / О. Г. Хамула, С. П. Васюта, М. Р. Яців // Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова. — Вип. 73. — К. : ІПМВЕ ім. Г. Є. Пухова НАНУ. — 2014. — С. 204–209.
6. Сорока К. О. Основи теорії систем і системного аналізу : навч. посіб. — К. О. Сорока. — 2-ге видання, перероблене і виправлене. — Х. : Тимченко А. М., 2005. — 286 с.
7. Лямец В. И. Системный анализ. Вступительный курс / В. И. Лямец, А. Д. Тевяшев. — 2-е изд., переработ. та допол., — Х. : ХНУРЕ, 2004. — 448 с.
8. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати ; пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. — М. : «Радио и связь», 1993. — 278 с.

REFERENCES

1. Korisni novini dlya veb-dizayneriv: video-kontent maye vivesti dizayn na noviy riven'. Retrieved from <http://elcomart.com/show/295531.html> (in Ukrainian).
2. Khamula, O. G. (2014). Pobudova matematichnoyi modeli ierarkhii kriteriyiv vplivu na yakist' spriynyattya informatsii v elektronnykh vidannyakh. Zbirnik naukovykh prats' Institutu problem modelyuvannya v energetitsi im. G.Ye. Pukhova, 71, 110–118 (in Ukrainian).
3. Khamula, O. G., Vasyuta, P. S., & Yatsiv, M. R. (2014). Postroenie matematicheskoy modeli ierarkhii kriteriev vliyaniya na kachestvo vospriyatiya informatsii v elektronnykh izdaniyakh

- dlya detey s narusheniyami zreniya. Internet-zhurnal: Naukovedenie, 6 (25), Retrieved from <http://naukovedenie.ru/PDF/30tvn614.pdf> (in Russian).
4. Khamula, O. G., Vasyuta, S. P., & Yatsiv, M. R. (2014). Optimizatsiya matematichnoyi modeli ierarkhiyi kriteriev yakosti spriynyattya informatsii v elektronnikh vidannyakh dit'mi z vadami zoru. Zbirnik naukovikh prats' «Tekhnologiya i tekhnika drukarstva», 4 (46), 14–20 (in Ukrainian).
 5. Khamula, O. G., Vasyuta, S. P., & Yatsiv, M. R. (2014). Optimizatsiya bagatorivnevoi modeli faktoriv vplivu na proektuvannya kompozitsiynogo oformlennya elektronnoho vidannya dlya ditey z vadami zoru. Modelyuvannya ta informatsiyni tekhnologii. Zbirnik naukovikh prats' Institutu problem modelyuvannya v energetitsi im. G. Ye. Pukhova, 73, 204–209 (in Ukrainian).
 6. Soroka, K. O. (2005). Osnovi teorii sistem i sistemnogo analizu. Kharkiv : Timchenko A. M. (in Ukrainian).
 7. Lyamets', V. I., & Tevyashev, A. D. (2004). Sistemnyy analiz. Vstupitel'nyy kurs. Kharkov : KhNURE (in Ukrainian).
 8. Saati, T. (1993). Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarkhiy. Moscow: “Radio i svyaz” (in Ukrainian).

MATHEMATICAL MODEL OPTIMIZATION OF CRITERIA HIERARCHY OF QUALITY IMPACT OF MULTIMEDIA WITH VIDEO CONTENT

A. M. Ternovyi, S. P. Vasiuta, O. H. Khamula

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

Based on the obtained results and the analyzed criteria that affect the design process of multimedia publications containing video content and the developed graph of relationships between these criteria that are hierarchically ordered by the impact priority on the simulation process of the information presenting, we have evaluated and optimized a multi-level criteria model using the method of pair-wise comparisons and the scale of relative importance of Saati.

From the received results the following conclusions can be made that the video content should be used to improve the visibility of the information presenting in multimedia publication. Until recently, it was thought that the video will only increase the website volume and worsen the navigation. As the results have shown, these studies may be valuable for future researchers who will design similar software resources, particularly multimedia edition.

Keywords: *criteria, matrix of pair-wise comparisons, Saati scale, optimization, multi-level model.*

Стаття надійшла до редакції 29.02.2016.

Received 29.02.2016.