

**ОПТИМІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ФАКТОРІВ ПРОЄКТУВАННЯ
КОРПОРАТИВНОГО ВЕБСАЙТУ ОНЛАЙН-КАТАЛОГУ**

В. М. Сеньківський, І. В. Піх, О. В. Литовченко, О. Р. Стахів, М. М. Мусяйовська

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

Здійснено формалізоване відображення множини факторів впливу на процес проєктування корпоративного вебсайту. Запроєктовано та описано семантичну мережу для графічного та лінгвістичного відтворення зв'язків між факторами, що впливають на якість онлайн-каталогу. На підставі методу математичного моделювання ієрархій, матриці досяжності та ітераційних таблиць розраховано пріоритети факторів. Отримано базовий варіант багаторівневої моделі впливу факторів на якість досліджуваного процесу. З використанням шкали відносної важливості об'єктів побудовано матрицю попарних порівнянь, опрацювання якої забезпечило оптимізацію базової моделі пріоритетного впливу виокремлених факторів на процес формування якості вебсайту.

***Ключові слова:** фактор, онлайн-каталог, вебсайт, проєктування, множина факторів, семантична мережа, матриця досяжності, матриця попарних порівнянь, оптимізація, багаторівнева модель.*

Постановка проблеми. Проєктування вебсайту — важливий етап створення онлайн-каталогу організації. Великі обсяги даних та захист від несанкціонованого втручання зумовлюють потребу в якісній розробці та надійному функціонуванні сайту, що неможливо без відповідального та науково обґрунтованого проєктування. Водночас дотримання правил і вимог під час проєктування і попереднього тестування уможливить зменшення кошторису системи, адже недоліки під час реалізації цього етапу дешевше і легше виправити, ніж на готовій активній системі. Тому при проєктуванні сайту суттєвим є врахування факторів, що впливають на його якість та кінцевий результат. Серед основних доцільно виділити такі важливі чинники: технічний стан сайту, внутрішня оптимізація, семантика, достовірні метадані, контент, інтерфейс, якісні посилання.

Під час виконання таких завдань доцільно користуватися напрацьованими інформаційними підходами та критеріями, які уможливають застосування універсальних засобів теорії багаторівневих ієрархічних систем і теорії моделювання для досягнення числових характеристик процесу проєктування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сформульоване вище науково-прикладне завдання реалізоване дослідженнями, результати яких відображені у публікаціях, орієнтованих на технології реалізації проєкту розроблення вебсайту.

Водночас основна увага авторів приділяється етапам життєвого циклу розроблення вебсайту, до яких належать такі стадії: збір інформації; планування; дизайн; написання та збирання контенту; кодування; тестування, огляд і запуск; технічне обслуговування [1–5]. У наведених публікаціях описано характеристики основних вимог до якості проєктування вебсайту, сформульовано вимоги до технологій веб-розробки, розглянуто найпопулярніші фреймворки для проєктування та їхні головні переваги.

Певні аспекти виконання сформульованого у статті науково-прикладного завдання знайшло відображення в матеріалах останніх років: «Побудова математичної моделі ієрархії критеріїв впливу на якість сприйняття інформації в електронних виданнях» [6], «Модель факторів проєктування електронного видання для планшетного комп'ютера» [7]. Дотичною до тематики дослідження є стаття «Синтез моделі факторів впливу на якість електронного журналу» [8].

Однак, незважаючи на наявність вищезазначених праць, присвячених різним аспектам проєктування вебсайтів та інших електронних ресурсів, поза увагою авторів залишилася недостатньо розкрита проблема комунікативних особливостей вебсайтів та визначення пріоритетності впливу на процес проєктування певних чинників, що обумовить якість кінцевого продукту.

Мета статті. Аналіз публікацій свідчить про недостатню повноту досліджень, пов'язаних із формуванням компонент інформаційної бази даних, орієнтованих на формалізоване відображення зв'язків між факторами впливу на процес формування якості вебсайтів, важливою складовою яких є перераховані вище чинники. Зазначене підсилює актуальність завдання, орієнтованого на аналіз впливу у певний спосіб виокремленої множини факторів, зв'язки між якими формалізовано засобом семантичних мереж, що слугувало основою ранжування факторів, встановлення їхніх вагових значень та синтезування багаторівневої моделі пріоритетного впливу на якість створення онлайн-каталогу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Теоретично обґрунтоване врахування певних чинників, що впливають на процес проєктування сайту, апіорі має привести до якісного результату. Не потрібно, однак, надмірну увагу звертати тільки на зниження рівня відмов, оскільки користувач потребує більш універсального підходу. Важливою в цьому плані є оптимізація процесів проєктування вебсайтів, яка врахує зважені впливи певної множини факторів, орієнтованих на користувачів, функціональну повноту та комерційні показники сайту.

Досвід користування сайтами різного спрямування свідчить про максимальне використання його наповнення за умови логічно побудованого інтерфейсу, художньо довершеного дизайну, оптимальної та зрозумілої структури, комфортної навігації і цікавого та корисного контенту. Врахування та професійна реалізація наведених чинників стає певною гарантією актуальності сайту і тривалості його життєвого циклу, оскільки штучне вивищення ролі поведінкових факторів безперспективне і, крім короткострокової вигоди, може остаточно призвести до втрати репутації сайту та його позицій.

Для подальшого викладення матеріалу наведемо скорочено деякі поняття, відомі переважно спеціалістам. Сервер як програма надає певні послуги іншим програмам і може бути встановлена на серверному або персональному комп'ютері. Адаптація — пристосування, процес пристосування до мінливих умов зовнішнього середовища.

Швидкість завантаження сайту показує, скільки часу потрібно користувачам, щоб побачити вміст сайту й почати взаємодію з ним. Вони дають змогу визначати, які елементи сайту потрібно удосконалити, а потім відстежувати результати такого покращення.

Оптимізація — процес надання будь-чому найвигідніших характеристик, співвідношень. Семантика мови — це смислове значення слів. У програмуванні — значення операторів, основних конструкцій мови.

Метадані звичайно слугують додатковими характеристиками чи розшифруваннями інших даних. Для прикладу наведемо деякі визначення, що стосуються поняття «метадані»:

- метадані — це інформація про дані;
- метадані — це інформація про інформацію;
- метадані — це структуровані дані, що використовуються у процесах пошуку, оцінки чи управління;
- метадані — це набір допустимих структурованих описів, доступних у явному вигляді, роль яких полягає у допомозі в пошуку об'єкта.

Контент — це інформація чи досвід, спрямований на кінцевих користувачів чи аудиторію, який розробник складає самостійно або копіює з дотриманням чинного законодавства.

Інтерфейс — один із засобів, методів чи правил взаємодії між елементами системи, до яких можуть належати пристрої.

Перейдемо до суті виконання завдання. Внаслідок аналізу та вивчення літературних джерел виокремимо найбільш суттєві фактори впливу на якість процесу проектування вебсайту онлайн-каталогу: технічний стан сайту (помилки сервера, адаптація, дублі, швидкість завантаження); внутрішня оптимізація; семантика (має відповідати рівню проекту); якісні метадані (з семантичного і маркетингового погляду); контент (має бути зрозумілим для користувачів); інтерфейс (легкий для сприйняття та інтуїтивно зрозумілий); якісні посилання.

Доповнимо семантичні назви факторів формалізованими математичними відображеннями та скороченими мнемонічними назвами. Отримаємо множину

$$X = \left\{ \begin{array}{l} x_1 - \text{технічний стан (ТС)} \\ x_2 - \text{внутрішня оптимізація (ВО)} \\ x_3 - \text{семантика (СМ)} \\ x_4 - \text{метадані (МД)} \\ x_5 - \text{контент (КТ)} \\ x_6 - \text{інтерфейс (ІФ)} \\ x_7 - \text{якісні посилання (ЯП)} \end{array} \right\}. \quad (1)$$

Враховуючи множини (1) та результати експертного опитування, запроєктуємо семантичну мережу зв'язків між факторами (рис. 1).

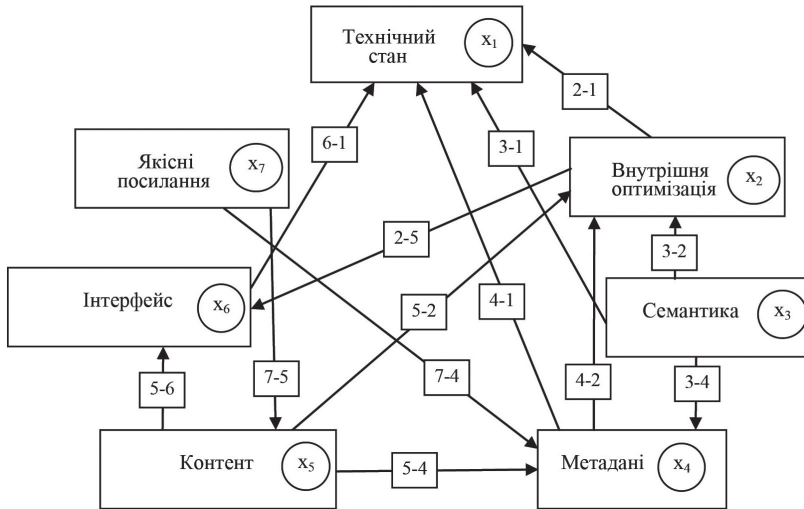


Рис. 1. Семантична мережа факторів впливу на процес проєктування вебсайту онлайн-каталогу

Вершини мережі відтворюють виокремлені лінгвістичні фактори-аргументи множини $X = \{x_1, x_2, \dots, x_7\}$, дуги — пари вершин (x_i, x_j) , для яких визначено зв'язок $(i, j = 1 \div 7; i \neq j)$. У позначеннях на дугах перша цифра вказує на номер джерела впливу, друга — на залежний від нього фактор.

Для визначення рангів (рівнів важливості) факторів використовуємо метод математичного моделювання ієрархій. Початковий крок — побудова бінарної матриці досяжності — математичного аналога зв'язків між факторами у семантичній мережі. Будується у вигляді таблиці за таким правилом:

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ якщо з вершини } i \text{ можна потрапити у вершину } j; \\ 0 \text{ в іншому випадку.} \end{cases} \quad (2)$$

Таблиця 1

Матриця досяжності

	X1 ТС	X2 ВО	X3 СМ	X4 МД	X5 КТ	X6 ІФ	X7 ЯП
X1, ТС	1	0	0	0	0	0	0
X2, ВО	1	1	0	0	0	1	0
X3, СМ	1	1	1	1	0	0	0
X4, МД	1	1	0	1	0	0	0
X5, КТ	0	1	0	1	1	1	0
X6, ІФ	1	0	0	0	0	1	0
X7, ЯП	0	0	0	1	1	0	1

На підставі відомих зауважень [9] та виразу (2) можна стверджувати, що довільна вершина x_j ($j = 1, 2, \dots, 7$) семантичної мережі вважається досяжною відносно вершини x_i ($i = 1, 2, \dots, 7$), якщо з останньої можна безпосередньо потрапити в x_j . Досяжні вершини x_j утворюють підмножину $D(w_i)$. У такий спосіб вершину x_i вважатимемо попередницею вершини x_j , якщо x_j досягається з неї. Сукупність вершин x_i утворить підмножину $P(w_i)$. Перетин цих підмножин

$$Z(w_i) = D(w_i) \cap P(w_i) \quad (3)$$

визначає певний рівень пріоритетності дії факторів, що належать до цих вершин. Отримання належного рівня зумовлюється виконанням рівності:

$$P(w_i) = Z(w_i). \quad (4)$$

Додатковим інструментом реалізації окреслених вище кроків слугує множина так званих ітераційних таблиць, для формування яких використовуємо матрицю досяжності та вирази (3) і (4). Алгоритм побудови базової таблиці такий: у другий стовпець таблиці заносимо номери одиничних елементів відповідних рядків матриці досяжності; третій стовпець визначає номери одиничних елементів стовпців матриці (табл. 2). Водночас виконання умови (4) для кожного рядка означатиме фіксування спільного елемента — номера фактора, що свідчитиме про його пріоритет у результуючій графічній моделі.

Таблиця 2

i	$D(w_i)$	$P(w_i)$	$D(w_i) \cap P(w_i)$
1	1	1,2,3,4,6	1
2	1,2,6	2,3,4,5	2
3	1,2,3,4	3	3
4	1,2,4	3,4,5,7	4
5	2,4,5,6	5,7	5
6	1,6	2,5,6	6
7	4,5,7	7	7

З табл. 2 отримуємо перший (найвищий) рівень пріоритетності щодо факторів 3 (семантика) і 7 (якісні посилання), що свідчить про їхній переважаючий вплив на якість процесу проєктування вебсайту.

Згідно з прийнятим у методі моделювання ієрархій алгоритмом, наступний крок — вилучаємо з табл. 2 третій і сьомий рядки, а в третьому стовпці видаляємо цифри 3 і 7. Отримана нова табл. 3 забезпечує обчислення чергової ітерації.

Аналіз табл. 3 забезпечує формування чергового за важливістю рівня, на якому розмістимо фактор 3 (семантика).

Таблиця 3

i	$D(w_i)$	$P(w_i)$	$D(w_i) \cap P(w_i)$
1	1	1,2,4,6	1
2	1,2,6	2,4,5	2
4	1,2,4	4,5	4
5	2,4,5,6	5	5
6	1,6	2,5,6	6

Повторюючи описані вище процедури, отримаємо багаторівневу модель переваг факторів процесу проектування вебсайту онлайн-каталогу (рис. 2).

Важлива складова таких досліджень полягає у встановленні, крім рівнів важливості, умовних вагових значень факторів. Перевіраним засобом для цього є метод попарних порівнянь та його дієвий інструмент — шкала відносної важливості об'єктів [10, 11], на основі яких формується квадратна обернено-симетрична матриця попарних порівнянь (табл. 4). Порядок матриці визначається кількістю аналізованих факторів.



Рис. 2. Модель пріоритетного впливу факторів на процес проектування вебсайту

Для побудови матриці попарних порівнянь зіставляються умовні міри впливу кожного з факторів першого стовпця матриці досяжності на кожен із факторів верхнього рядка матриці. На перетині рядка i кожного із стовпців матриці заносимо числове значення переваги фактора, використовуючи шкалу відносної важливості об'єктів [10]. Зрозуміло, що діагональні елементи матриці попарних порівнянь дорівнюють одиниці.

Таблиця 4

Матриця попарних порівнянь факторів

	X1 ТС	X2 ВО	X3 СМ	X4 МД	X5 КТ	X6 ІФ	X7 ЯП
X1, ТС	1	1/4	1/9	1/7	1/8	1/3	1/8
X2, ВО	4	1	1/7	1/3	1/6	3	1/6
X3, СМ	9	7	1	5	4	8	2
X4, МД	7	3	1/5	1	1/3	5	1/4
X5, КТ	8	6	1/4	3	1	7	1/3
X6, ІФ	3	1/3	1/8	1/5	1/7	1	1/7
X7, ЯП	8	6	1/2	4	3	7	1

Побудована у такий спосіб матриця підлягає комп’ютерному опрацюванню з використанням програми «Імітаційне моделювання в системному аналізі методом бінарних порівнянь». Після завантаження програми отримуємо інтерфейс у вигляді діалогового вікна (рис. 3).

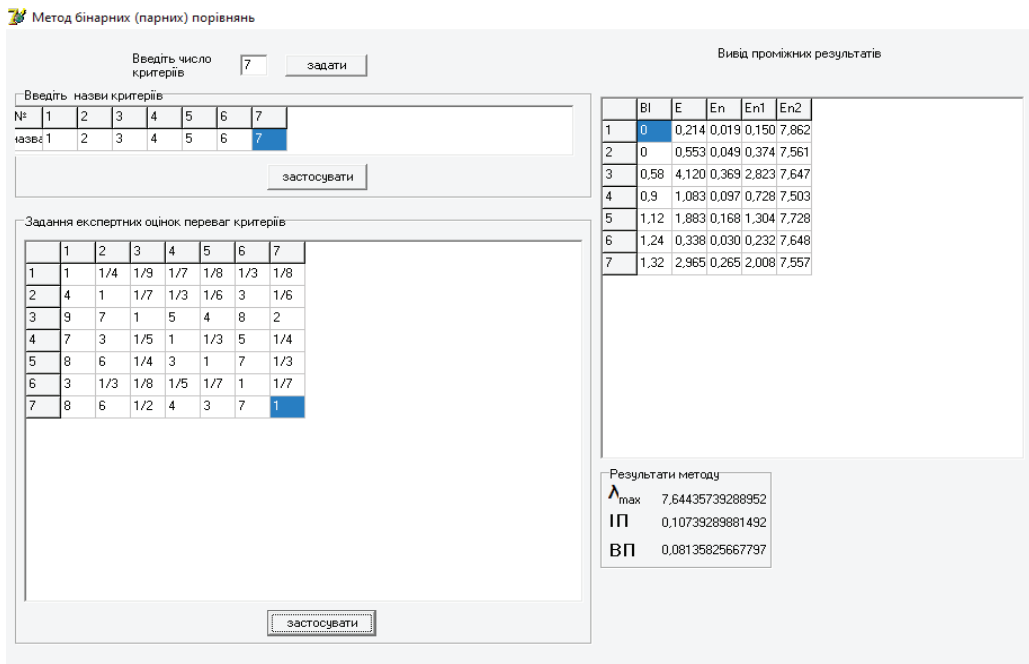


Рис. 3. Діалогове вікно програмної реалізації методу попарних порівнянь

Опція «Введіть число критеріїв» обумовлює кількість факторів аналізованого процесу, після чого активізуємо кнопку «задати». «Введіть назви критеріїв» — достатньо задати цифрові номери факторів, далі — кнопка «застосувати». Заповнюємо таблицю вікна «Задання експертних оцінок переваг критеріїв» елементами

матриці попарних порівнянь, після — кнопка «застосувати». Результати опрацювання — у вікні «Вивід проміжних результатів», стовпець якого En відтворює компоненти нормалізованого вектора:

$$X_{\text{норм}} = (0,019; 0,049; 0,369; 0,097; 0,168; 0,030; 0,265).$$

Після множення компонент вектора $X_{\text{норм}}$ на коефіцієнт масштабування, наприклад $k = 1000$, отримаємо остаточну числову множину ваг факторів:

$$X_{\text{норм}} \times k = (19; 49; 369; 97; 168; 30; 265).$$

Критерії оптимізації відображені у вікні «Результати методу». Насамперед це максимальне значення λ_{max} головного власного вектора додатної обернено-симетричної матриці попарних порівнянь. Після обчислень отримали величину $\lambda_{\text{max}} = 7,64$. Оцінка отриманого рішення визначається індексом погодженості, значення якого отримуємо за формулою

$$IP = (\lambda_{\text{max}} - n) / (n - 1). \quad (5)$$

Згідно з результатами опрацювання матриці попарних порівнянь, отриманих у діалоговому вікні, для аналізованого варіанта $IP = 0,11$ при $n = 7$.

Значення індексу погодженості порівнюють з еталонними значеннями показника погодженості — випадковим індексом (WI), який залежить від кількості об'єктів, що порівнюються. Результати вважаються задовільними, якщо значення індексу не перевищує 10 % еталонного значення індексу для відповідної кількості об'єктів. Еталонне значення показника погодженості для матриць різного порядку (що у нашому випадку визначається кількістю аналізованих факторів) візьмемо з табл. 5 [11].

Таблиця 5

Значення випадкового індексу для матриць різного порядку

Кількість об'єктів	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Еталонне значення індексу	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54

Порівнявши пораховане значення індексу погодженості і табличне еталонне для семи об'єктів та перевіривши нерівність $IP < 0,1 \times WI$, отримаємо: $0,11 < 0,1 \times 1,32$. Умова достовірності розв'язку задачі виконується. Додатково результати оцінюють за допомогою відношення погодженості, величину якого отримують із виразу: $WP = IP/WI$. Результати парних порівнянь можна вважати задовільними, якщо $WP \leq 0,1$. Вимога виконується, оскільки $WP = 0,08$. Отже, маємо достатній рівень збіжності процесу та належну узгодженість попарних порівнянь факторів.

Отримуємо оптимізовану модель факторів проектування вебсайту (рис. 4).



Рис. 4. Оптимізована модель пріоритетного впливу факторів на процес проектування вебсайту онлайн-каталогу

Висновки. Подано формалізоване відображення множини факторів проектування корпоративного вебсайту та зв'язків між ними за допомогою засобу семантичної мережі. З урахуванням методу математичного моделювання ієрархій та матриці досяжності здійснено ранжування факторів, відображене у відповідній графічній моделі. На підставі побудованої матриці попарних порівнянь та її опрацювання розраховано вагові значення факторів та отримано оптимізовану модель пріоритетного їхнього впливу на якість процесу проектування вебсайту онлайн-каталогу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. What Makes A Website A High Quality Website? URL: <https://www.seomark.co.uk/high-quality-websites/>.
2. Website Development Process: Full Guide in 7 Steps. URL: <https://xbsoftware.com/blog/website-development-process-full-guide/>.
3. How to Choose a Technology Stack for Web Application Development. URL: <https://rubygarage.org/blog/technology-stack-for-web-development>.
4. The Top Web Development Frameworks in 2018. URL: <https://expertise.jetruby.com/the-top-web-development-frameworks-in-2018-b31dc7263875>.
5. What is Vue.js and What are its Advantages. URL: <https://hackernoon.com/what-is-vue-js-and-what-are-its-advantages-4071b7c7993d>.
6. Хамула О. Г. Побудова математичної моделі ієрархії критеріїв впливу на якість сприйняття інформації в електронних виданнях. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi_bin/irbis_

- nbuvcgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/znpipm_2014_71_18.pdf.
7. Ратушняк Ю. В. Оптимізація моделі факторів процесу проектування електронного видання для планшетного комп'ютера. DOI: 10.20535/2077-7264.4(38). 2012.32197.
 8. Сеньківський В. М., Заяць О. Є. Синтез моделі факторів впливу на якість проектування електронного журналу. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2020. № 1 (60). С. 33–42.
 9. Сеньківський В. М., Піх І. В., Кудряшова А. В., Литовченко Н. М. Теоретичні основи забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (Частина 2: Синтез моделей пріоритетності дії факторів). Поліграфія і видавнича справа. 2016. № 1 (71). С. 20–29.
 10. Саати Т. Принятие решений (метод анализа иерархий). Москва : Радио и связь, 1993. 278 с.
 11. Інформаційні технології формування якості книжкових видань : монографія / Піх І. В., Дурняк Б. В., Сеньківський В. М., Голубник Т. С. Львів : Українська академія друкарства, 2017. 308 с.

REFERENCES

1. What Makes A Website A High Quality Website? Retrieved from <https://www.seomark.co.uk/high-quality-websites/> (in English).
2. Website Development Process: Full Guide in 7 Steps. Retrieved from <https://xbsoftware.com/blog/website-development-process-full-guide/> (in English).
3. How to Choose a Technology Stack for Web Application Development. Retrieved from <https://rubygarage.org/blog/technology-stack-for-web-development> (in English).
4. The Top Web Development Frameworks in 2018. Retrieved from <https://expertise.jetruby.com/the-top-web-development-frameworks-in-2018-b31dc7263875> (in English).
5. What is Vue.js and What are its Advantages. Retrieved from <https://hackernoon.com/what-is-vue-js-and-what-are-its-advantages-4071b7c7993d> (in English).
6. Khamula, O. H. Pobudova matematychnoi modeli iierarkhii kryteriiv vplyvu na yakist spryiniattia informatsii v elektronnykh vydanniakh. Retrieved from http://irbis-nbuvcgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/znpipm_2014_71_18.pdf (in Ukrainian).
7. Ratushniak, Yu. V. Optyimizatsiia modeli faktoriv protsesu proektuvannia elektronnoho vydannia dlia planshetnoho komp'utera. DOI: 10.20535/2077-7264.4(38). 2012.32197 (in Ukrainian).
8. Senkivskiy, V. M., & Zaiats, O. Ye. (2020). Syntez modeli faktoriv vplyvu na yakist proektuvannia elektronnoho zhurnal: Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii drukarstva], 1 (60), 33–42 (in Ukrainian).
9. Senkivskiy, V. M., Pikh, I. V., Kudriashova, A. V., & Lytovchenko, N. M. (2016). Teoretychni osnovy zabezpechennia yakosti vydavnycho-polihrafichnykh protsesiv (Chastyna 2: Syntez modelei priorytetnosti dii faktoriv): Polihrafiia i vydavnycha sprava, 1 (71), 20–29 (in Ukrainian).
10. Saati, T. (1993). Prinjatie reshenij (metod analiza ierarhij). Moskva : Radio i svjaz' (in Russian).

11. Pikh, I. V., Durniak, B. V., Senkivskyi, V. M., & Holubnyk, T. S. (2017). *Informatsiini tekhnolohii formuvannia yakosti knyzhkovykh vydan*. Lviv : Ukrainska akademiia drukarstva (in Ukrainian).

doi: 10.32403/0554-4866-2020-2-80-11-21

OPTIMIZATION OF FACTOR MODEL OF CORPORATE WEBSITE DESIGN IN ONLINE CATALOG

V. M. Senkivskyi, I. V. Pikh, O. V. Lytovchenko, O. R. Stakhiv, M. M. Musijovska

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

The analysis of publications has been done on this topic, which shows the lack of completeness of the research related to the formation of components of the information database, focused on the formalized reflection of the relationships between the factors influencing the process of formation of the websites quality. This reinforces the relevance of the task of studying the influence of a certain set of factors, the relationship between which must be formalized by means suitable for the use in the study of methods of systems analysis, modelling theory and hierarchy analysis. In the process of research, a formalized reflection of a set of factors influencing the process of designing a corporate website has been done. A semantic network has been designed and described to graphically and linguistically reproduce the relationships between the factors that affect the quality of an online catalog. The priority factors have been calculated based on the method of mathematical modelling of hierarchies, reachability matrix and iterative tables. The basic variant of the multilevel model of factors influence on quality of the researched process has been received. Using a scale of relative importance of objects, a matrix of pairwise comparisons has been constructed, the elaboration of which ensured the optimization of the basic model of the priority influence of selected factors on the process of website quality formation.

Keywords: *factor, online catalog, website, design, a set of factors, semantic network, reachability matrix, pairwise comparison matrix, optimization, multilevel model.*

*Стаття надійшла до редакції 20.10.2020.
Received 20.10.2020.*