

УДК 655.021+004.942

СИНТЕЗ МОДЕЛІ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЯКІСТЬ ПРОЄКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛУ

В. М. Сеньківський, О. Є. Заяць

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

Здійснено виокремлення множини факторів впливу на якість процесу проектування електронного журналу. Побудовано графічну модель зв'язків між факторами. Сформовано бінарну матрицю досяжності, на основі якої запроєктовано ітераційні таблиці, опрацювання яких забезпечило встановлення рівнів важливості факторів. Результат ранжування факторів обумовив синтезування відповідної їм багаторівневої моделі пріоритетів чинників, задіяних у процесі проектування. З використанням шкали відносної важливості об'єктів та методу моделювання ієрархії побудовано симетричну матрицю попарних порівнянь, опрацювання якої зумовило встановлення оптимізованих вагових значень факторів, що підтвердило достовірність визначених пріоритетів їх впливу на процес проектування електронного журналу.

Ключові слова: *фактор, якість, проектування, електронний журнал, множина факторів, графічна модель, матриця досяжності, ітераційні таблиці, ієрархія, багаторівнева модель, попарне порівняння, оптимізація.*

Постановка проблеми. Видавничий процес складний, багатоетапний та зазвичай потребує наявності професійної команди спеціалістів для досягнення кінцевої мети — створення готового друкованого продукту. Сучасні тенденції розвитку суспільства та інформатизація усіх сфер життя людини диктують зміни, які безпосередньо стосуються видавничої діяльності. Також це породжує нові проблеми, що потребують розгляду та вирішення. Зокрема, у статті описується проблематика проектування цифрових примірників періодичних видань, до яких належать електронні журнали. Інструментарієм для її вирішення послужили методи системного аналізу, теорії моделювання, дискретної математики, зокрема теорії графів, що забезпечило формування та оптимізацію багаторівневої моделі пріоритетного впливу факторів на якість процесу проектування електронного журналу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Часткове вирішення сформульованого у статті науково-прикладного завдання знайшло відображення в публікаціях останніх років, а саме у статтях: «Побудова математичної моделі ієрархії критеріїв впливу на якість сприйняття інформації в електронних виданнях» [1], «Модель факторів проектування електронного видання для планшетного комп'ютера» [2], «Моделювання багатфакторних процесів з взаємозалежними факторами впливу» [3].

Виявлено, що перераховані джерела мають дещо іншу конкретику використання методів моделювання та визначають фактори впливу для електронних видань загалом або містять узагальнений опис процесу багатофакторного моделювання. Отже, актуальним і таким, що потребує вирішення, є завдання синтезу моделі пріоритетного впливу факторів на процес проектування електронного журналу.

Мета статті — виокремити множину факторів, заданих у процесі проектування електронного журналу, та здійснити вагове ранжування, що забезпечить пріоритетність їх впливу та ієрархію важливості у процесі проектування електронного журналу.

Визначення факторів впливу — суб'єктивний процес, що може призвести до різного результату залежно від особи, що ухвалює остаточне рішення під час моделювання видавничого процесу. Надіємось, що полегшенню схожої діяльності слугуватиме реалізована у статті схема використання методів системного аналізу та моделювання ієрархій щодо пріоритетів факторів проектування електронного журналу. Аналогічними методами можна послуговуватися під час розв'язання завдань, критерії яких окреслені подібними умовами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як було сказано раніше, для вирішення завдання використовуються методи системного аналізу та положення теорії графів і моделювання ієрархій. На початку визначаємо розширену множину факторів впливу на процес проектування електронного журналу (1):

$$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}. \quad (1)$$

З множини X виокремлюється підмножина факторів, що за суб'єктивними судженнями експертів мають найбільшу вагомість, а саме:

- x_1 — редакторські рішення (РР);
- x_2 — дизайнерське оформлення (ДО);
- x_3 — верстання, адаптування (ВА);
- x_4 — технологічні аспекти (ТА);
- x_5 — навігаційний апарат (НА);
- x_6 — змістовна частина, контент (ЗК);
- x_7 — психологічні характеристики читача (ХЧ).

На основі сформованої підмножини факторів здійснюємо їх візуалізацію у вигляді орієнтованого графу, вершини якого ідентифікують лінгвістичні фактори-аргументи наведеної вище підмножини, а ребра відображають наявність зв'язку між суміжними вершинами (рис. 1).

Наступний крок полягає у побудові квадратної матриці досяжності [6, 7]. Вершина j досягається з вершини i , якщо в графі (рис. 1) існує шлях, який проходить з вершини i до вершини j . Така вершина називається досягнутою. Для зручності значення матриці подано у табл. 1. Бінарні елементи матриці визначаються за таким логічним правилом:

$$x_{iy} = \begin{cases} 1, & \text{якщо з вершини } i \text{ досягається вершина } j, \\ 0, & \text{якщо з вершини } i \text{ не досягається вершина } j \end{cases}$$

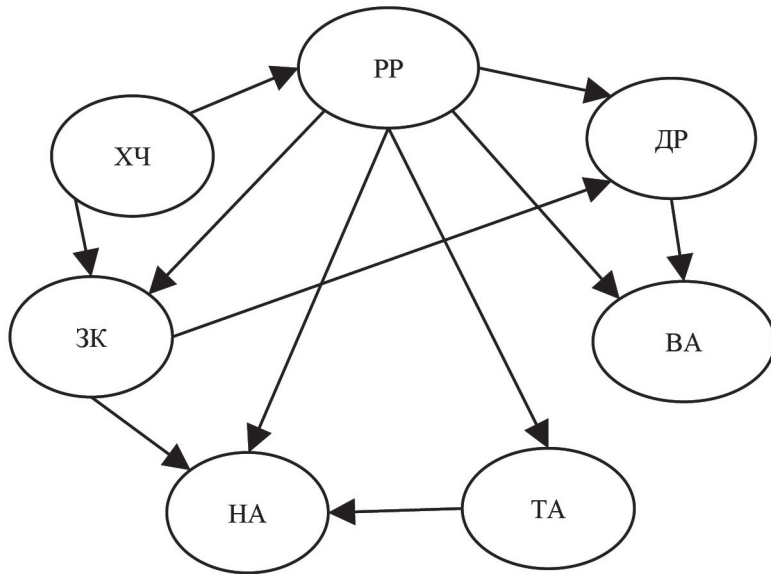


Рис. 1. Граф зв'язків між факторами впливу на процес проєктування електронного журналу

Таблиця 1

Матриця досяжності

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
x_1	1	1	1	1	1	1	0
x_2	0	1	1	0	0	0	0
x_3	0	0	1	1	0	0	0
x_4	0	0	0	1	1	0	0
x_5	0	0	0	0	1	0	0
x_6	0	1	0	0	1	1	0
x_7	1	0	0	0	0	1	1

Для визначення рівнів важливості факторів будуюмо ітераційні таблиці з використанням сформованої матриці досяжності [6]. Перший стовпець визначає номер фактора. У другий стовпець вносимо номери одиничних елементів рядків матриці, що ідентифікують досяжні вершини кожного з факторів — підмножина $Z(i)$. Третій стовпець відтворює номери елементів стовпців матриці — підмножина $P(i)$. Останній стовпець — це перетин описаних вище підмножин. Рівність значень третього і четвертого стовпців визначає рівень пріоритетності фактора.

Таблиця 2

i	Z(i)	P(i)	Z(i) ∩ P(i)
1	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 7	1
2	2, 3	1, 2, 6	2
3	3, 4	1, 2, 3	3
4	4, 5	1, 3, 4	4
5	5	1, 4, 5, 6	5
6	2, 5, 6	1, 6, 7	6
7	1, 6, 7	7	7

Реалізація означеного алгоритму для табл. 2 обумовлює найвищий рівень пріоритетності стосовно фактора 7 «психологічні характеристики читача». Подальші кроки полягають у видаленні з табл. 2 рядка з номером виокремленого фактора, тобто 7, а в другому і третьому стовпцях вилучаємо цифру, що відповідає цьому номеру. За наведеною схемою здійснюється побудова наступних таблиць, в результаті чого отримуємо табл. 3–8.

Таблиця 3

i	Z(i)	P(i)	Z(i) ∩ P(i)
1	1, 2, 3, 4, 5, 6	1	1
2	2, 3	1, 2, 6	2
3	3, 4	1, 2, 3	3
4	4, 5	1, 3, 4	4
5	5	1, 4, 5, 6	5
6	2, 5, 6	1, 6	6

Таблиця 4

i	Z(i)	P(i)	Z(i) ∩ P(i)
2	2, 3	2, 6	2
3	3, 4	2, 3	3
4	4, 5	3, 4	4
5	5	4, 5, 6	5
6	2, 5, 6	6	6

Таблиця 5

i	Z(i)	P(i)	Z(i) ∩ P(i)
2	2, 3	2	2
3	3, 4	2, 3	3
4	4, 5	3, 4	4
5	5	4, 5	5

Таблиця 6

i	Z(i)	P(i)	Z(i) ∩ P(i)
3	3, 4	3	3
4	4, 5	3, 4	4
5	5	4, 5	5

Таблиця 7

i	Z(i)	P(i)	Z(i) ∩ P(i)
4	4, 5	4	4
5	5	4, 5	5

Таблиця 8

i	Z(i)	P(i)	Z(i) ∩ P(i)
5	5	5	5

Після виконання задекларованих дій отримуємо багаторівневу модель факторів впливу на процес проектування електронного журналу (рис. 2).

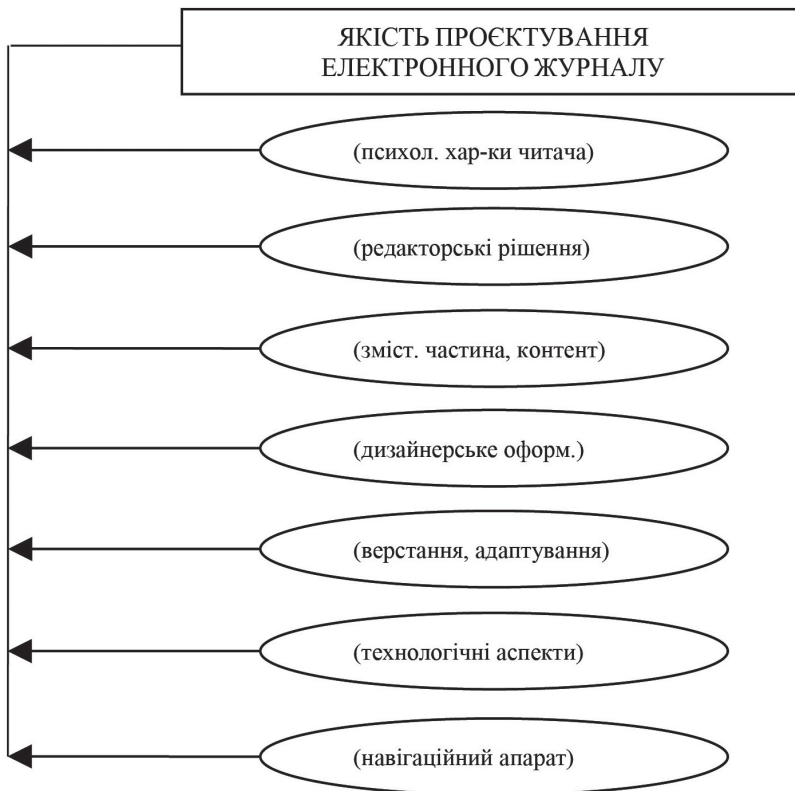


Рис. 2. Багаторівнева модель факторів впливу на якість проектування електронного журналу

Наступний крок — оптимізація отриманої багаторівневої моделі факторів за методом аналізу ієрархій та матрицею попарних порівнянь [6, 7]. Матриця квадратна, обернено-симетрична. Алгоритм її побудови полягає у порівнянні умовних ваг (мір впливу) кожного із факторів першого стовпця матриці досяжності (табл. 1) з усіма елементами (факторами) першого рядка. Додатковим аргументом під час порівняння факторів слугує багаторівнева модель (рис. 2). Для полегшення роботи використовується шкала відносної важливості об'єктів (табл. 9).

Таблиця 9

Шкала відносної важливості об'єктів за Сааті

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

У результаті застосування означених засобів отримуємо матрицю попарних порівнянь (табл. 10).

Таблиця 10

Матриця попарних порівнянь

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
x_1	1	4	6	7	8	3	1/3
x_2	1/4	1	3	4	6	1/3	1/3
x_3	1/6	1/3	1	3	4	1/4	1/7
x_4	1/7	1/4	1/3	1	3	1/6	1/8
x_5	1/7	1/6	1/4	1/3	1	1/7	1/9
x_6	1/3	3	4	6	7	1	1/4
x_7	3	6	7	8	9	4	1

Отримана матриця використовується у наступних обчисленнях з метою отримання оптимізованих вагових значень факторів. Розрахунки проводяться у програмному середовищі «Імітаційне моделювання в системному аналізі методом бінарних порівнянь» [6]. Інтерфейс програмного модуля «Метод бінарних (парних) порівнянь» наведено на рис. 3.

Суттєвим є головний власний вектор X матриці, компоненти якого визначаються через знаходження середнього геометричного елементів рядків матриці попарних порівнянь. Подальші кроки полягають у нормалізації вектора та приведенні його компонент за допомогою коефіцієнта масштабування до вигляду, зручного для використання.

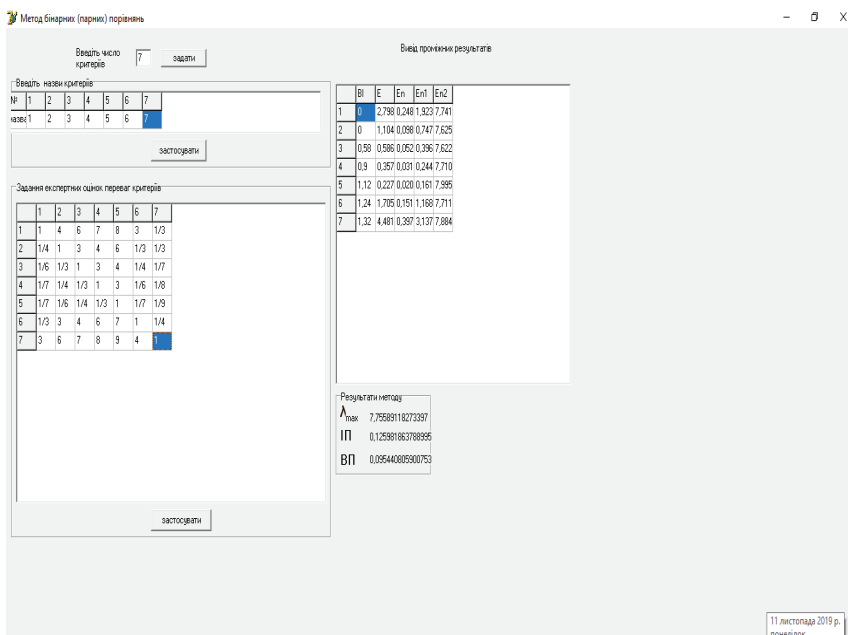


Рис. 3. Інтерфейс програмного модуля «Метод бінарних (парних) порівнянь»

У процесі виконання програми остаточно отримуємо такі результати. Головний власний вектор матриці попарних порівнянь — опція E вікна інтерфейсу:

$$X = (2,798; 1,104; 0,586; 0,357; 0,227; 1,705; 4,481).$$

Нормалізований вектор матриці попарних порівнянь — опція E_н:

$$X_n = (0,248; 0,098; 0,052; 0,031; 0,020; 0,151; 0,397).$$

Адаптований (масштабований) нормалізований вектор визначається на основі вектора X_н та коефіцієнта масштабування k. Отримуємо вектор:

$$X_m = X_n \times k = (124; 49; 26; 15,5; 10; 75,5; 198,5), \text{ де } k = 500.$$

Достовірність результатів обчислень оцінюється певними критеріями. Одним із важливих вважається максимальне власне значення матриці попарних порівнянь, яке отримується як середнє арифметичне компонент вектора, елементи якого визначаються опцією E_{н2}. Після обчислень отримано: $\lambda_{\max} = 7,756$.

Для визначення величини узгодженості необхідно обчислити індекс узгодженості (у вікні інтерфейсу позначено змінною PI) за формулою (2):

$$IU = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}. \quad (2)$$

У результаті розрахунків значення індексу узгодженості $IU = 0,126$.

Додатковим критерієм вважається випадковий індекс WI , який залежить від кількості порівнюваних об'єктів. Для семи факторів $WI = 1,32$. Одна з умов достовірності результатів полягає у виконанні нерівності: $IU < 0,1 \times WI$. У нашому випадку нерівність $0,126 < 0,1 \times 1,32$ виконується, що підтверджує правильність розв'язку задачі. Наступний критерій — величина узгодженості (у вікні інтерфейсу змінна WU), яка отримується з виразу: $WU = IU / WI$. Згідно з програмою $WU = 0,095$. Результат задовільний, оскільки за теорією [7] має виконуватися нерівність: $WU < 0,1$.

Наступним кроком факторам впливу на якість проектування електронного журналу надаємо умовні вагові значення згідно з рівнями пріоритетності моделі (рис. 2). Одержуємо такий ряд значень за зростанням міри впливу факторів:

$$X_5 = 20; X_4 = 40; X_3 = 60; X_2 = 80; X_6 = 100; X_1 = 120; X_7 = 140.$$

Наведені числові значення подаємо згідно з порядком розміщення факторів у матриці компонентами деякого вихідного вектора X_0 :

$$X_0 = (120; 80; 60; 40; 20; 100; 140).$$

Значення компонент векторів X_0 , X_n та X_m відображено у табл. 11.

Таблиця 11

i	1	2	3	4	5	6	7
X_0	120	80	60	40	20	100	140
X_n	0,248	0,098	0,052	0,031	0,020	0,151	0,397
X_m	124	49	26	15,5	10	75,5	198,5

Оптимізовані компоненти (вагові значення факторів) вектора X_m за рівнями слідування повторюють аналогічний порядок їх розміщення у моделі (рис. 2), що нівелює потребу їх відтворення у новій графічній моделі. Крім того, додатково отримано підтвердження достовірності результатів дослідження, отриманих за двома незалежними методами. Звертаємо увагу практиків на важливість першочергового врахування психологічних характеристик читача та редакторських рішень у процесі проектування електронного журналу.

Висновки. Здійснено виокремлення факторів впливу на процес проектування електронного журналу. На підставі опитування користувачів електронних журналів подано зв'язок між факторами у вигляді орієнтованого графу, на основі якого побудовано матрицю попарних порівнянь, опрацювання якої обумовило отримання базового варіанта багаторівневої моделі факторів впливу на якість проектування електронного журналу. Розраховано за методом моделювання ієрархій та шкалою відносної важливості об'єктів оптимізовані вагові значення факторів, для чого використано програмне середовище «Імітаційне моделювання в системному аналізі».

методом бінарних порівнянь» та програмний модуль «Метод бінарних (парних) порівнянь». Вагові значення факторів базової моделі та оптимізованого варіанта свідчать про достовірність отриманих результатів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/znpipm_2014_71_18.pdf.
2. Рагушняк Ю. В. Оптимізація моделі факторів процесу проектування електронного видання для планшетного комп'ютера. doi: 10.20535/2077-7264.4(38). 2012.32197.
3. Соколова Г. М. Моделювання багатofакторних процесів з взаємозалежними факторами впливу. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. № 1. 2016. С. 117–120.
4. Цифрові трансформації видавничої галузі : монографія / за наук. ред. В. Різуна. 2-ге вид., виправл. Київ : Жнець, 2018. С. 175–181.
5. Глобальна цифровізація освітньо-наукового простору і виклики модернізації наукової періодики НАПН України / Луговий В. І., Регейло І. Ю., Базелюк Н. В., Базелюк О. В. Інформаційні технології і засоби навчання. 2019. С. 264–278.
6. Information technology of formation of book edition quality : monograph / Pikh I. V., Durnyak B. V., Senkivskyy V. M., Holubnyk T. S. Lviv : Ukrainian Academy of Printing, 2017. 308 p.
7. Саати Т. Принятие решений (метод анализа иерархий). Москва : Радио и связь, 1993. 278 с.

REFERENCES

1. Khamula, O. H. Pobudova matematychnoi modeli iierarkhii kryteriiv vplyvu na yakist spryiniattia informatsii v elektronnykh vydanniakh. Retrieved from http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi_bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/znpipm_2014_71_18.pdf (in Ukrainian).
2. Ratushniak, Yu. V. Optymizatsiia modeli faktoriv protsesu proektuvannia elektronnoho vydannia dlia planshetnoho komp'utera. doi: 10.20535/2077-7264.4(38). 2012.32197 (in Ukrainian).
3. Sokolova, H. M. (2016). Modeliuvannia bahatofaktornykh protsesiv z vzaiemozalezhnymy faktoramy vplyvu: Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky, 1, 117–120 (in Ukrainian).
4. Tsyfrovi transformatsii vydavnychoi haluzi / za nauk. red. V. Rizuna. 2-he vyd., vypravl. Kyiv : Zhnets, 2018, 175–181 (in Ukrainian).
5. Luhovyi, V. I., Reheilo, I. Yu., Bazeliuk, N. V., & Bazeliuk, O. V. (2019). Hlobalna tsyfrovizatsiia osvithno-naukovoho prostoru i vyklyky modernizatsii naukovoi periodyky NAPN Ukrainy: Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia, 264–278 (in Ukrainian).
6. Pikh, I. V., Durnyak, B. V., Senkivskyy, V. M., & Holubnyk, T. S. (2017). Information technology of formation of book edition quality. Lviv : Ukrainian Academy of Printing (in English).
7. Saati, T. (1993). Prinjatje reshenij (metod analiza ierarhij). Moskva : Radio i svjaz' (in Russian).

doi: 10.32403/1998-6912-2020-1-60-33-42

SYNTHESIS OF THE MODEL OF FACTORS OF INFLUENCE ON QUALITY OF ELECTRONIC JOURNAL DESIGN

V. M. Senkivskyi, O. E. Zajats

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

The recommended article is devoted to the issue of designing digital copies of periodicals, which include electronic journals. The tools for its solution were the methods of systems analysis, modelling theory, discrete mathematics, including graph theory, which ensured the formation of a multilevel model of the priority influence of certain factors on the quality of the e-journal design process.

The study of relevant literature sources has confirmed the thesis that previous research has a slightly different specificity of the use of modelling methods and determining the factors influencing the quality of electronic publications or contains a generalized description of the process of multifactor modelling. Determining the factors of influence is a subjective process that can lead to different results depending on the person who makes the final decision when modelling the publishing process. That is why the research will make it possible to establish the priority of criteria that should be taken into account when designing electronic journals to achieve the appropriate level of quality.

The set of the most significant factors influencing the quality of the e-journal design process has been singled out and an oriented graph of connections between them has been constructed. A binary reachability matrix has been formed, on the basis of which iterative tables have been designed, the processing of which has provided a basic multilevel model of priorities of factors involved in the process of designing the journal. According to the method of modelling hierarchies, optimized weight values of factors have been calculated, the comparison of which with the results of the basic model confirmed the reliability of certain priorities of their influence on the e-journal design process.

Keywords: *factor, quality, design, electronic journal, set of factors, graphical model, reachability matrix, iterative tables, hierarchy, multilevel model, pairwise comparison, optimization.*

Стаття надійшла до редакції 07.02.2020.

Received 07.02.2020.