

М.С. ГИКАВЧУК, С.С. ПЕТРОВСЬКИЙ, Т.К. СКРИПНИК  
Хмельницький національний університет

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АНАЛІЗУ КОНКУРЕНТОЗДАТНОСТІ ВЕБ-ПОРТАЛІВ

*В роботі розроблена інформаційна технологія оцінювання конкурентоздатності веб-порталів на основі створення моделей критеріїв оцінки порталів та їх реалізації засобами математичної статистики. Мета дослідження зумовила постановку та розв'язання таких завдань: охарактеризувати основні принципи та правила якісного мережевого інформаційного продукту; проаналізувати міжнародні та національні стандарти щодо методів та методик оцінювання якості сайтів та узагальнити існуючі методи з оцінювання якості веб-порталів; сформулювати сукупність чинників, що впливають на процес оцінювання якості веб-порталу та побудувати для них ієрархічну модель класифікації; визначити основні та додаткові критерії оцінювання якості веб-порталів, поділити критерії на класи.*

*Ключові слова: веб-портал, конкурентоздатність, ієрархічна модель, інтегральна модель.*

M.S. HYKAVCHUK, S.S. PETROVSKY, T.K. SKRIPNIK  
Khmelnitskyi National University

### INFORMATION TECHNOLOGY ANALYSIS COMPETITIVENESS OF WEB PORTAL

*The information technology of web portals competitiveness estimation is developed in the work on the basis of creation of models of criteria for portals evaluation and their realization by means of mathematical statistics. The purpose of the study was to set and solve the following tasks: to characterize the basic principles and rules of a quality network information product; to create a set of factors that influence the process of assessing the quality of the web portal and build a hierarchical classification model for them; determine the main and additional criteria for assessing the quality of the web portal, split the criteria into classes. Based on all defined and separate criteria, a hierarchical model of portals quality assessment criteria was constructed. The concept of web portal quality assessment using information models and method of analysis of variance was developed.*

*Keywords: web portal, competitiveness, hierarchical model, integral model.*

#### Вступ

Сучасні тенденції – розвитку мережі Інтернет ведуть до того, що кожна компанія, яка займається певною діяльністю, має власний – веб-портал, який – розповідає про діяльність компанії, представляє каталог продукції тощо. Зі зростанням кількості компаній, що займаються діяльністю в одній сфері, перед користувачем нерідко постає питання: послугами якої компанії йому краще скористатись, – та не рідко користувач або потенційний клієнт робить вибір на користь тієї компанії, яка має найбільш привабливий веб-портал. Проте, як оцінити привабливість порталу, які критерії оцінки слід використовувати для цього аналізу – питання, яким приділяють увагу велика кількість аналітиків.

Кожен з авторів пропонує свої методи та підходи до такого аналізу. Зважаючи на вище викладене, потрібно провести всебічний – аналіз методів, за допомогою яких можна провести аналіз ефективності роботи сайту за певний період часу та виокремити ті, які є найбільш доцільними та ефективними. Саме цим питанням і буде присвячена дана робота.

Динамічність розвитку сфери веб-розробок породжує потребу в науковому дослідженні якості порталів з метою формування об'єктивних рекомендацій. Якість порталів є інтегральною характеристикою, яка включає широкий спектр властивостей продукту і визначає міру задоволення потреб користувача.

#### Виклад основного матеріалу

За рейтингами статистичних досліджень різних компаній один портал вважається кращим за інший, якщо на нього зайшло більше відвідувачів. Оцінювати портали за таким критерієм недоцільно, оскільки портали можуть “штучно” підвищувати свою відвідуваність за допомогою спеціальних Інтернет-компаній [3–6], які займаються “розкруткою” порталів. Тому проблема визначення основних критеріїв, за якими можна дати більш адекватну оцінку веб-порталу, залишається не вирішеною.

З огляду на відмінність завдань і методів побудови порталів Web-1 і Web-2, вони мають різні критерії їх оцінювання. На першому рівні від порталу потрібні зовнішня привабливість та інформативність, на другому – прояв зворотного зв'язку, наявність технічних можливостей для аналітичного порівняння (облік кількості відвідувачів, оцінка кількості сторінок, переглянутих ними).

Зарубіжні дослідники намагалися різноманітними шляхами їх порівнювати, врахувавши особливості як етапу Web-1, так і Web-2. Ними накопичений величезний і тривалий у часі досвід проведення порівнянь. Результати їх досліджень у вигляді рекомендацій затребувані суспільством, органами державного управління, бізнесом.

Одним з найбільш авторитетних центрів оцінки порталів є Університет Брауна (Провіденс) [3], США, де цією роботою займається міжнародна команда фахівців під керівництвом відомого фахівця, професора політології Даррелла Веста. Ними щорічно, починаючи з 2001 р., оцінюються портали. Щорічна база для порівняння становить не менше 1800 порталів з 190 країн.

Аналізуючи роботи авторів [7,8], які займаються дослідженнями Інтернету, можна відзначити, що в електронному середовищі існує сформований кластер різних Інтернет-компаній, які займаються розробкою, дизайном, наповненням і розкруткою Інтернет-ресурсів [3–6]. У багатьох випадках портали оцінюються тільки з однієї (технічної) сторони, але проблема полягає в тому, що необхідно сформулювати більш повний набір характеристик, на основі яких можна дати оцінку порталу. Характеристикою може бути як їх зміст, так і вдале їх розміщення на веб-сторінці.

Інший підхід до оцінки порталів використовував професор Дж. Стоуерс (Університет Сан-Франциско, США) [3]. Він заснований на якісних і суб'єктивних оцінках, отриманих шляхом виборного телефонного опитування, аналізу користувацьких відгуків, оцінки відвідуваності. Цей підхід включає в оцінку ще і методи результативно-вартісного аналізу (cost-benefit analysis), веб-моніторинг, або стеження спеціальними програмними серверами типу web-tracking, включаючи аналіз лог-файлів і даних сервера. Так, за допомогою web-tracking дослідники отримують наступну інформацію:

- кількість користувачів, їх користь (які сторінки найбільш цікаві), число повторів, середню тривалість часу перебування на сторінці та ін.;
- кількість входів на портал, кількість завантажених документів, число спрямованих електронних листів, завантажених карт, електронних платежів і т. д.;
- вимірювання онлайн-активності;
- оцінка якості сервісів (число доступних порталів, адекватність інформації запитам, навігаційних помилок, відсоток часу, коли портал є недоступним, простота користування для початківців користувачів).

Існуючі підходи оцінки споживчої якості інформаційних порталів базуються на окремих показниках, за майже повної відсутності науково обґрунтованих методів для інтегральної оцінки якості систем, яка враховує усі основні показники. Інформаційним проектам із застосуванням веб-технологій характерна невизначеність (закон розподілу вхідних або вихідних випадкових величин невідомий або немає повної впевненості щодо значень його параметрів). Водночас використання засобів математичної статистики дозволяє адекватно оцінювати параметри якості веб-порталів.

Всі методики, включаючи методику Університету Брауна, розраховують інтегральний показник, отриманий в результаті підсумовування балів (оцінок) за кожним із критеріїв. За цією методикою за кожен з основних критеріїв, який був виявлений дослідником на порталі, давалося 4 бали.

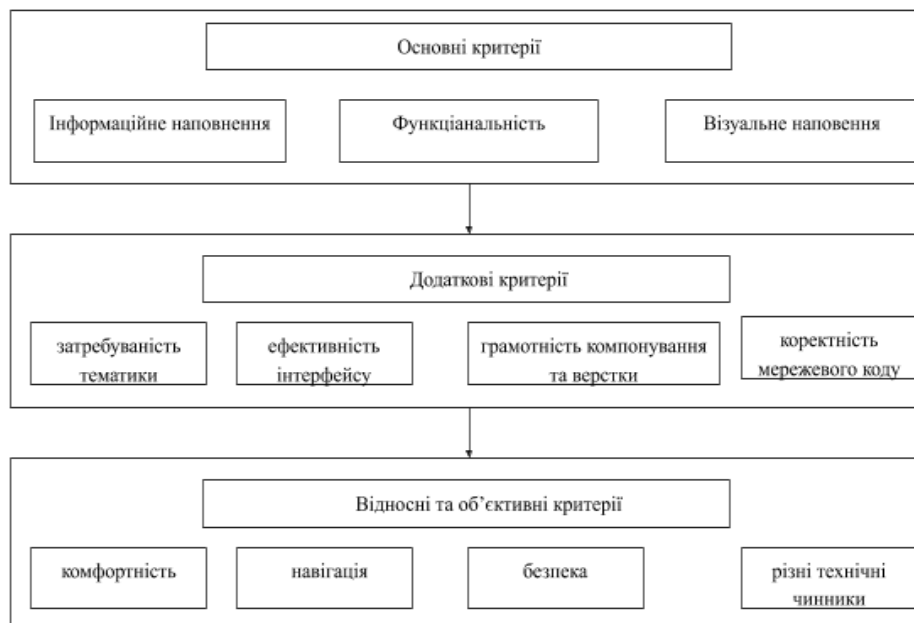


Рис. 1. Ієрархічна модель критеріїв оцінювання

На якість порталу впливає велика кількість показників. Умовно їх є три основні категорії, які характеризують дизайн або візуальне наповнення, функціональність або технічне наповнення та контент або інформаційне наповнення. Додаткові критерії, а саме: затребуваність тематики, єдиний стиль подачі матеріалу, практичність та ефективність інтерфейсу, безпека персональних даних, грамотність компоновання та верстки, коректність мережевого коду. Відносні та об'єктивні критерії: критерії, які враховує під час оцінювання якості власник чи розробник порталу (комфортність, навігація, дизайн, контент, безпека та різні технічні чинники); критерії, які впливають на оцінювання сайту користувачем (розмір шрифту, ширина рядка та наявність простору навколо тексту, міжрядкова відстань, колірний контраст). Можливість адаптувати портал для роботи на мобільному пристрої з малим екраном є необхідною умовою якості функціонування веб-порталу та збільшення можливостей користувачів такого веб-продукту.

На основі усіх визначених та відокремлених критеріїв побудовано ієрархічну модель критеріїв оцінювання якості порталів (рис. 1). На основі ієрархічної моделі критеріїв оцінювання якості порталів можна побудувати інтегральну модель якості веб-порталу представлену у вигляді набору п'яти функцій:

$$Q = \{f(D_i), f(K_n), f(U_m), f(RCk_r), f(RCs_p)\}, \tag{1}$$

де  $D$  – дизайн або візуальне наповнення;  $U$  – функціональність або технічне наповнення;  $K$  – контент або інформаційне наповнення веб-порталу;  $RCk_r$  – додаткові критерії;  $RCs_p$  – відносні та об'єктивні критерії.

Дана інтегральна модель буде повною, якщо будуть враховані вагові коефіцієнти для кожної категорії.

Статистична обробка результатів експерименту дозволяє оцінити за даними поточних вимірів точність застосованого методу дослідження. За статистичними даними всі параметри знаходяться в допустимих межах, що підтверджує правильність вибраного методу дослідження.

Під час побудови статистичних моделей нормальному закономірності безумовно належить центральне місце. Проте намагання використовувати його для моделювання розподілу емпіричних даних у будь-якому разі не завжди є обґрунтованим. Більш істотно те, що багато методів обробки даних засновано на розрахункових величинах, що мають хоча й інші, але близькі розподіли до нормального розподілу. Крім того, за допомогою нормального закону визначаються широко розповсюджені в математичній статистиці розподіли  $\chi^2$  (хі-квадрат),  $t$  Стюдента і  $F$  Фішера. Розподіл  $\chi^2$  (хі-квадрат) – це розподіл випадкової величини

$$X = X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2, \tag{2}$$

де  $X_1^2, X_2^2, \dots, X_n^2$  – випадкові величини, які є незалежними і мають той самий стандартний нормальний розподіл  $N(0, 1)$ ;  $n$  – «число ступенів вільності» розподілу хі-квадрат.

Розподіл  $t$  Стюдента – це розподіл випадкової величини:

$$T = \frac{U\sqrt{n}}{\sqrt{X}}, \tag{3}$$

де  $U$  – випадкова незалежна величина і  $X$ , що має стандартний нормальний розподіл  $N(0, 1)$ ;  $X$  – розподіл хі-квадрат з  $n$  ступенями вільності;  $n$  – «число ступенів вільності» розподілу Стюдента.

Розподіл  $F$  Фішера – це розподіл випадкової величини:

$$F = \frac{\frac{1}{k_1} X_1}{\frac{1}{k_2} X_2}, \tag{4}$$

де  $X_1$  і  $X_2$  – випадкові незалежні величини, що мають розподіли хі-квадрат з числом ступенів вільності  $i$ . Отже, розподіли  $\chi^2$  (хі-квадрат), Стюдента і  $F$  Фішера є похідними від нормального закону. Розглянемо властивості цих розподілів докладніше.

Розподіл «хі-квадрат» можна отримати за схемою повторних випробувань, якщо з генеральної сукупності нормально розподілених значень з нульовим середнім ( $\mu=0$ ) і одиничним стандартним відхиленням ( $\sigma=1$ ) випадковим методом вилучати незалежно  $n$  значень,  $X_1^2, \dots, X_n^2$ , а потім розраховувати суму їх квадратів  $(X_1)^2 + (X_2)^2 + \dots + (X_n)^2$ . У результаті багаторазових випробувань значення цих сум будуть мати розподіл  $\chi^2$  (хі-квадрат) з  $n$  степенями вільності. Аналітична форма запису щільності розподілу  $\chi^2$  має вигляд:

$$f_{\chi^2}(x, n) = \frac{1}{2^n \Gamma(\frac{n}{2})} x^{\frac{n}{2}-1} \cdot e^{-\frac{x}{2}}, \tag{5}$$

де  $f_{\chi^2}(x, n)$  – функція щільності розподілу  $\chi^2$ ;  $n$  – число ступенів вільності;  $\Gamma()$  – гама-функція.

На рис. 2 показано розрахунки значень і графіки щільності розподілу  $\chi^2$  для трьох ступенів вільності (2; 3 15).

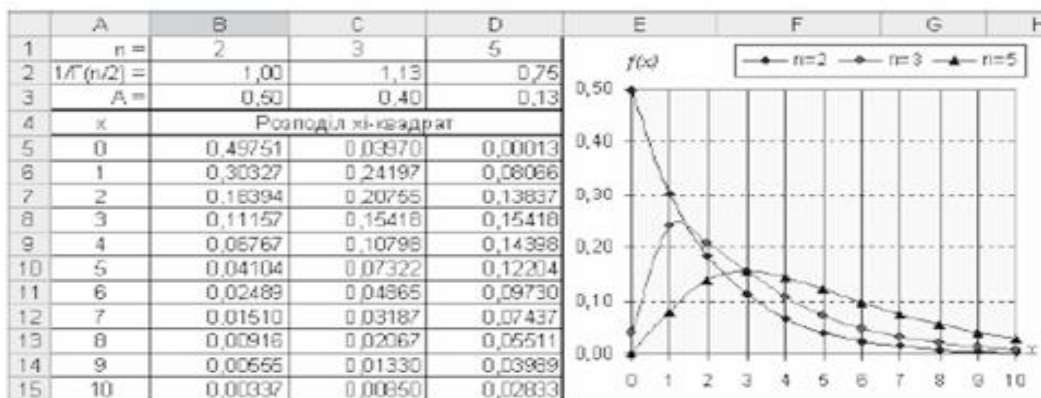


Рис. 2. Розрахунок і графіки щільності розподілу  $\chi^2$

У стовпчиках С і Д розраховано значення розподілу для числа ступенів вільності  $n=3$  і  $n=5$ .

Як видно з графіків, при збільшенні числа ступенів вільності  $n$  розподіл  $\chi^2$  наближається до нормального розподілу з середнім  $n$  і стандартним відхиленням  $\sqrt{2n}$ . Якщо дисперсію можна записати як суму квадратів  $n$  незалежних випадкових значень випробувань  $X_1^2, X_2^2, \dots, X_n^2$  наприклад,

$$s_x^2 = \frac{1}{n-1} (\sum_{i=1}^n X_i^2 - n\bar{X}^2) = \frac{1}{n-1} (X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2) - \frac{n\bar{X}^2}{n-1}, \quad (6)$$

то величина  $s_x^2$  може мати розподіл  $\chi^2$ . Тому природно, що  $\chi^2$  розподіли використовують у статистичних висновках щодо дисперсії.

Властивості нормального розподілу можна використовувати лише тоді, коли обсяг вибірки  $n$  є «достатньо великим» – на це звертає увагу центральна гранична теорема. Проте в реальних умовах обсяг вибірки, як правило, не є «достатньо великим». У цих умовах використовують інші розподіли. Одним із найважливіших вважається розподіл Стюдента:

$$f_t(x, n) = \frac{\Gamma(\frac{n+1}{2})}{\sqrt{n \cdot \pi} \cdot \Gamma(\frac{n}{2})} \left(1 + \frac{x^2}{n}\right)^{-\frac{n+1}{2}}, \quad (7)$$

де  $f_t(x, n)$  – функція щільності розподілу Стюдента;  $n$  – число ступенів вільності;  $\Gamma()$  – гама-функція.

На рис. 3. показано розрахунки розподілу Стюдента для ступенів вільності (1; 2 ;8) і для порівняння відповідні значення нормального розподілу.

У стовпчиках С і D розраховано значення розподілу Стюдента для числа ступенів вільності  $n=2$  і  $n=8$ . У стовпчику Е – значення щільності нормального розподілу.

|    | A                   | B         | C      | D      | E        | F        | G      | H      | I      |
|----|---------------------|-----------|--------|--------|----------|----------|--------|--------|--------|
| 1  | n =                 | 1         | 2      | 8      |          | 1        | 2      | 8      |        |
| 2  | $\Gamma((n+1)/2) =$ | 1,00      | 0,89   | 11,63  |          |          |        |        |        |
| 3  | $\Gamma(n/2) =$     | 1,77      | 1,00   | 6,00   |          |          |        |        |        |
| 4  | A =                 | 0,32      | 0,35   | 0,39   |          |          |        |        |        |
| 5  |                     | Щільність |        |        | Розподіл |          |        |        |        |
| 6  | x                   | Стюдента  |        |        | НР       | Стюдента |        |        | НР     |
| 7  | -6                  | 0,0086    | 0,0043 | 0,0002 | 0,0000   | 0,0526   | 0,0133 | 0,0002 | 0,0000 |
| 8  | -5                  | 0,0122    | 0,0071 | 0,0007 | 0,0000   | 0,0628   | 0,0189 | 0,0005 | 0,0000 |
| 9  | -4                  | 0,0187    | 0,0131 | 0,0028 | 0,0001   | 0,0780   | 0,0286 | 0,0020 | 0,0000 |
| 10 | -3                  | 0,0318    | 0,0274 | 0,0130 | 0,0044   | 0,1024   | 0,0477 | 0,0085 | 0,0013 |
| 11 | -2                  | 0,0637    | 0,0680 | 0,0624 | 0,0540   | 0,1476   | 0,0918 | 0,0403 | 0,0228 |
| 12 | -1                  | 0,1592    | 0,1925 | 0,2276 | 0,2420   | 0,2500   | 0,2113 | 0,1733 | 0,1587 |
| 13 | 0                   | 0,3183    | 0,3636 | 0,3867 | 0,3989   | 0,5000   | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 |
| 14 | 1                   | 0,1592    | 0,1925 | 0,2276 | 0,2420   | 0,2500   | 0,2887 | 0,3267 | 0,3413 |
| 15 | 2                   | 0,0637    | 0,0680 | 0,0624 | 0,0540   | 0,0524   | 0,0882 | 0,0997 | 0,0972 |
| 16 | 3                   | 0,0318    | 0,0274 | 0,0130 | 0,0044   | 0,0976   | 0,0523 | 0,0315 | 0,0987 |
| 17 | 4                   | 0,0187    | 0,0131 | 0,0028 | 0,0001   | 0,0920   | 0,0714 | 0,0980 | 1,0000 |
| 18 | 5                   | 0,0122    | 0,0071 | 0,0007 | 0,0000   | 0,0972   | 0,0811 | 0,0995 | 1,0000 |
| 19 | 6                   | 0,0086    | 0,0043 | 0,0002 | 0,0000   | 0,0474   | 0,0867 | 0,0998 | 1,0000 |

Рис. 3. Значення розподілів Стюдента і розподілу  $N(0, 1)$

На рис. 4 показано сімейство графіків розподілу Стюдента для трьох ступенів вільності (1; 2; 8), а також графік стандартного нормального розподілу  $N(0, 1)$ .

Як видно, при збільшенні числа ступенів вільності  $n$  розподіли Стюдента асимптотично наближаються до нормального розподілу. Коли обсяг вибірки  $n$  стає «достатньо великим», тобто практично  $n \rightarrow \infty$ , розподіли Стюдента збігаються з нормальним розподілом. Найчастіше розподіли Стюдента використовують у статистичних висновках щодо середніх.

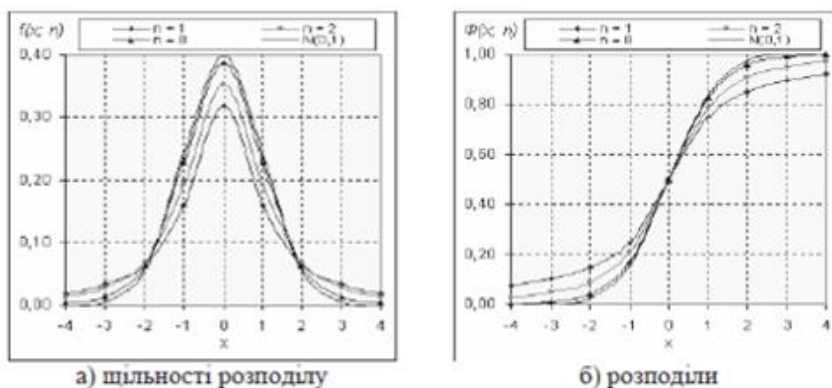


Рис. 4. Графіки розподілів Стюдента і нормального розподілу  $N(0, 1)$

Розподіл  $F$  Фішера можна отримати, використовуючи схему повторних випробувань, коли з генеральної сукупності нормально розподілених значень з параметрами ( $\mu=0$  і  $\sigma=1$ ) випадковим методом спочатку формують першу змінну  $X_1$  з розподілом «хі-квадрат» і степенями вільності  $n$ , а потім незалежним шляхом формують другу змінну  $X_2$  з розподілом «хі-квадрат» і степенями вільності  $m$ . Нова випадкова величина, що має властивості розподілу Фішера, складатиметься з відношення

$$F = \frac{X_1/n}{X_2/m}, \quad (8)$$

Функція щільності розподілу Фішера має вигляд

$$f_F(x, n, m) = \frac{\Gamma\left(\frac{n+m}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n}{2}\right) \cdot \Gamma\left(\frac{m}{2}\right)} \left(\frac{m}{n}\right)^{\frac{m}{2}} x^{\frac{m}{2}-1} \left(1 + \frac{m}{n}x\right)^{-\frac{n+m}{2}}, \quad (9)$$

де  $f_F(x, n, m)$  – функція щільності розподілу Фішера;  $n$  і  $m$  – число ступенів вільності;  $\Gamma()$  – гама-функція.

### Висновки

Спираючись на результати досліджень проблеми класифікації веб-порталів, запропоновано класифікацію веб-порталів, проаналізовано основні критерії оцінки їх якості як умови розвитку електронного підприємництва. Розглянуто такі критерії, як функціональність, дизайн, наповнення, технічні характеристики.

В роботі було розроблено концепцію оцінювання якості веб-порталу з використанням інформаційних моделей та методу дисперсійного аналізу, що забезпечило достовірність отриманих результатів. Розроблено методику визначення інтегрального показника якості порталу з врахуванням категорій якості чинників, що забезпечує отримання числових характеристик якості веб-порталу.

### Література

1. Пасічник В.В. та ін. Глобальні інформаційні системи та технології: Економічні науки : монографія / Р.Б. Кравець, Д.О. Тарасов. – Львів : Львівська політехніка, 2006. – 348 с.
2. Пілат О. Інформаційна система оцінки якості електронних видань / О. Пілат, І. Огірко // Український ун-тет в Москві. – 2012. – Том 17. – С. 162–166.
3. Пілат О.Ю. Критерії якості мультимедійних технологій / О.Ю. Пілат, І.В. Огірко // Мультимедійні технології в освіті. – 2011. – С. 54.
4. Пасічник Н.Р. Формалізм у постановці задачі створення якісного порталу / Н.Р. Пасічник, М.П. Дивак // Наукові праці ДонНТУ. – 2011. – Вип. 14 (188). – С. 325–329.
5. Огірко І.В. Проблематика стандартизації електронних видань / І.В. Огірко, О.Ю. Пілат // Наук.-техн. конф. проф.-викл. складу, наук. працівн. і асп., 2–5 лютого 2010 р. : тези доп. – Львів : УАД, 2010. – С. 91.
6. Пілат О.Ю. Становище електронних видань у сучасному медіасвіті з погляду регламентації / О.Ю. Пілат // Комп'ютерні технології друкарства. – 2010. – № 23. – С. 173–182.
7. Літовченко І.Л. Особливості маркетингових досліджень через Інтернет / І.Л. Літовченко, Ю.В. Цуркан // Вісник НУ “Львівська Політехніка”, Логістика. – 2004. – С. 79–86.

### References

1. Pasichnik V.V. ta in. Globalni informacii ni sistemi ta tehnologii: Ekonomichni nauki : monografiya / R.B. Kravec, D.O. Tarasov. – Lviv : Lvivska politehnika, 2006. – 348 s.
2. Pilat O. Informacii na sistema ocinki yakosti elektronnih vidan / O. Pilat, I. Ogirko // Ukraïnskiï un-tet v Moskvi. – 2012. – Tom 17. – S. 162–166.
3. Pilat O.Yu. Kriterii yakosti multimedii nih tehnologii / O.Yu. Pilat, I.V. Ogirko // Multimedii ni tehnologii v osviti. – 2011. – S. 54.
4. Pasichnik N.R. Formalizm u postanovci zadachi stvorennia yakisnogo portalu / N.R. Pasichnik, M.P. Divak // Naukovi praci DonNTU. – 2011. – Vip. 14 (188). – S. 325–329.
5. Ogirko I.V. Problematika standartizacii elektronnih vidan / I.V. Ogirko, O.Yu. Pilat // Nauk.-tehn. konf. prof.-viki. skladu, nauk. pracivn. i asp., 2–5 lyutogo 2010 r. : tezi dop. – Lviv : UAD, 2010. – S. 91.
6. Pilat O.Yu. Stanovishe elektronnih vidan u suchasnomu mediasviti z poglyadu reglamentacii / O.Yu. Pilat // Komp'yuterni tehnologii drukarstva. – 2010. – № 23. – S. 173–182.
7. Litovchenko I.L. Osoblivosti marketingovih doslidzhen cherez Internet / I.L. Litovchenko, Yu.V. Curkan // Visnik NU “Lvivska Politehnika”, Logistika. – 2004. – S. 79–86.

Рецензія/Peer review : 16.11.2019 р. Надрукована/Printed : 02.01.2020  
Рецензент: д.т.н., проф. Сорокати́й Р.В.