

ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ. КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

УДК 004.8:004.912

Ю.Г. Даник, д.т.н., проф.
О.О. Писарчук, д.т.н., проф.
О.В. Лагодний, ад'юнкт
О.В. Випорхонюк, курсант

Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ БАГАТОКРИТЕРІЙНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНТЕРНЕТ-САЙТІВ ЦІЛЬОВОГО СПРЯМУВАННЯ

Розміщення інформації цільового спрямування потребує попереднього оцінювання інформаційного джерела, яке буде більш ефективним при розповсюдженні в ньому контенту. При оцінюванні ефективності інтернет-сайтів не враховується значна кількість факторів, які впливають на загальний рейтинг інформаційного джерела в цілому. У статті запропоновано математичну модель оцінювання ефективності інтернет-сайтів. Для розробки моделі використано технологію багатокритерійного оцінювання з використанням вкладених згорток за нелінійною схемою компромісів. Основне зусилля при розробці математичної моделі було націлене на формування показників та критеріїв інтернет-сайтів у глобальній мережі Інтернет. Розроблена математична модель дає можливість особі, яка приймає рішення, адекватно оцінити відповідне інформаційне джерело. Результати розрахунків доводять дієвість запропонованого підходу для визначення ефективності інтернет-сайтів цільового спрямування.

Ключові слова: модель; оцінювання ефективності; багатокритерійний; інтернет-сайт; математична модель; згортка.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Сучасний розвиток інформаційних технологій та розповсюдження цільового контенту в глобальних інформаційно-комунікативних мережах вимагає виважених і обґрунтованих рішень щодо вибору необхідних засобів (сайтів) для ефективного розповсюдження цільової інформації про визначений процес, систему або діяльність. Розміщення цільової інформації в інтернет-середовищі є одним із методів популяризації товару, обговорення актуальної тематики, розповсюдження заданого контенту і прийняття в подальшому певних рішень та формування подальших дій в інформаційному середовищі [1, с. 10]. Одним з етапів даного процесу є попереднє оцінювання ефективності конкретного інформаційного ресурсу [2, с. 17], результат якого має бути підставою для особи, яка проводить розповсюдження цільового контенту, для розміщення потрібної інформації з прийняттям рішення, що забезпечує мінімальні ризики [3, с. 79; 4, с. 3]. Для цього слід врахувати основні фактори, які впливають на кінцевий результат – отримання оцінки ефективності інтернет-сайтів цільового спрямування [5, с. 182]. За таких умов актуальним є завдання вироблення підходу до визначення обумовленої адекватної оцінки ефективності інтернет-сайтів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питанням оцінювання ефективності інтернет-сайтів цільового спрямування приділена увага в публікаціях [6–8]. Їх сутність зводиться до евристично-емпіричного оцінювання множини критеріїв особою, що приймає рішення про розповсюдження цільового контенту інтернет-мережею. Питання автоматизованого вироблення єдиного рішення не знайшло свого відображення у відомій літературі. В цілому оцінювання ефективності належить до класу завдань аналізу складних систем і процесів [9, с. 284]. Традиційно воно здійснюється в такій послідовності: визначення факторів, показників та критеріїв; формування моделі вироблення рішення; інтерпретація отриманого результату [10, с. 174]. Серед усіх методів оцінювання ефективності найбільш поширені однокритерійні та багатокритерійні моделі. Останні мають порівняно кращу адекватність [11, с. 10; 12]. Однак для кожного конкретного завдання необхідно сформувати свій унікальний перелік факторів,

© Ю.Г. Даник, О.О. Писарчук, О.В. Лагодний, О.В. Випорхонюк, 2016

показників та критеріїв ефективності з подальшим визначенням моделі вироблення рішення. Користувач програмного забезпечення інформаційної системи (інтернет-сайта) для оперативного оцінювання його ефективності застосовує перелік певних критеріїв за першими абстрактними характеристиками: хороший–поганий, гарний–жахливий, комфортний–незручний. Тому потребує розв’язання науково-практичне завдання оцінювання ефективності інтернет-сайтів шляхом вироблення обумовленого підходу на базі конкретної багатокритерійної моделі процесу оцінювання.

Таким чином, **метою статті** є формування математичної моделі багатокритерійного оцінювання ефективності інтернет-сайтів.

Викладення основного матеріалу. Для того, щоб розміщення інформації цільового спрямування було ефективним, потрібно знати, на якому відкритому інформаційному джерелі розмістити бажаний контент. Це досягається за допомогою використання моделі, яка б мала змогу адекватно оцінити доцільність сайту та вирішувала б такі завдання:

1. *Визначення факторів, формування показників та критеріїв ефективності інтернет-сайтів у глобальній мережі Інтернет.* Під час формування показників і критеріїв ефективності інтернет-сайтів потрібно дотримувались таких вимог:

1. Критерії повинні відображати властивості інформаційного наповнення сайту, а саме: розміщена інформація має бути достовірною, своєчасною, доступною користувачу, повною і постійно оновлюватися.

2. Критерії повинні відображати властивості сайту в цілому: популярність, інформативність, презентабельність, зручність.

3. Має бути можливість обрахунку значення критеріїв, що відображається числом.

4. При обрахунку значень критеріїв повинні переважати об’єктивні джерела інформації над суб’єктивними.

У ході досліджень шляхом евристичного аналізу предметної галузі оцінювання ефективності інформаційних джерел сформовано інфологічну модель факторів, показників та критеріїв ефективності інтернет-сайтів, яка надана у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1

Інфологічна модель факторів, показників та критеріїв ефективності

№ з/п	Група факторів	№ з/п	Фактор у групі	Показник	Критерій
1	Показники Юзабіліті	1	Сумарний час, проведений користувачами на сайті за день	K_A	$K_A \rightarrow \max$
		2	Середня кількість переглянутих сторінок за один день одним користувачем	K_B	$K_B \rightarrow \max$
		3	Швидкість завантаження сторінки	K_C	$K_C \rightarrow \max$
		4	Час завантаження сторінки	K_D	$K_D \rightarrow \min$
		5	Внутрішні посилання	K_E	
		6	Зовнішні посилання	K_F	$K_E \rightarrow \min$
2	SEO критерії	7	Кількість сторінок в Яндекс	S_Y	$S_Y \rightarrow \max$
		8	Кількість сторінок в Google	S_G	$S_G \rightarrow \max$
		9	Тематичний індекс цитувань у Яндекс	S_Q	$S_Q \rightarrow \max$
		10	Google Page Rank	S_{PR}	$S_{PR} \rightarrow \max$
		11	Рейтинг сайту в світі	S_K	$S_K \rightarrow \min$
		12	Зворотні посилання	S_B	$S_B \rightarrow \max$

Для вирішення поставленого завдання було використано показники Юзабіліті та деякі критерії ефективності SEO-оптимізації сайту. *Показник Юзабіліті* – це характеристика, яка визначає, наскільки програмне забезпечення готове до використання. Якщо даний показник застосувати до інтернет-сайта, то це дасть змогу визначити його функціональність і зручність у використанні. *SEO* – це комплекс заходів, метою яких є досягнення рейтингових позицій сайту в пошукових системах за обраною групою ключових запитів. Значення показників, наведених у таблиці 1, взято з сайтів: 2ip.ru, alexa.com, google.com/analytics.

Дана модель враховує взаємозв’язок факторів, показників та критеріїв двох груп: показники Юзабіліті та SEO-критерії. Встановлені критерії є суперечною системою, що свідчить про приведення задачі оцінювання ефективності до багатокритерійної форми. Завдання багатокритерійного оцінювання ефективності інтернет-сайту полягає в тому, що береться один образ (сайт) з найгіршими показниками і для нього проводять розрахунки, в подальшому порівнюючи їх з іншими сайтами.

II. Формування моделі вироблення рішення про ефективність упровадження нового сайту серед множини інших ресурсів у глобальній мережі Інтернет полягає в зведенні (агрегації) переліку суперечливих часткових критеріїв таблиці 1 до узагальненої оцінки. Для цього обрано нелінійну схему компромісів професора Вороніна А.М., виходячи із доведених переваг цієї схеми агрегації [13, с. 109]. Сутністю зміни значень, що описують встановлені часткові критерії (табл. 1) є дискретна форма. Тоді зазначена вище згортка матиме такий вигляд:

$$Y(y_0) = \sum_{l=1}^k \gamma_{0l} (1 - y_{0l})^{-1} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де $l=1..k$ – кількість включених у згортку часткових критеріїв; γ_{0l} – нормований ваговий коефіцієнт; y_{0l} – нормований частковий критерій оптимальності. Нормування критеріїв, що входять до згортки (1), здійснюється відносно найвищого (для тих, що мінімізуються) та найнижчого (для тих, що максимізуються) значень показників для особливостей певного сайту.

Вагові коефіцієнти нормуються за виразом:

$$\gamma_{0l} = \frac{\gamma_l}{\sum_{l=1}^k \gamma_l}, \quad (2)$$

де γ_l – поточне (ненормоване) значення вагового коефіцієнта.

Надалі здійснюється послідовне (у межах кожної з двох груп факторів) зведення часткових критеріїв до узагальнених за групою (за (1)) та до інтегрованого критерію ефективності. Цим реалізується технологія вкладених згорток і забезпечується чутливість кінцевого рішення до зміни кожного з 12 часткових критеріїв таблиці 1. Приймаючи надалі для спрощення запису в (1) вагові коефіцієнти за одиниці з позначенням нормувань критеріїв нулем, отримуємо узагальнені критерії ефективності за кожною групою:

$$\begin{aligned} F_1 &= \gamma_{0K_A} (1 - K_{A0})^{-1} + \gamma_{0K_B} (1 - K_{B0})^{-1} + \gamma_{0K_C} (1 - K_{C0})^{-1} + \\ &+ \gamma_{0K_D} (1 - K_{D0})^{-1} + \gamma_{0K_E} (1 - K_{E0})^{-1} + \gamma_{0K_F} (1 - K_{F0})^{-1} \rightarrow \min, \\ F_2 &= \gamma_{0S_Y} (1 - S_{Y0})^{-1} + \gamma_{0S_G} (1 - S_{G0})^{-1} + \gamma_{0S_Q} (1 - S_{Q0})^{-1} + \\ &+ \gamma_{0S_{PR}} (1 - S_{PR0})^{-1} + \gamma_{0S_K} (1 - S_{K0})^{-1} + \gamma_{0S_B} (1 - S_{B0})^{-1} \rightarrow \min. \end{aligned} \quad (3)$$

Для визначення інтегрованої оцінки ефективності за дискретною згорткою (1) із узагальнених критеріїв (3) здійснюється їх нормування відносно найгіршої оцінки (максимального значення показника, що характеризує частковий критерій).

З урахуванням зазначеного інтегрована оцінка ефективності інтернет-сайтів формується таким чином:

$$I = \gamma_{10} (1 - F_{10})^{-1} + \gamma_{20} (1 - F_{20})^{-1} \rightarrow \min. \quad (4)$$

III. Інтерпретація отриманого рішення полягає в приведенні значення інтегрованої оцінки (5) до єдиної шкали зміни, наприклад, від 0 (найгірша) до 1 (найкраща). Це досягається шляхом нормування (4) до абстрактної найгіршої оцінки найгіршого сайту, що дає змогу:

- 1) здійснювати агрегацію часткових критеріїв до інтегрованого вигляду за згорткою;
- 2) встановлювати значення критеріїв оцінки в межах від 0 до 1 з найкращим значенням 0, найгіршим 1. Останнє дає змогу оцінювати один окремих сайт з подальшим порівнянням декількох:

$$I_0 = 1 - \frac{I}{\max I}, \quad \max I = \sum_{i=1}^2 (1 - [\max F_i - \Delta])^{-1}, \quad (5)$$

де $\max F_i$ – найгірше з можливих значень часткового показника; Δ – коефіцієнт запасу, що забезпечує уникнення некоректних операцій при нормуванні, приймається як $\Delta = 0,1 - 0,3$.

Вирази (3)–(5) становлять математичну модель, яка ґрунтується на послідовному угрупованні частинних критеріїв до інтегрованої оцінки ефективності інтернет-сайтів. Отриману числову оцінку можливо привести до лінгвістичної категорії відповідно до фундаментальної шкали оцінювання, наприклад, у вигляді таблиці 2.

Таблиця 2

Фундаментальна шкала оцінювання

Інтегрована оцінка ефективності I_0	Лінгвістична категорія ефективності
1,0–0,7	Висока
0,7–0,5	Добра
0,5–0,4	Задовільна
0,4–0,2	Низька
0,2 і менше	Незадовільна

Приклад застосування багатокритерійного оцінювання ефективності. В інтернет-середовищі розміщено множину різноманітної інформації, оформленої у вигляді окремих сторінок, що логічно пов'язані між собою. Ця інформація становить собою інтернет-сайти. Для доведення дієвості запропонованого підходу проводилися розрахунки за початковими даними таблиці 3 для інтернет-сайтів трьох вищих навчальних закладів України: Київського політехнічного інституту (КПІ), Національного авіаційного університету (НАУ) та Київського національного університету ім. Т.Г. Шевченка (КНУ).

Таблиця 3

Початкові дані для розрахунків

№ з/п групи	№ з/п фактора	Показник	Діапазон зміни		Поточне значення	Нормуюче значення
			min	max		
1	1	K_A	259 хв.	444 хв.	262 хв.	259 хв. $-\Delta$
	2	K_B	3,9	5,7	3,9	3,9 $-\Delta$
	3	K_C	178,54 кб/с	333,31 кб/с	333,31 кб/с	178,54 кб/с $-\Delta$
	4	K_D	2,41 с	4 с	3,94 с	4 с $+\Delta$
	5	K_E	18	291	291	18 $-\Delta$
	6	K_F	12	41	14	41 $+\Delta$
2	7	S_Y	89 000	407 000	135 000	89 000 $-\Delta$
	8	S_G	265 000	437 000	265 000	265 000 $-\Delta$
	9	S_Q	380	2300	1200	380 $-\Delta$
	10	S_{PR}	6	7	6	6 $-\Delta$
	11	S_K	79 102	349 358	349 358	349 358 $+\Delta$
	12	S_B	565	1 733	565	565 $-\Delta$

Порядок розрахунків щодо формування узагальнених значень показників показано лише для першої категорії критеріїв ефективності показників Юзабіліті з початковими даними для НАУ. Решта обчислень здійснюється аналогічним чином.

Відповідно до (3) маємо модель розрахунку узагальненої оцінки для першої групи факторів, де спочатку проводиться нормування часткових критеріїв:

$$F_{0l}^{\min} = \frac{F_l^{\min}}{\max F_l^{\min} + \Delta}, \quad F_{0l}^{\max} = \frac{\min F_l^{\max} - \Delta}{F_l^{\max}},$$

$$K_{A0} = \frac{259 - \Delta}{262} = 0,9874, \quad K_{B0} = \frac{3,9 - \Delta}{3,9} = 0,923, \quad K_{C0} = \frac{178,54 - \Delta}{333,31} = 0,5348,$$

$$K_{D0} = \frac{3,94}{4 + \Delta} = 0,9163, \quad K_{E0} = \frac{18 - \Delta}{291} = 0,0608, \quad K_{F0} = \frac{14}{41 + \Delta} = 0,339, \quad \Delta = 0,3.$$

Розрахунки для узагальненої оцінки за першою групою факторів мають такий зміст:

$$F_1 = (1 - 0,9874)^{-1} + (1 - 0,923)^{-1} + (1 - 0,5348)^{-1} + (1 - 0,9163)^{-1} + (1 - 0,0806)^{-1} + (1 - 0,339)^{-1} = 109,0495.$$

Нормування частинних показників для узагальненої оцінки здійснюється таким чином:

$$K_{A0}^{\min} = \frac{259 - \Delta}{259} = 0,9988, \quad K_{B0}^{\min} = \frac{3,9 - \Delta}{3,9} = 0,923, \quad K_{C0}^{\min} = \frac{178,54 - \Delta}{178,54} = 0,9983,$$

$$K_{D0}^{\max} = \frac{4}{4 + \Delta} = 0,93, \quad K_{E0}^{\min} = \frac{18 - \Delta}{18} = 0,9833, \quad K_{F0}^{\max} = \frac{41}{41 + \Delta} = 0,9927, \quad \Delta = 0,3.$$

Надалі реалізується розрахунок узагальненої нормованої оцінки для першої групи факторів:

$$\max F = \sum_{i=1}^k \gamma_{i0} (1 - \max F_i)^{-1},$$

$$\max F_1 = (1 - 0,9988)^{-1} + (1 - 0,923)^{-1} + (1 - 0,9983)^{-1} + (1 - 0,93)^{-1} + (1 - 0,9833)^{-1} + (1 - 0,9927)^{-1} = 1645,7045.$$

Як результат маємо узагальнену нормовану оцінку ефективності для першої групи факторів:

$$F_0 = F / \max F, \quad F_{10} = (F_1 / \max F_1) = 109,0495 / 1645,7045 = 0,066.$$

Відповідно до визначених початкових даних, з використанням виразів (3)–(5) отримано значення інтегрованої оцінки ефективності інтернет-сайтів, яке становить $I_0 = 0,7212$. Розрахунок інтегрованої оцінки ефективності для решти двох інформаційних ресурсів проводився аналогічним чином, його результати висвітлено в таблиці 4.

Таблиця 4

Інтегровані оцінки ефективності

	КПІ	НАУ	КНУ
I_0	0,7463	0,7212	0,6824

Лінгвістична категорія ефективності згідно з фундаментальною шкалою оцінювання для обраного сайту має «високий» рівень. Отже, слід позитивно оцінити інтернет-сайт НАУ, порівняно з іншим запропонованим інформаційним ресурсом. Із розрахункових даних таблиці 4 випливає, що, порівняно з міжінформаційними ресурсами, кращі показники має Київський політехнічний інститут зі значенням інтегрованої оцінки $I_0 = 0,7463$. Проведені розрахунки доводять дівість запропонованої моделі багатокритерійного оцінювання.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Під час досліджень сформовано математичну оптимізаційну модель багатокритерійного оцінювання ефективності інтернет-сайтів цільового спрямування. Вона відрізняється від відомих аналогів використанням запропонованої системи факторів, показників і критеріїв, розбитих на дві групи за належністю до певної категорії ефективності. З метою врахування всіх критеріїв у результаті оцінювання застосовано технологію вкладених згорток. Формування моделі ґрунтується на використанні методів зв'язку багатокритерійних задач, зокрема методу зведення її до однокритерійної форми шляхом згортки часткових критеріїв. Приклад використання розробленої моделі підтвердив її придатність для вирішення практичних завдань оцінювання ефективності. Дану модель можна застосовувати для унітарної та порівняльної оцінки інтернет-сайтів цільового спрямування.

Список використаної літератури:

1. *Ventre D.* Cyberwar and information warfare / *D.Ventre* // Wiley-ISTE. – 2011. – 448 p.
2. *Гришук Р.В.* Мобільні соціальні інтернет-сервіси як один із різновидів масової комунікації на сучасному етапі / *Р.В. Гришук, Ю.Г. Даник, О.В. Самчишин* // Безпека інформації–2015. – Т. 21, № 1. – С. 16–20.
3. *Літовченко І.Л.* Особливості маркетингових досліджень через Інтернет / *І.Л. Літовченко, Ю.В. Цуркан* // Вісник НУ “Львівська Політехніка”. – 2004. – № 499. – С. 79–86.
4. *Солошенко М.В.* Методика оценки экономической ценности Internet сайта как средства коммуникации / *М.В. Солошенко* // Маркетинг и маркетинговые исследования. – 2000. – № 6. – С. 2–5.
5. *Білик В.М.* Інформаційні технології та системи : навч. посібник / *В.М. Білик, В.С. Костирко*. – К. : Центр навч. літ-ри, 2006. – 232 с.
6. Система та критерії маркетингового аналізу сайтів вищих навчальних закладів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=1748>.
7. Моделювання методів оцінювання ефективності сайту компанії [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Vsuem_2013_2_7.pdf.
8. Методи оцінювання usability інтерфейсу користувача [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/22778/1/34-Kirilenko-244-256.pdf>.
9. *Писарчук О.О.* Методика багатокритеріальної оцінки ефективності процесів функціонування та використання складних інформаційних систем / *О.О. Писарчук* // Защита информации : сб. науч. праць НАУ. – 2009. – Вип. 16. – С. 284–289.

10. Методика оцінки ефективності пакету заходів для захисту інформації / С.О. Шматок, В.Б. Міщенко, Т.А. Вещицька та ін. // 36. наук. праць ЦНДІ ЗС України. – К. : ЦНДІ ЗС України, 2007. – № 4. – С. 173–188.
11. Брахман Т.Р. Многокритериальность и выбор альтернативы в технике / Т.Р. Брахман. – М. : Радио и связь, 1984. – 288 с.
12. Однокритеріальні і багатокритеріальні задачі прийняття рішень в умовах ризику [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://stud.com.ua/45787/menedzhment/odnokriterialnih_bagatokriterialni_zadachi_priynyattya_rishen_umovah_riziku#767.
13. Воронин А.Н. Нелинейная схема компромиссов в многокритериальных задачах оценивания и оптимизации / А.Н. Воронин // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – Т. 45, № 4. – С. 106–114.

References:

1. Ventre, D. (2011), *Cyberwar and information warfare*, Wiley-ISTE, 448 p.
2. Gryshhuk, R.V., Danyk, Ju.G. and Samchyshyn, O.V. (2015), “Mobil'ni social'ni internet-servisy jak odyn iz riznovydiv masovoi' komunikacii' na suchasnomu etapi” [Mobile social Internet services as one of the varieties of mass communication at present], *Bezpeka informacii'*, Vol. 21, No. 1, pp. 16–20.
3. Litovchenko, I.L. and Curkan, Ju.V. (2004), “Osoblyvosti marketyngovyh doslidzhen' cherez Internet” [Features of market research via the Internet], *Visnyk NU “Lvivs'ka Politehnika”*, pp. 79–86.
4. Soloshenko, M.V. (2000), “Otsenki ekonomicheskoy tsennosti Internet sayta kak sredstva kommunikatsii” [Methods of assessing the economic value of the Internet site as a communication tool], *Marketing i marketingove issledovaniya*, No. 6, pp. 2–5.
5. Bilyk, V.M. and Kostyrko, V.S. (2006), *Informacijni tehnologii' ta systemy* [Information technology and systems], Centr navchal'noi' literatury, Kyiv, 232 p.
6. Zabarna, E.M. and Solov'eva, E.Ju. (2013), “Systema ta kryterii' marketyngovogo analizu sajtiv vyshhyh navchal'nyh zakladiv” [The system of criteria and marketing analysis of websites of higher education institutions], available at: www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1748
7. Kuz'minov, Je.V. (2013), “Modeljuvannja metodiv ocinjuvannja efektyvnosti sajtu kompanii” [Simulation methods of evaluating site performance], available at: 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/Vsuem_2013_2_7.pdf
8. “Metody ocinjuvannja usability interfejsu korystuvacha” [Methods of evaluating usability of the user interface], available at: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/22778/1/34-Kirilenko-244-256.pdf>
9. Pysarchuk, O.O. (2009), “Metodyka bagatokryterial'noi' ocinky efektyvnosti procesiv funkcionuvannja ta vykorystannja skladnyh informacijnyh system” [Methods multi assess the effectiveness of the functioning and use complex information systems], *Zashhyta ynformacyy : zbirnyk naukovykh prac' NAU*, Vol. 16, pp. 284–289.
10. Shmatok, S.O., Mishhenko, V.B. and Veshhyc'ka, T.A. (2007), “Metodyka ocinky efektyvnosti paketu zahodiv dlja zahystu informacii” [Methods of assessing the effectiveness of the package of measures to protect information], *Zbirnyk naukovykh prac' CNDI ZS Ukrainy*, No. 4, pp. 173–188.
11. Brakhman, T.R. (1984), *Mnogokriterial'nost' i vybor al'ternativy v tekhnike* [Multicriteria selection and alternatives in technology], Radio i svyaz', Moscow, 288 p.
12. “Odnokryterial'ni i bagatokryterial'ni zadachi pryjnattja rishen' v umovah ryzyku” [Criterion and multicriteria problems and decision making under risk], available at: http://stud.com.ua/45787/menedzhment/odnokriterialnih_bagatokriterialni_zadachi_priynyattya_rishen_umovah_riziku#767
13. Voronin, A.N. (2009), “Nelineynaya shema kompromissov v mnogokriterialnykh zadachah otsenivaniya i optimizatsii” [The nonlinear compromise scheme in multicriteria problems of estimation and optimization], *Kibernetika i sistemnyy analiz*, Vol. 45, No. 4, pp. 106–114.

ДАНИК Юрій Григорович – лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор, начальник Житомирського військового інституту ім. С.П. Корольова.

Наукові інтереси:

- методи та способи боротьби з роботизованими системами;
- національна безпека;
- високі технології в оборонній сфері;
- європейська та євроатлантична інтеграція України.

Тел.: (0412) 450–491; (067) 547–14–00.

E-mail: zhvinau@ukr.net

ПИСАРЧУК Олексій Олександрович – доктор технічних наук, професор, начальник кафедри Житомирського військового інституту ім. С.П. Корольова.

Наукові інтереси:

– аналіз та синтез складних інформаційно-керуючих систем (моделювання, обробка інформації, оптимізація).

Тел.: (067) 410–58–87.

E-mail: platinumpa@meta.ua

ЛАГОДНИЙ Олександр Васильович – ад’юнкт науково-організаційного відділення Житомирського військового інституту ім. С.П. Корольова.

Наукові інтереси:

– виявлення та прогнозування розвитку інформаційних загроз в кібернетичному просторі.

Тел.: (093) 426–30–34.

E-mail: lov.82@ukr.net

ВИПОРХОНЮК Олександр Володимирович – курсант Житомирського військового інституту ім. С.П. Корольова.

Наукові інтереси:

– математичне моделювання оцінювання ефективності інформаційних систем.

Тел.: (063) 142–12–43.

Стаття надійшла до редакції 04.05.2016