

Поліщук В.В.

МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ВИБОРУ АВТОМАТИЗОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПРИ НЕЧІТКИХ УМОВАХ

Розроблено модель оцінювання ефективності та вибору автоматизованих інформаційних систем (АІС) прийняття рішень у нечітких умовах та запроєктовано її програмну реалізацію. Дана модель враховує невизначеність вхідних даних, специфіку функціонування області АІС та оцінює ефективність по фіксованих критеріях згідно міжнародному стандарту ISO 25010:2011. Розроблена модель базується на дворівневій структурі множини критеріїв та їх під критеріїв і відноситься до задачі багатокритеріального вибору альтернатив. У статті розглянуто приклад роботи моделі для оцінювання АІС управління фінансами підприємств.

Ключові слова: оцінювання, багатокритеріальний вибір, автоматизовані інформаційні системи, ефективність АІС, міжнародний стандарт оцінювання, управління фінансами.

Постановка проблеми. Сучасні технології дозволили суттєво спростити розробку й експлуатацію автоматизованих інформаційних систем, що дає можливість створення складних корпоративних систем по всьому світу. Водночас, на інформаційному ринку існує величезна пропозиція АІС для управління бізнесом. На сьогодні процес впровадження й використання інформаційних систем і технологій практично всіма учасниками ринку є закономірним, обґрунтованим і об'єктивно необхідним, оскільки серйозну конкурентну перевагу на цьому ринку одержують саме ті компанії, які здатні ефективно управляти інформацією.

Сьогодні інформаційні системи й технології – це один з інструментів для успішного функціонування будь-якої сфери діяльності. Для найрезультативнішого впровадження і використання їх, необхідно вміти оцінити і вибрати найефективніші автоматизовані інформаційні системи.

Від якостей розробки залежить подальша ефективність функціонування АІС. Домогтися максимального задоволення всіх необхідних якостей при розробці інформаційної системи досить складно. На сьогоднішній день швидке збільшення складності й розмірів сучасних комплексів програм при одночасному рості відповідальності виконуваних функцій різко підвищило вимоги з боку замовників і користувачів до їхньої якості й ефективності застосування.

В такому випадку постає актуальна задача розроблення моделі оцінювання ефективності та вибору автоматизованих інформаційних систем при нечітких умовах. Розроблена модель

враховує невизначеність вхідних даних, специфіку функціонування області АІС та оцінює ефективність по фіксованих загальноприйнятих критеріях згідно міжнародному стандарту ISO 25010:2011.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для багатьох підприємств інформація й інформаційні технології є найціннішим і найбільш незрозумілим активом. Успішні підприємства розуміють переваги інформаційних технологій і використовують їх для підвищення своєї вартості. Такі підприємства усвідомлюють пов'язані з цими технологіями ризики й вміло управляють ними [1-2].

Проблемами дослідження ефективності та якості АІС займалися різні як вітчизняні, так і зарубіжні науковці: В.В. Вітінський, Ю.П. Зайченко, О.В. Івахненко, П.Я. Калита, А.В. Матвійчук, О.О. Писарчук, В.С. Пономаренко, І.Е. Райчев, Г.В. Табунщик та ін. Кожен із зазначених авторів розглядав окремі аспекти ефективності АІС, використовуючи власні підходи. При цьому залишається не вирішеним питання оцінювання ефективності та вибору АІС, враховуючи область її функціонування, критерії міжнародного стандарту ISO та застосовуючи теорію нечітких множин для врахування невизначеності вхідних даних.

Формулювання цілей статті. Актуальність дослідження визначається тим, що найбільш зацікавленим у програмному комплексі для інформаційної системи є споживач, тобто користувач програмного продукту. Для того, щоб вибрати програмну систему, що автоматизує рішення його завдань, потенційний покупець намагається заздалегідь оцінити ефективність та якість автоматизованих інформаційних систем, представлених і доступних на ринку. При цьому необхідно враховувати, що збитки від помилок при проектуванні й виборі інформаційної системи можуть бути досить великими. У той же

час у технічній документації більшості програмних засобів, пропонує у цей час на ринку, відсутня інформація, що дозволяє оцінити вхідні характеристики програми і їхню динаміку при зміні обсягу вхідної інформації. Без такої інформації складно оцінити якість АІС та її економічну ефективність.

Тому і постає основна ціль статті розробити адекватну модель оцінювання ефективності та вибору АІС прийняття рішень у нечітких умовах та апробувати її на інформаційних системах фінансового аналізу суб'єктів господарювання.

Опис основного матеріалу досліджень. Задачу оцінки ефективності та вибору АІС

можемо частково віднести до задачі багатокритеріального вибору альтернатив.

Множину критеріїв оцінки поділимо на дві групи:

- загальна, фіксована група критеріїв оцінки стандартів ISO 9126 для всіх областей функціонування АІС (рис. 1 критерії $\{K_1, K_2, \dots, K_{p-1}\}$);

- множина критеріїв оцінки, що залежить від конкретної області функціонування АІС (рис. 1 критерій – K_p);

В такому випадку розглядається дворівнева структура множини критеріїв та їх під критеріїв, рис. 1.

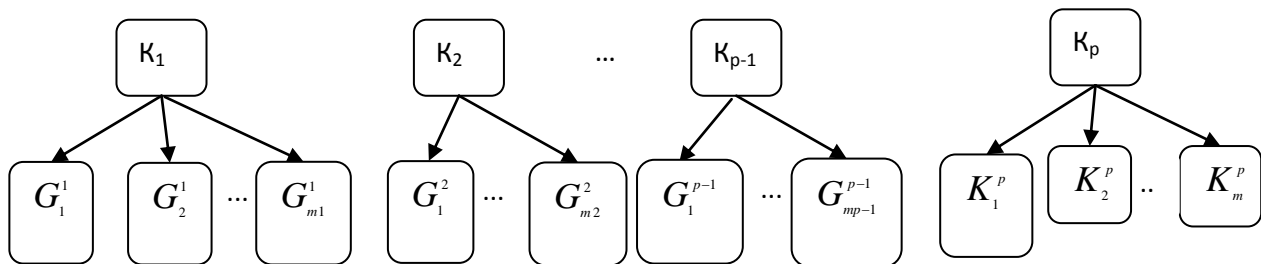


Рис. 1. Дворівнева структура множини критеріїв та їх під критеріїв

Розглянемо випадок, коли існує невпевненість експерта у своїх висновках, або неможливість оцінити певний критерій. Використаємо методику формалізації причинно-наслідкових зв'язків між змінними входу і виходу для випадку нечітких вхідних даних. Вона полягає у описі цих зв'язків природною мовою з використанням теорії нечітких множин і лінгвістичних змінних.

Нехай задана множина альтернатив – $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, тобто множина АІС. Всі альтернативи будемо оцінювати по групах критеріїв ефективності стандартів

$\{K_1, K_2, \dots, K_{p-1}\}$, де кожна група, в свою чергу, буде мати свою множину під критеріїв оцінки. Також у залежності від конкретної області функціонування АІС, будемо оцінювати альтернативи по власній множині критеріїв $K_p = \{K_1^p, K_2^p, \dots, K_m^p\}$ [3].

Задачу вибору можна сформулювати наступним чином: вибрати найкращу альтернативу із множини X , коли відомі на цій множині оцінки за критеріями. Тобто, оцінити ефективність запропонованої множини АІС та вибрати найкращу. Модель задачі може бути представлена у вигляді табл. 1.

Таблиця 1

Таблиця оцінок по критеріях

	x_1	x_2	...	x_n
K_1	O_{11}	O_{12}	...	O_{1n}
K_2	O_{21}	O_{22}	...	O_{2n}
\vdots				
K_{p-1}	O_{p-11}	O_{p-12}	...	O_{p-1n}
K_p	O_{p1}	O_{p2}	...	O_{pn}

Або матриці рішень:

$$O = (O_{ij}), l = 1, \dots, p; j = 1, \dots, n; \quad (1)$$

де O_{ij} – це агрегована оцінка j -ї альтернативи по l -му критерію. Кожен стовпець матриці – це вектор оцінок, що характеризує альтернативу, а

кожен рядок матриці – критерій. $O_{p1}, O_{p2}, \dots, O_{pn}$ – агреговані оцінки альтернатив, для конкретної області функціонування АІС.

Поставлена задача вибору розбивається на три етапи [4]:

I). на першому етапі розв'язку задачі необхідно знайти агреговані оцінки $O_{p1}, O_{p2}, \dots, O_{pn}$ альтернатив, враховуючи специфіку функціонування області АІС;

II). на другому етапі потрібно знайти агреговані оцінки кожної групи фіксованих критеріїв;

III). на третьому етапі, маючи всі оцінки альтернатив по критеріям, побудувати ранжувальний ряд матриці рішень (1).

Далі, розглянемо етапи розв'язку поставленої задачі.

I етап. Знаходимо агреговані оцінки $O_{p1}, O_{p2}, \dots, O_{pn}$ альтернатив, враховуючи специфіку функціонування області АІС по множині критеріїв $K_p = \{K_1^p, K_2^p, \dots, K_m^p\}$.

Модель даної задачі може бути представлена у вигляді таблиці 2.

Таблиця 2

Оцінки альтернатив за критеріями, враховуючи область функціонування АІС

	x_1	x_2	...	x_n
K_1^p	H_{11}	H_{12}	...	H_{1n}
K_2^p	H_{21}	H_{22}	...	H_{2n}
\vdots				
K_m^p	H_{m1}	H_{m2}	...	H_{mn}

Або матриці рішень:

$$Z = (H_{ij}), i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; \quad (2)$$

де H_{ij} – це оцінка j -ї альтернативи по i -му критерію.

Побудову агрегованих оцінок $O_{p1}, O_{p2}, \dots, O_{pn}$ на основі матриці рішень здійснимо за допомогою наступних кроків.

1 крок. Нормування оцінок матриці рішень Z .

Оцінки матриці рішень Z будуються експертним шляхом, несуть у собі суб'єктивізм та невизначеність і можуть бути кількісні та якісні.

Якщо оцінки кількісні, то для загального їх порівняння нормуємо у множину потужності одиницю. У випадку, коли критерій має якісні оцінки, то по ньому потрібно побудувати термножину: $K_i = (a_i^1, a_i^2, \dots, a_i^l)$, де a_i^k – k -й компонент лінгвістичного терму критерію $K_i, i = \overline{1, m}$ [5].

Після того, як вхідні нечіткі критеріальні оцінки були нормовані, тобто представлені у кількісному вигляді для порівнянь, тим самим розкриваючи їх невизначеність, переходимо до наступного кроку. Причому, матриця Z переписується у вигляді наступної матриці:

$$C = (C_{ij}), i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; \quad (3)$$

де C_{ij} – це нормована оцінка j -ї альтернативи по i -му критерію.

2 крок. Нормування вагових коефіцієнтів по критеріям.

Нехай експерт може задати вагові коефіцієнти кожному критерію ефективності $\{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ із інтервалу $[1; a]$. Тоді визначимо нормовані вагові коефіцієнти для кожного критерію [6]:

$$\alpha_i = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^m p_i}, i = \overline{1, m}; \alpha_i \in [0; 1]; \quad (4)$$

які відповідають умові $\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1$.

3 крок. Будуємо агреговану оцінку $O_{p1}, O_{p2}, \dots, O_{pn}$.

Для цього будуємо функцію належності, як одну із згорткок: песимістичну, обережну, середню або оптимістичну. Наприклад, середня згортка буде мати вигляд:

$$\mu^3(O_{pj}) = \sum_{i=1}^m \alpha_i \cdot C_{ij}, j = \overline{1, n}. \quad (5)$$

Після того, як отримаємо агреговані оцінки $O_{p1}, O_{p2}, \dots, O_{pn}$ альтернатив, враховуючи специфіку функціонування області АІС, переходимо на другий етап розв'язку поставленої задачі.

II етап. Знайдемо агреговані оцінки кожної групи фіксованих критеріїв наступним чином. Нехай оцінки критеріїв по альтернативах для кожної групи подамо у вигляді таблиці 3.

Таблиця 3

Оцінки альтернатив по групах фіксованих критеріях

K_g	x_1	x_2	...	x_n
G_1^g	E_{11}^g	E_{12}^g	...	E_{1n}^g
G_2^g	E_{21}^g	E_{22}^g	...	E_{2n}^g
⋮				
$G_{m_g}^g$	$E_{m_g 1}^g$	$E_{m_g 2}^g$...	$E_{m_g n}^g$

Де $\{G_1^g, G_2^g, \dots, G_{m_g}^g\}$ - множина критеріїв g -ї групи фіксованих критеріїв. E_{ij}^g - оцінка j -ї альтернативи по i -му критерію g -ї групи, $g = 1, \dots, p-1; j = 1, \dots, n$.

На основі даних оцінок обчислимо агреговані оцінки альтернатив по групах критеріїв K_g . Не зменшуючи загальності, будемо вважати, що оцінки альтернатив по критеріях E_{ij}^g ($g = 1, \dots, p-1; j = 1, \dots, n$) – нормовані. В протилежному випадку використаємо методи нормування, наведені вище. Агреговані оцінки обчислимо за формулою:

$$O_{gj} = \frac{\sum_{i=1}^{m_g} E_{ij}^g}{m_g}, g = \overline{1, p-1}; j = \overline{1, n}. \quad (6)$$

Отримавши агреговані оцінки альтернатив по групах критеріїв, переходимо до третього етапу.

III етап. Побудова ранжувального ряду матриці рішень.

Нехай, експерт для кожної групи критеріїв $\{K_1, K_2, \dots, K_p\}$ задає вагові коефіцієнти $\{\overline{p}_1, \overline{p}_2, \dots, \overline{p}_p\}$ з інтервалу $[1; a]$. Тоді, аналогічно визначимо нормовані вагові коефіцієнти для кожного критерію:

$$\overline{\alpha}_l = \frac{\overline{p}_l}{\sum_{l=1}^p \overline{p}_l}, l = \overline{1, p}; \overline{\alpha}_g \in [0; 1]; \quad (7)$$

які відповідають умові $\sum_{l=1}^p \overline{\alpha}_l = 1$.

Для побудови ранжувального ряду альтернатив $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ будемо наступну функцію належності:

$$\mu^3(A_j) = \sum_{l=1}^p \overline{\alpha}_l \cdot O_{lj}, j = \overline{1, n}. \quad (8)$$

На основі $\mu(A_j)$ будемо ранжувальний ряд ефективності функціонування автоматизованих інформаційних систем:

$$A = (A_1, A_2, \dots, A_n). \quad (9)$$

Отже, приведено модель, за допомогою якої можна будувати ранжувальний ряд для вибору найефективнішої АІС, використовуючи дворівневу множину критеріїв: перший рівень - група фіксованих критеріїв, основана на стандартах, кожна з яких складається зі своєї множини критеріїв, другий рівень - група критеріїв, що будується в залежності від області функціонування АІС.

Наповненість моделі вхідними даними та приклад її роботи

Розглянемо приклад роботи моделі оцінювання АІС для роботи при управлінні фінансами підприємств.

Введемо в розгляд наступну групу фіксованих критеріїв оцінки ефективності автоматизованих інформаційних систем за стандартом ISO 25010:2011 [7]:

1. K_1 – Функціональна придатність (Functional suitability): ступінь, в якій АІС має функції, що відповідають викладеним і припускаються потреби при використанні в певних умовах;

2. K_2 – Ефективність діяльності (Performance efficiency): продуктивність по відношенню до кількості використовуваних ресурсів при встановлених умовах;

3. K_3 – Сумісність (Compatibility): ступінь, в якій АІС може обмінюватися інформацією з іншими та виконувати свої функції, використовуючи те ж апаратне або програмне середовище;

4. K_4 – Зручність (Usability): ступінь, в якій АІС може бути використана певними користувачами для досягнення поставлених цілей з дієвості, ефективності і задоволеності в заданому контексті використанні;

5. K_5 – Надійність (Reliability): ступінь, в якій АІС або компонент виконує задані функції в заданих умовах протягом заданого періоду часу;

6. K_6 – Безпека (Security): ступінь, в якій АІС захищає інформацію і дані так, щоб людина

або інші системи мали ступінь доступу до даних, що відповідають їх рівню авторизації;

7. K_7 – Відновлюваність (Maintainability): ступінь ефективності з якою АІС може бути модифікована за допомогою супроводжуючих призначених;

8. K_8 – Портативність (Portability): ступінь ефективності з якою АІС може бути передана від

одного обладнання, програмного забезпечення або операційної системи в інше.

Наприклад, першу групу фіксованих критеріїв разом із своїми підкритеріями представимо у вигляді табл. 4.

Таблиця 4

Група підкритеріїв функціональної придатності АІС - K_1

№	Назва	Описання критерію
G_1^1	Функціональна повнота	Ступінь, в якій множина функцій охоплює всі зазначені завдання і цілі користувачів
G_2^1	Функціональна коректність	Ступінь, в якій продукт або система забезпечує правильні результати з необхідним ступенем точності
G_3^1	Функціональна доцільність	Ступінь, в якій функції полегшують досягнення зазначених цілей і завдань

Множина решти груп під критерії наведена в [7]. Всі вони задають ступінь належності деяких функцій. Тому шкалу вимірювань можемо задати наступну: (0,7; 1] – висока; (0,3; 0,7] – середня; [0; 0,3] – низька.

Далі розглянемо множину критеріїв оцінки, враховуючи специфіку функціонування АІС у задачах управління фінансами підприємств, табл. 5.

Таблиця 5

Критерії оцінки, враховуючи специфіку функціонування АІС

№	Назва	Шкала вимірювання
K_1^9	Кількість підтримуваних систем управління базами даних (СУБД)	0 – одна СУБД, 0,5 – 2-3 СУБД, 1 – 4 і більше
K_2^9	Кількість підтримуваних операційних систем сервера	0 – 1 ОС, 0,5 – 2-3 ОС, 1 – 4 і більше ОС
K_3^9	Наявність автоматичного формування звітів	1 – наявне, 0 – відсутнє
K_4^9	Адаптація та автоматичне оновлення законодавства України	0 – не адаптовано, 1 – адаптовано
K_5^9	Необхідність додаткового капіталовкладення на придбання систем управління базами даних	1 – немає необхідності, 0 – є необхідність
K_6^9	Вартість додаткового обладнання	1 – низька, 0,5 – середня, 0 – висока
K_7^7	Вартість продукту	1 – низька, 0,5 – середня, 0 – висока
K_8^9	Наявність аналізу руху грошових потоків та фінансових результатів	1 – в наявності, 0 – відсутній
K_9^9	Наявність аналізу та прогнозування економічного потенціалу підприємства	1 – в наявності, 0 – відсутній
K_{10}^9	Наявність додаткових функцій та можливостей	1 – в наявності, 0 – відсутній

На основі так визначеної множини фіксованих групових критеріїв і множини критеріїв оцінки, враховуючи специфіку функціонування АІС, можемо оцінювати ефективність роботи АІС для фінансового аналізу суб'єктів господарювання.

Розроблений метод був апробований для оцінки ефективності та вибору автоматизованих інформаційних систем фінансового аналізу суб'єктів господарювання на шести продуктах. Оцінки альтернатив за критеріями визначено експертно, які вводяться у вигляді вхідної

інформації у запроєктоване програмне забезпечення розробленої моделі, а також вводяться вагові коефіцієнти критеріїв з інтервалу [1; 10].

I етап. На першому етапі розв'язку задачі обчислюються агреговані оцінки альтернатив, враховуючи специфіку функціонування області АІС.

Нормуються вагові коефіцієнти по критеріям за формулою (4):

$\alpha = \{0,093; 0,08; 0,107; 0,12; 0,093; 0,133; 0,133; 0,067; 0,08; 0,093\}$.

Обчислюється агрегована оцінка на основі середньої згортки за формулою (5):

$K_g = \{0,49; 0,48; 0,41; 0,64; 0,87; 0,69\}$.

II етап. Обчислюються агреговані оцінки кожної групи фіксованих критеріїв за формулою (6), результат запишемо у вигляді табл. 6.

Таблиця 6

Агреговані оцінки групи фіксованих критеріїв						
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
K_1	0,575	0,625	0,85	0,625	0,5	0,75
K_2	0,62	0,74	0,68	0,68	0,86	0,64
K_3	0,46	0,7	0,78	0,78	0,8	0,88
K_4	0,47	0,80	0,73	0,73	0,87	0,90
K_5	0,46	0,66	0,54	0,48	0,84	0,5
K_6	0,58	0,8	0,78	0,54	0,86	0,8
K_7	0,65	0,78	0,48	0,85	0,54	0,88
K_8	0,32	0,84	0,34	0,78	0,64	0,78

III етап. На основі отриманих агрегованих оцінок альтернатив по критеріях утворюємо матрицю рішень (1), табл. 7.

Нормуємо вагові коефіцієнти за формулою (7):
 $\alpha = \{0,13; 0,11; 0,1; 0,1; 0,11; 0,13; 0,1; 0,08; 0,14\}$.

Таблиця 7

Матриця рішень							
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	W
K_1	0,575	0,625	0,85	0,625	0,5	0,75	9
K_2	0,62	0,74	0,68	0,68	0,86	0,64	8
K_3	0,46	0,7	0,78	0,78	0,8	0,88	7
K_4	0,47	0,80	0,73	0,73	0,87	0,90	7
K_5	0,46	0,66	0,54	0,48	0,84	0,5	8
K_6	0,58	0,8	0,78	0,54	0,86	0,8	9
K_7	0,65	0,78	0,48	0,85	0,54	0,88	7
K_8	0,32	0,84	0,34	0,78	0,64	0,78	6
K_9	0,49	0,48	0,41	0,64	0,87	0,69	10

IV етап. Для побудови ранжувального ряду альтернатив будемо функцію належності за формулою (8), табл. 8.

На основі отриманого ранжувального ряду альтернатив приймається рішення, щодо вибору найефективнішої АІС.

Таблиця 8

Ранжувальний ряд					
x_5	x_6	x_2	x_4	x_3	x_1
0,758	0,750	0,702	0,667	0,627	0,520

Висновки і перспективи подальших досліджень. З кожним днем ІТ-індустрія все більше і більше розвивається, продукуючи велику кількість технологічних сучасних рішень, які представлені у вигляді автоматизованих інформаційних систем управління та прийняття рішень. На сьогоднішній день правильний вибір

серед великої кількості існуючих АІС є дуже актуальною задачею для будь-якої сфери застосування. Від правильного вибору ефективної АІС залежить успішність функціонування суб'єкта в тій чи іншій сфері.

Результатом даного дослідження є розроблення моделі оцінювання ефективності та

вибору автоматизованих інформаційних систем при нечітких умовах. Запроектовано програмне забезпечення розробленої математичної моделі, що має можливість включення спеціальних критеріїв оцінювання, і його можна використовувати у будь-якій сфері застосування для оцінювання та вибору найефективніших АІС

при придбанні і впровадженні. Перспективи подальших досліджень – апробація і навчання розробленої моделі шляхом втілення програмного забезпечення у web додаток, що буде корисним інструментом для організацій при виборі найефективнішої на ринку АІС .

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Маляр М.М. Математичне забезпечення для автоматизованої системи підтримки прийняття рішень у кредитуванні підприємств з використанням нечіткої логіки / М.М. Маляр, В.В. Поліщук // Всеукраїнська науково-практична конференція «В. М. Глушков – піонер кібернетики». – Київ, 2014. – С.226-227. - ISBN 978-966-622-664-1.
2. V. Polishchuk Effectiveness evaluation model and selection of automated information systems for improving safety of enterprises / V. Polishchuk // Košická bezpečnostná revue, Košice, 2015. –2/2015/-P.275-279. –ISSN1338-4880
3. Маляр М.М. Підхід оцінювання неоднорідних альтернатив у задачах управління проектами / М.М. Маляр, В.В. Поліщук // II Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології та взаємодії». – Київ, 2015. – С.144-146.
4. Поліщук В.В. Актуальність автоматизації процесу прийняття рішень щодо оцінки кредитоспроможності підприємств// Друга Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток сучасної освіти і науки: результати, проблеми, перспективи». – Дрогобич: Просвіт, 2014. – С.162-163.
5. Маляр Н. Н. Двухуровневая модель нечеткого рационального выбора / Н. Н. Маляр, В.В. Полищук // ITHEA International Journal “Problem of Computer Intellectualization”, Kyiv-Sofia 2012. – P.242-248. - ISBN 978-966-02-6529-5.
6. M. M. Malyar Multicriterion choice problem for enterprises to crediting / M. M. Malyar, V.V. Polishchuk // ITHEA International Journal “Information Theories and Applications”, Vol.19,Number 3, 2012. – P.241-248. - ISSN 1310-0513.
7. International Organization for Standardization [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=35733

REFERENCES

1. Malyar, M.M., & Polishchuk, V.V. (2014). Matematichne zabezpechennya dlya avtomatizovanoi sistemi pidtrimki priynyattya rishen u kredituvanni pidpriemstv z vikoristannyam nechitkoi logiki [Mathematical software for automated decision support system in lending to companies using fuzzy logic]. Vseukrainska naukovo-praktichna konferentsiya «V. M. Hlushkov – pioner kibernetiky» – Ukrainian scientific-practical conference «V.M. Glushkov - a pioneer of cybernetics». (pp. 226-227). Kiev. - ISBN 978-966-622-664-1. [in Ukrainian].
2. Polishchuk, V.V. (2015). Effectiveness evaluation model and selection of automated information systems for improving safety of enterprises. V. V. Polishchuk, Košická bezpečnostná revue, (Vols. 2/2015), (pp. 275-279). Košice. – ISSN 1338-4880.
3. Malyar, M.M., & Polishchuk, V.V. (2015). Pidkhyd otsynyuvannya neodnorodnykh al'ternatyv v zadachakh upravlinnya proektamy [Evaluation approach is heterogeneous alternatives in project management problems]. II Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiya «Informatsiyni tekhnolohiyi ta vzayemodiyi» – II International scientific and practical conference «Information technologies and interaction». (pp. 144-146). Kiev. [in Ukrainian].
4. Polishchuk, V.V. (2014). Aktualnist avtomatyzatsiyi protsesu pryynyattya rishen shchodo otsinky kredytopromozhnosti pidpryemstv [Relevance of automation of decision making on credit scoring companies]. II Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiya «Rozvytok suchasnoyi osvity i nauky: rezultaty, problemy, perspektyvy» – II International scientific and practical conference «Development of modern education and science: results, problems and prospects». (pp. 162-163). Drohobych: Prosvit. [in Ukrainian].
5. Malyar, M.M., & Polishchuk, V.V. (2012). Dvukhurovnevaya model nechetkogo ratsionalnogo vybora [The two-level model of fuzzy rational choice] ITHEA International Journal “Problem of Computer Intellectualization”. (pp. 242-248). Kyiv-Sofia - ISBN 978-966-02-6529-5. [in Russian].
6. Malyar, M.M., & Polishchuk, V.V. (2012). Multicriterion choice problem for enterprises to crediting. M. M. Malyar (Eds.), ITHEA International Journal “Information Theories and Applications”, (Vols.19, Number 3), (pp. 241-248). - ISSN 1310-0513.
7. International Organization for Standardization. iso.org. Retrieved from http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=35733.

Одержано 02.02.2016 р.