

# КРИТЕРІАЛЬНИЙ МЕТОД АНАЛІТИЧНОЇ СТОХАСТИЧНОЇ ПРОЦЕДУРИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

ЛАПШИН В. І., КУЗНІЧЕНКО В. М., СТЕЦЕНКО Т. В.

УДК 330.4:338.24:519.816

## Лашин В. І., Кузнiченко В. М., Стеценко Т. В. Критерiальний метод аналітичної стохастичної процедури підтримки прийняття рішень

Розроблено критерiальний метод аналітичної стохастичної процедури для прийняття рішень при застосуванні метода парних порiвнянь. Використано властивостi стохастичної матриці. Запропонована процедура виключає неоднозначність у прийняття рішень при зростанні кількості альтернатив і критерiїв у порiвняння з методом аналізу iєрархiї. Досліджено можливостi застосування цієї процедури для обґрунтування органами влади рішень щодо здійснення нових місцевих запозичень в контексті управління місцевим боргом. Показано, що розроблений метод можна використовувати для вибору об'єктів для бюджетних капіталовкладень.

**Ключові слова:** метод, альтернатива, критерiї, парні порiвняння, аналітична стохастична процедура, місцеві запозичення.

**Рис.:** 1. **Табл.:** 8. **Формул.:** 12. **Бiбл.:** 12.

**Лашин Володимир Iллiч** – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри економіко-математичних методів та інформаційних технологій, Харківський інститут фінансів Українського державного університету фінансів і міжнародної торгівлі (пер. Плетньовський, 5, Харків, 61003, Україна)

**E-mail:** v.i.lapshyn@i.ua

**Кузнiченко Володимир Михайлович** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, кафедра економіко-математичних методів та інформаційних технологій, Харківський інститут фінансів Українського державного університету фінансів і міжнародної торгівлі (пер. Плетньовський, 5, Харків, 61003, Україна)

**E-mail:** kuznichenko\_v\_m@mail.ru

**Стеценко Тетяна Володимирівна** – кандидат економічних наук, старший викладач кафедри державних фінансів, Харківський інститут фінансів Українського державного університету фінансів і міжнародної торгівлі (пер. Плетньовський, 5, Харків, 61003, Україна)

**E-mail:** t.v.lapsh@i.ua

УДК 330.4:338.24:519.816

## Лашин В. И., Кузнiченко В. М., Стеценко Т. В. Критериальный метод аналитической стохастической процедуры поддержки принятия решений

Разработан критериальный метод аналитической стохастической процедуры для принятия решений при применении метода парных сравнений. Используются свойства стохастической матрицы. Предложенная процедура исключает неоднозначность в принятии решений при увеличении количества альтернатив и критериев по сравнению с методом анализа иерархий. Исследованы возможности применения этой процедуры для обоснования органами власти решений по осуществлению новых муниципальных займов в контексте управления муниципальным долгом. Показано, что разработанный метод можно использовать при выборе объектов для бюджетных капиталовложений.

**Ключевые слова:** метод, альтернатива, критерий, парные сравнения, аналитическая стохастическая процедура, муниципальные займы.

**Рис.:** 1. **Табл.:** 8. **Формул.:** 12. **Библ.:** 12.

**Лашин Владимир Ильич** – доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры экономико-математических методов и информационных технологий, Харьковский институт финансов Украинского государственного университета финансов и международной торговли (пер. Плетневский, 5, Харьков, 61003, Украина)

**E-mail:** v.i.lapshyn@i.ua

**Кузнiченко Владимир Михайлович** – кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра экономико-математических методов и информационных технологий, Харьковский институт финансов Украинского государственного университета финансов и международной торговли (пер. Плетневский, 5, Харьков, 61003, Украина)

**E-mail:** kuznichenko\_v\_m@mail.ru

**Стеценко Татьяна Владимировна** – кандидат экономических наук, старший преподаватель, кафедра государственных финансов, Харьковский институт финансов Украинского государственного университета финансов и международной торговли (пер. Плетневский, 5, Харьков, 61003, Украина)

**E-mail:** t.v.lapsh@i.ua

UDC 330.4:338.24:519.816

## Lapshyn V. I., Kuznichenko V. M., Stetsenko T. V. Criteria Method of Analytical Stochastic Procedure of Decision Making Support

The article develops a criteria method of analytical stochastic procedure for decision making when applying the method of paired comparison. It uses properties of the stochastic matrix. The offered procedure excludes ambiguity in decision making when a number of alternatives and criteria increase if compared with the method of hierarchy analysis. The article studies possibilities of application of this procedure for justification by authorities of decisions on realisation of new municipal loans in the context of managing the municipal debt. It shows that the developed method could be used when selecting object for budget investments.

**Key words:** method, alternative, criterion, paired comparison, analytical stochastic procedure, municipal loan.

**Pic.:** 1. **Tabl.:** 8. **Formulae:** 12. **Bibl.:** 12.

**Lapshyn Vladimir I.** – Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor, Professor of the Department of Economics and Mathematical Methods and Information Technology, Kharkiv Institute of Finance of the Ukrainian State University of Finance and International Trade (per. Pletnovskyy, 5, Kharkiv, 61003, Ukraine)

**E-mail:** v.i.lapshyn@i.ua

**Kuznichenko Vladimir M.** – Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Economics and Mathematical Methods and Information Technology, Kharkiv Institute of Finance of the Ukrainian State University of Finance and International Trade (per. Pletnovskyy, 5, Kharkiv, 61003, Ukraine)

**E-mail:** kuznichenko\_v\_m@mail.ru

**Stetsenko Tatyana V.** – Candidate of Sciences (Economics), Senior Lecturer, Department of Public Finance, Kharkiv Institute of Finance of the Ukrainian State University of Finance and International Trade (per. Pletnovskyy, 5, Kharkiv, 61003, Ukraine)

**E-mail:** t.v.lapsh@i.ua

При складних процесах соціально-економічного розвитку регіонів необхідний високий рівень керування ними. При цьому зростає ціна прийняття якісних, обґрунтованих рішень, які базуються як на розрахунках, так і на аргументованих судженнях фахівців. Існує багато методів прийняття рішень, що базуються на застосуванні методів експертних оцінок, і кожен з них має свої переваги та недоліки. Удосконалення методів прийняття рішень, розробка нових підходів до них безумовно є актуальним завданням сьогодення.

Метод аналізу ієрархії (МАІ) [1; 2] широко використовується в економіці при виборі оптимального рішення по досягненню мети. МАІ включає в себе побудову якісної моделі у вигляді структури ієрархії, що включає мету, альтернативні варіанти її досягнення і критерії для оцінки якості альтернатив, визначення пріоритетів всіх елементів ієрархії з використанням методу парних порівнянь, знаходження за певним правилом глобальних (підсумкових) пріоритетів для досягнення мети, перевірку суджень на узгодження елементів при парних порівняннях, прийняття рішення за проведеними дослідженнями.

У наукових роботах [3; 4] МАІ був застосований у програмно-цільовому плануванні при виборі регіональних бюджетних та інвестиційних із залученням бюджетних коштів проектів і для прийняття рішення щодо вибору проектів для здійснення місцевих запозичень, узгодженого зі всіма параметрами управління місцевим бюджетом на поточний та наступні бюджетні періоди.

Однак МАІ має деякі недоліки: при збільшенні критеріїв чи альтернатив у структурі ієрархії змінюється число елементів матриць (стовбців при збільшенні критеріїв, рядків при збільшенні альтернатив), що може призвести до порушення початкових пріоритетів альтернатив (критеріїв) [5; 6]. Це призводить до невизначеності при прийнятті управлінських рішень.

Метою статті є побудова метода прийняття рішень, який при збільшенні кількості критеріїв або альтернатив не порушував би початкових пріоритетів.

Нехай для розгляду обрано  $n$  критеріїв ( $K_j, j = \overline{1, n}$ ) та  $m$  альтернатив ( $A_i, i = \overline{1, m}$ ), для яких експерти склали матриці парних порівнянь: для критеріїв відносно альтернатив – табл. 1, для альтернатив відносно критеріїв – табл. 2.

Коефіцієнти власного вектора матриці парних порівнянь критерію  $K_j$  відносно альтернатив  $A_i$  розраховуються за формулою:

$$V_i(K_j) = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, \quad i = \overline{1, m}. \quad (1)$$

Необхідно врахувати, що коефіцієнти власного вектора матриці парних порівнянь альтернативи  $A_i$  відносно критерію  $K_j$  розраховуються за формулою:

$$V_j(A_i) = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^n x_{ij}}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Зауважимо, що з визначення власних векторів  $\bar{V}(K_j)$  та  $\bar{V}(A_i)$  витікають рівняння:

$$\sum_{j=1}^n V_j(A_i) = 1, \quad i = \overline{1, m}, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m V_i(K_j) = 1, \quad j = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Побудуємо матриці  $C(A)$  і  $C(K)$  з векторів  $\bar{V}(K_j)$  і  $\bar{V}(A_i)$ , здійснивши розрахунки за такими формулами:

$$C(A) = V(A) \cdot V(K), C(K) = V(K) \cdot V(A), \quad (5)$$

де

$$V(A) = \begin{pmatrix} \bar{V}(A_1) \\ \bar{V}(A_2) \\ \dots \\ \bar{V}(A_m) \end{pmatrix}, \quad V(K) = \begin{pmatrix} \bar{V}(K_1) \\ \bar{V}(K_2) \\ \dots \\ \bar{V}(K_n) \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Таблиця 1

Матриця парних порівнянь критерію  $K_j$  відносно альтернатив  $A_i$

$K_j$	$A_1$	$A_2$	...	$A_m$	$V(K_j)$
$A_1$	$x_{11}/x_{11}$	$x_{11}/x_{21}$	...	$x_{11}/x_{m1}$	$V_1(K_j)$
$A_2$	$x_{21}/x_{11}$	$x_{21}/x_{21}$	...	$x_{21}/x_{m1}$	$V_2(K_j)$
...	...	...	...	...	...
$A_m$	$x_{m1}/x_{11}$	$x_{m1}/x_{21}$	...	$x_{m1}/x_{m1}$	$V_m(K_j)$

Примітка:  $x_{ij}$  – ваги альтернатив  $i$  відносно критерію  $j$ ;  $\bar{V}(K_j) = (V_1(K_j), V_2(K_j), \dots, V_m(K_j))$  – власний вектор-рядок матриці парних порівнянь критерію  $K_j$  відносно альтернатив  $A_i$ .

Таблиця 2

Матриця парних порівнянь альтернативи  $A_i$  відносно критеріїв  $K_j$

$A_i$	$K_1$	$K_2$	...	$K_n$	$V(A_i)$
$K_1$	$x_{11}/x_{11}$	$x_{11}/x_{12}$	...	$x_{11}/x_{1n}$	$V_1(A_i)$
$K_2$	$x_{12}/x_{11}$	$x_{12}/x_{12}$	...	$x_{12}/x_{1n}$	$V_2(A_i)$
...	...	...	...	...	...
$K_n$	$x_{1n}/x_{11}$	$x_{1n}/x_{12}$	...	$x_{1n}/x_{1n}$	$V_n(A_i)$

Примітка:  $\bar{V}(A_i) = (V_1(A_i), V_2(A_i), \dots, V_n(A_i))$  – власний вектор-рядок матриці парних порівнянь альтернативи  $A_i$  відносно критерію  $K_j$ .

Матриці  $C(A)$  і  $C(K)$  виявляються перехідними стохастичними матрицями для альтернатив і критеріїв до граничних (стаціонарних) станів відповідно.

За рахунок того, що матриці  $C(A)$  і  $C(K)$  є стохастичними, то глобальні пріоритети альтернатив знаходимо з системи рівнянь:

$$\begin{cases} \bar{W}(A) = \bar{W}(A) \cdot C(A) \\ \sum_{i=1}^m w_i(a) = 1 \end{cases}, \quad (7)$$

а глобальні пріоритети критеріїв знаходимо з системи рівнянь:

$$\begin{cases} \bar{W}(K) = \bar{W}(K) \cdot C(K) \\ \sum_{j=1}^n w_j(k) = 1 \end{cases}, \quad (8)$$

де

$$\begin{aligned} \bar{W}(A) &= (w_1(a), w_2(a), \dots, w_m(a)), \\ \bar{W}(K) &= (w_1(k), w_2(k), \dots, w_n(k)). \end{aligned} \quad (9)$$

Складання всіх матриць парних порівнянь альтернатив  $A_i$  до всіх критеріїв  $K_j$  і критеріїв  $K_j$  до всіх альтернатив  $A_i$  дає змогу знаходити всі глобальні пріоритети і при цьому не допускати зміни пріоритетів при збільшенні альтернатив та критеріїв.

Для однозначного вибору бюджетних проектів, організацій для їх розробки та виконання скористаємось критеріальним методом аналітичної стохастичної процедури. Продемонструємо його на спрощеному прикладі вибору територіальними громадами регіональних об'єктів для інвестування при залученні на прийнятних для неї умовах місцевих запозичень та урегулювання нового запозичення з можливостями обслуговування загального місцевого боргу.

Треба відзначити, що суттєву роль у фінансуванні інвестиційних проектів регіонального значення у багатьох країнах світу відіграють муніципальні запозичення (в українській практиці – місцеві запозичення). За останні роки проблематиці місцевих запозичень було присвячено чимало наукових праць, серед авторів яких можна назвати І. Бабуха, Л. Барабан, Л. Сідельникову та ін. [7 – 9], але проблема удосконалення процесу прийняття органами влади обґрунтованих рішень щодо здійснення місцевих запозичень у контексті управління місцевим боргом залишається не досить опрацьованою.

Альтернативами будуть виступати місцеві об'єкти  $A_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ), які відповідають обмеженням напрямів здійснення капітальних видатків бюджету розвитку, що містяться у ст. 71 п. 3 Бюджетного кодексу України [10].

Для прикладу обираємо два критерії  $K_j$  ( $j = 1, 2$ ), яким відповідають ефект впливу на стан управління місцевим боргом та ефект у соціально-економічній сфері регіону.

Критерій  $K_1$  включає в себе параметри відповідності нового запозичення для фінансового забезпечення обраного місцевого об'єкта параметрам управління боргом.

У критерій  $K_2$  можуть входити кількість потенційних користувачів майбутнім об'єктом, отримання нових робочих місць, використання місцевої сировини тощо.

Спочатку розглянемо МАІ, структура ієрархії якого наведена в табл. 3 і на рис. 1.

Таблиця 3

Матриця глобальних переваг

	$K_1$	$K_2$	Сума
$A_1$	1	3	$Z_1 = 4$
$A_2$	2	4	$Z_2 = 6$
$A_3$	3	5	$Z_3 = 8$
Сума	$Y_1 = 6$	$Y_2 = 12$	$D = 18$

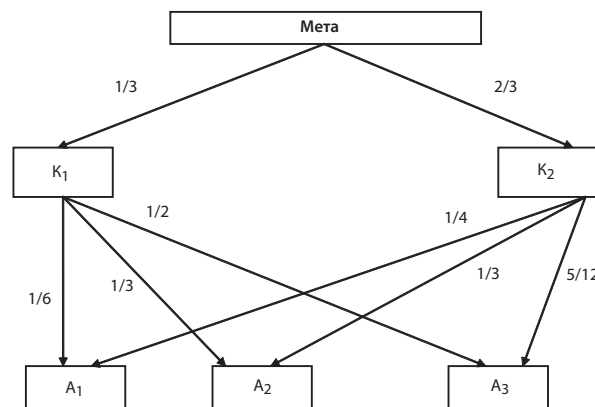


Рис. 1. Структура ієрархії МАІ для вибору регіональних об'єктів для інвестування при залученні місцевих запозичень

Для цього прикладу глобальні переваги альтернатив і критеріїв мають вигляд:

$$\bar{W}(K) = (w_1(k), w_2(k)) = \left( \frac{1}{3}; \frac{2}{3} \right),$$

$$\bar{W}(A) = (w_1(a), w_2(a), w_3(a)) = \left( \frac{2}{9}; \frac{1}{3}; \frac{4}{9} \right).$$

Перейдемо до критеріального методу аналітичної стохастичної процедури.

Побудуємо матриці парних порівнянь (табл. 4 – 8). Для порівняння з результатами МАІ будемо використовувати відносні значення альтернатив до критеріїв і глобальні переваги мети (глобальні переваги критеріїв) з табл. 3.

Таблиця 4

Парні порівняння відносно ваг щодо  $K_1$

$K_1$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$\bar{V}(K_1)$
$A_1$	1	1/2	1/3	1/6
$A_2$	2	1	2/3	1/3
$A_3$	3	3/2	1	1/2

Таблиця 5

Парні порівняння відносно ваг щодо  $K_2$

$K_2$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$\bar{V}(K_2)$
$A_1$	1	3/4	3/5	1/4
$A_2$	4/3	1	4/5	1/3
$A_3$	5/3	5/4	1	5/12

Таблиця 6

Парні порівняння відносно ваг щодо  $A_1$ 

$A_1$	$K_1$	$K_2$	$\bar{V}(A_1)$
$K_1$	1	1/3	1/4
$K_2$	3	1	3/4

Таблиця 7

Парні порівняння відносно ваг щодо  $A_2$ 

$A_2$	$K_1$	$K_2$	$\bar{V}(A_2)$
$K_1$	1	1/2	1/3
$K_2$	2	1	2/3

Таблиця 8

Парні порівняння відносно ваг щодо  $A_3$ 

$A_3$	$K_1$	$K_2$	$\bar{V}(A_3)$
$K_1$	1	3/5	3/8
$K_2$	5/3	1	5/8

З таблиць парних порівнянь та виразів (6) визначимо матриці  $V(A)$  і  $V(K)$ :

$$V(A) = \begin{pmatrix} \bar{V}(A_1) \\ \bar{V}(A_2) \\ \bar{V}(A_3) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{4} & \frac{3}{4} \\ \frac{1}{3} & \frac{2}{3} \\ \frac{3}{8} & \frac{5}{8} \end{pmatrix}, \quad (10)$$

$$V(K) = \begin{pmatrix} \bar{V}(K_1) \\ \bar{V}(K_2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{6} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & \frac{5}{12} \end{pmatrix}.$$

Стохастичні перехідні матриці  $C(A)$  і  $C(K)$  знайдемо при використанні формули (5):

$$C(A) = \begin{pmatrix} \frac{1}{4} & \frac{3}{4} \\ \frac{1}{3} & \frac{2}{3} \\ \frac{3}{8} & \frac{5}{8} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \frac{1}{6} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & \frac{5}{12} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{11}{48} & \frac{1}{3} & \frac{7}{16} \\ \frac{2}{9} & \frac{1}{3} & \frac{4}{9} \\ \frac{7}{32} & \frac{1}{3} & \frac{43}{96} \end{pmatrix}, \quad (11)$$

$$C(K) = \begin{pmatrix} \frac{1}{6} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & \frac{5}{12} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \frac{1}{4} & \frac{3}{4} \\ \frac{1}{3} & \frac{2}{3} \\ \frac{3}{8} & \frac{5}{8} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{49}{288} & \frac{95}{288} \\ \frac{144}{288} & \frac{144}{288} \end{pmatrix}. \quad (12)$$

З системи рівнянь (7) знаходимо глобальні пріоритети альтернатив:

$$\bar{W}(A) = (w_1(a), w_2(a), w_3(a)) = \left( \frac{2}{9}, \frac{1}{3}, \frac{4}{9} \right),$$

де третій інвестиційний об'єкт (альтернатива  $A_3$ ) має перевагу ( $w_3(a) > w_2(a) > w_1(a)$ ).

З системи рівнянь (8) знаходимо глобальні пріоритети критеріїв:

$$\bar{W}(K) = (w_1(k), w_2(k)) = \left( \frac{1}{3}, \frac{2}{3} \right).$$

Результат співпадає, що і повинно бути, з МАІ, але при зміні кількості альтернатив або критеріїв при доповненні матриць у табл. 4 – 8 і використанні рівнянь (7) – (8) співвідношення (більше-менше) до змін глобальних альтернатив і критеріїв залишиться тим самим.

## ВИСНОВКИ

Таким чином, у статті представлено новий метод підтримки прийняття рішень – критеріальний метод аналітичної стохастичної процедури, який при зміні кількості критеріїв або альтернатив залишає розподіл між глобальними пріоритетами альтернатив та критеріїв без зміни на відміну від МАІ, де він може бути порушений.

Порівняння запропонованого методу з методом аналітичної процедури структурування альтернатив і критеріїв [11; 12] показує спрощення у першому методі розрахунків глобальних пріоритетів альтернатив і критеріїв, особливо при великій їх кількості, завдяки складності формування у другому методі зведеної ідеальної обернено-симетричної матриці, з якої знаходяться ці пріоритети, тим більш, що ця матриця повинна бути симетричною. Однак, треба відзначити, що перший метод збільшує кількість матриць парних порівнянь альтернатив відносно критеріїв, але їх побудова значно простіша, ніж процедури зі зведеною ідеально-симетричною матрицею. ■

## ЛІТЕРАТУРА

1. Саати Т. Л. Принятие решений: метод анализа иерархий / Т. Л. Саати. – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с.
2. Saaty T. L. Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors – The Analytic Hierarchy/ Network Process / T. L. Saaty // RACSAM (Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics. – 2008. – V. 102(2). – P. 251 – 318.
3. Лапшин В. І. Застосування методу аналізу ієрархій у програмно-цільовому методі бюджетування / В. І. Лапшин, В. М. Кузніченко // Фінанси України. – 2011. – № 5. – С. 40 – 46.
4. Лапшина Т. В. Застосування методу аналізу ієрархій в управлінні місцевим боргом / Т. В. Лапшина // Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право. – 2011. – № 5(58). – С. 47 – 53.
5. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: учебник / О. И. Ларичев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Логос, 2002. – 392 с.
6. Лотов А. В. Многокритериальные задачи принятия решений: учебное пособие / А. В. Лотов, И. И. Поспелов. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.
7. Бабух І. Б. Особливості боргового фінансування регіонального розвитку в Україні / І. Б. Бабух // Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту. – 2012. – Вип. 2. – С. 58 – 66.

**8. Барабан Л. М.** Перспективи розвитку ринку муніципальних цінних паперів / Л. М. Барабан // Фінансовий простір. – 2011. – № 4. – С. 15 – 21.

**9. Сідельникова Л. П.** Варіативні етюди пошуку альтернативи бюджетним ресурсам / Л. П. Сідельникова // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – № 12. – С. 238 – 248.

**10.** Бюджетний кодекс України : Закон України від 08.07.2010 № 2456-VI; редакція від 05.01.2013 // База даних «Законодавство України» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?user=index>

**11. Кузніченко В. М.** Аналитическая процедура структурирования множества альтернатив и критериев / В. М. Кузніченко // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Тематичний випуск: Технічний прогрес і ефективність виробництва. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2010. – № 59. – С. 81 – 87.

**12. Лапшин В. І.** Формування бюджетних програм за допомогою аналітичної процедури структуривання альтернативних проєктів / В. І. Лапшин, В. М. Кузніченко, М. А. Шум // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – 2011. – № 8. – С. 18 – 25.

#### REFERENCES

Babukh, I. B. "Osoblyvosti borhovooho finansuvannya rehionalnoho rozvytku v Ukraini" [Features of the debt financing of regional development in Ukraine]. *Visnyk ChTEI*, no. 2 (2012): 58-66.

Baraban, L. M. "Perspektyvy rozvytku rynku munitsypalnykh tsinnykh paperiv" [Prospects for the development of municipal securities]. *Finansovy prostir*, no. 4 (2011): 15-21.

Kuznichenko, V. M. "Analytycheskaia protsedura strukturovaniya mnozhestva alternatyv y kryteryev" [The analytical

procedure for structuring the set of alternatives and criteria]. *Visnyk NTU «KhPI»*, no. 59 (2010): 81-87.

Lapshyna, T. V. "Zastosuvannya metodu analizu iierarkhii v upravlinni mistsevym borhom" [Application of analytic hierarchy process in managing local debt]. *Zovnishnia torhivlia: ekonomika, finansy, pravo*, no. 5(58) (2011): 47-53.

Larichev, O. I. *Teoriia i metody priniatia resheniy, a takzhe Khronika sobytty v Volshebnykh stranakh* [Theory and methods of decision-making and Chronicle in Oz]. Moscow: Logos, 2002.

Lotov, A. V., and Pospelov, I. I. *Mnogokriterialnye zadachi priniatia resheniy* [Multi-criteria decision making problems]. Moscow: MAKSPress, 2008.

[Legal Act of Ukraine] (2013). <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?user=index>

Lapshyn, V. I., and Kuznichenko, V. M. "Zastosuvannya metodu analizu iierarkhii u prohramno-tsilyovomu metodi biudzhetuвання" [Application of analytic hierarchy process in software and budgeting]. *Finansy Ukrainy*, no. 5 (2011): 40-46.

Lapshyn, V. I., Kuznichenko, V. M., and Shum, M. A. "Formuvannya biudzhethnykh prohram za dopomohoiu analitychnoi protsedury strukturuvannya alternatyvnykh proektiv" [Formation of budgetary programs using analytical procedures structuring alternative projects]. *Visnyk NTU «KhPI»*, no. 8 (2011): 18-25.

Saati, T. L. *Priniatie resheniy: metod analiza ierarkhiy* [Decision-making: the analytic hierarchy process]. Moscow: Radio i sviaz, 1989.

Saati, T. L. "Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors – The Analytic Hierarchy". *RACSSAM*, no. 102(2) (2008): 251-318.

Sidelnikova, L. P. "Variatyvni etyudy poshuku alternatyvy biudzhethnym resursam" [Modularly expandable studies finding alternative budgetary resources]. *Aktualni problemy ekonomiky*, no. 12 (2011): 238-248.