

Дубницький В. Ю.

к.т.н., ст. наук. співр.,

*Харківський навчально-науковий інститут
ДВНЗ «Університет банківської справи»; Україна;*

e-mail: valeriy_dubn@mail.ru

Кобилін А. М.

к.т.н., доцент,

*Харківський навчально-науковий інститут
ДВНЗ «Університет банківської справи»; Україна;*

e-mail: anatoli_kam@ukr.net

Мірошник О. Ю.

к.е.н., доцент,

*Харківський навчально-науковий інститут
ДВНЗ «Університет банківської справи»; Україна;*

e-mail: miroshnikalexey84@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ В СИСТЕМІ ЦЕНТР-РАДІУС ІНТЕРВАЛУ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ІНДЕКСНОГО МЕТОДУ В МОДЕЛЮВАННІ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Анотація. Поставлено завдання визначення інтервалу невизначеності типу В при обчисленні значень основних видів зведених індексів, а саме: зведеного індексу товарообігу, зведеного індексу фізичного об'єму реалізації, зведеного індексу цін у формі Пааше та у формі Ласпейреса. Отримано вирази для обчислення значень основних типів зведених індексів за умови їх визначення у вигляді інтервальних чисел, заданих в системі центр-радіус. Наведено чисельний приклад розв'язання поставленої задачі.

Ключові слова: індексний метод, індекс товарообігу, індекс об'єму реалізації, індекс цін, індекс Пааше, індекс Ласпейреса, інтервал невизначеності, інтервальні обчислення, система центр-радіус.

Формул: 1; рис.: 1, табл.: 1, бібл.: 13

Dubnickiy V.

Ph.D., Senior Research Fellow

Kharkiv institute SHEI «University of Banking»

Ukraine; e-mail: valeriy_dubn@mail.ru

Kobylin A.

Ph.D., Associated Professor

Kharkiv institute SHEI «University of Banking»

Ukraine; e-mail: anatoli_kam@ukr.net

Miroshnik O.

Ph.D., Associated Professor

Kharkiv institute SHEI «University of Banking»

Ukraine; e-mail: miroshnikalexey84@gmail.com

DETERMINATION IN THE SYSTEM CENTER- RADIUS OF INTERVAL OF UNCERTAINTY IN APPLYING INDEX METHOD OF ECONOMIC STATISTICS

Abstract. The index method in economic statistics is one of the main methods of economic analysis. In the case when the elements of index by the effects of selective observation are determined, the problem of error evaluation of the results is appeared. One way to reduce an error of selective method can be an increase in selective size, due to increasing costs for research. The uncertainty that arises in this case, according to the regulatory document ISO / IEC Guide 98-3: 2008 (Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM: 1955) IDT is divided into two groups. There are: uncertainty of type A, which is defined by methods of statistical analysis, and

uncertainty of type B, which is defined by non-statistical methods. It is set a task of determining the interval of uncertainty of type B in calculating the values of main types of composite index using in economic statistics: the turnover index, the volume index of sales, a price index of Paasche and Laspeyres. The expressions for calculating the values of basic types of composite statistics index on conditions that their determination in the form of interval numbers given in the system center-radius. It is shown that ignoring the interval nature of received data can lead to erroneous conclusions about changes in the state of analyzed economic systems.

It is made a numerical example illustrating the results.

Keywords: Index method, the index of turnover, volume index of sales, price index, Paasche index, Laspeyres index, uncertainty interval, interval calculation, the system center-radius.

JEL classification: C43

Formulas: 1, fig.: 1; tabl.: 1; bibl.: 13

Дубницький В. Ю.

к.т.н., ст. науч. сотр.,

Харьковский учебно-научный институт

ГВУЗ «Университет банковского дела»,

Україна; e-mail: valeriy_dubn@mail.ru

Кобилин А. М.

к.т.н., доцент,

Харьковский учебно-научный институт

ГВУЗ «Университет банковского дела»; Украина;

e-mail: anatoli_kam@ukr.net

Мирошник А.Ю.

к.е.н., доцент

Харьковский учебно-научный институт

ГВУЗ «Университет банковского дела»; Украина;

e-mail: miroshnikalexey84@gmail.com

ОПРЕДЕЛЕНИЕ В СИСТЕМЕ ЦЕНТР-РАДИУС ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНДЕКСНОГО МЕТОДА В МОДЕЛИРОВАНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация. Поставлено задание определения интервала неопределенности типа В при вычислении значений основных видов возведенных индексов, а именно: возведенного индекса товарооборота, возведенного индекса физического объема реализации, возведенного индекса цен в форме Пааше и в форме Ласпейреса. Получены выражения для вычисления значений основных типов возведенных индексов при условии их определения в виде интервальных чисел, заданных в системе центр-радиус. Приведен численный пример решения поставленной задачи.

Ключевые слова: индексный метод, индекс товарооборота, индекс объема реализации, индекс цен, индекс Пааше, индекс Ласпейреса, интервал неопределенности, интервальные вычисления, система центр-радиус.

Формул: 1; рис.: 1, табл.: 1, библи.: 13

Вступ. В економічній статистиці індексний метод вважають одним з основних методів економічного аналізу. Основи цього методу і особливості його застосування розглянуто, наприклад, в роботах [1,2,3]. В роботі [1] наведено таке визначення: «Індекси – це відносні системні показники, які характеризують зміни економічних, соціальних і інших явищ в часі, в просторі або в зіставленні з будь-якою базою порівняння (стандартними, плановими або середніми величинами, показниками минулих періодів, кращих підприємств, організацій, установ і т.д.) ». При обчисленні індексів, що характеризують локальні господарські підприємства, в яких можливий суцільний бухгалтерський облік всіх видів витрат, точність обчислень індексів визначена точністю виконання вимог відповідних нормативних документів. У тому випадку, коли елементи індексів визначені за результатами

вибіркових спостережень, виникає проблема визначення похибки отриманих результатів. Звичайним способом зменшення похибки вибіркового методу може бути збільшення об'єму обстежуваної вибірки, що пов'язано із збільшенням витрат на проведення дослідження. Тому попереднє визначення можливої точності результатів може істотно скоротити витрати на проведення досліджень.

Аналіз літератури. Одній з перших робіт, в якій було розглянуто завдання визначення похибки економічних показників, була робота [4]. В цій роботі розглянуто три взаємопов'язані проблеми: достовірність у зв'язку з побудовою економічних показників; методи її оцінки; чутливість і стійкість показників. Для оцінки похибки визначення економічних показників автор роботи [4] використав методи теорії похибок обчислень і методи математичної статистики. У роботі [5] методами імітаційного моделювання було вивчено вплив випадкових похибок на зміну індексів, що характеризують динаміку економічних показників. Аналогічний прийом використаний і в роботі [6]. У роботі [7], використовуючи метод лінеаризації невідповідних функцій випадкових аргументів, в явному вигляді отримано вирази, які необхідні для оцінки дисперсії результатів обчислених значень індексів. Наведено способи визначення абсолютної і відносної похибки чисельних значень індексів товарообігу, об'єму реалізації, індексів цін у формі Паше і у формі Ласпейреса та отримано вирази для визначення граничної відносної похибки обчислення зазначених індексів.

Так, як початкові дані для обчислення індексів, згідно з припущенням, отримано за наслідками вибіркового дослідження, то кінцевому результату буде властива деяка невизначеність, яка повинна бути прийнята до уваги під час аналізу отриманих результатів.

Для цього в роботі використано концепцію невизначеності вимірювань [8.10]. Відповідно до неї невизначеність вимірювань поділяють на дві групи. Невизначеність типу А, яку оцінюють за наслідками статистичного аналізу повторних спостережень і невизначеність типу В, яку оцінюють нестатистичними методами. В роботі [7] розв'язана задача визначення інтервалу невизначеності типу А, яка виникає при застосуванні індексного методу економічної статистики. Це ж завдання при існуванні невизначеності типу В, наскільки нам відомо, в літературі не розглянуто. В роботі [11] показано, що при виконанні економічних розрахунків в умовах невизначеності типу В доцільно використовувати методи інтервальної арифметики. Найменший інтервал невизначеності результату обчислень в цьому випадку буде при використанні інтервальних чисел, заданих в системі центр–радіус. Правила обчислення, які використовують у цьому випадку, детально викладено в роботах [12, 13].

У даній роботі будуть розглянуті індекси, наведені в роботах [1,2,3] у формі, яка наведена в роботі [7]. В зв'язку з традицією, яка склалася в індексному методі, форма запису формул, декілька що відрізняється від прийнятої в математиці. В даній роботі прийнята символіка, назви індексів і способи їх визначення, що співпадають з тими, які використано в класичній економічній статистиці.

Зведений індекс товарообігу надамо у вигляді:

$$I_{pq} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_0} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{1i} q_{1i}}{\sum_{i=1}^n p_{0i} q_{0i}} \quad i=1, 2, n. \quad (1)$$

У цьому, і подальших виразах, індекс $i=1, 2, \dots, n$ відповідає тому рядку в табл. 1, що позначає вид продукції.

Зведений індекс фізичного об'єму реалізації надамо у вигляді:

$$I_p = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{0i} q_{1i}}{\sum_{i=1}^n p_{0i} q_{0i}} \quad i=1, 2, n. \quad (2)$$

Зведений індекс цін (по методу Пааше) надамо у вигляді:

$$P_q = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{1i} q_{1i}}{\sum_{i=1}^n p_{0i} q_{1i}} \quad i=1, 2, n. \quad (3)$$

Зведений індекс цін (по методу Ласпейреса) надамо у вигляді:

$$L_p = \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{1i} q_{0i}}{\sum_{i=1}^n p_{0i} q_{0i}} \quad i=1, 2, n. \quad (4)$$

Якщо в цих, і подальших виразах, перший нижній індекс дорівнює одиниці, то, згідно з роботою [2], це означає, що відповідні дані отримано в звітному періоді. Якщо перший нижній індекс дорівнює нулю, то відповідні дані отримано в базисному періоді. Другий індекс $i=1, 2, \dots, n$ визначає найменування виду продукції.

Правила виконання арифметичних операцій з інтервальними числами наведено в роботах [12,13]. Відповідно до них розглянемо множину дійсних чисел R , на якому визначимо інтервальне число $[A]$ у вигляді замкнутого інтервалу:

$$[A] = (\underline{a}, \bar{a}) = (a_1, a_2) = [a_1, a_2] \quad \underline{a} \leq \bar{a}; \quad a_1 \leq a_2 \quad (5)$$

і представимо його у вигляді:

$$\tilde{A} = \langle a, r_a \rangle \quad (6)$$

де:

$$a = \frac{a_1 + a_2}{2} .$$

При використанні системи центр–радіус дії додавання і віднімання з інтервальними числами виконують за наступними правилами:

$$\tilde{A} + \tilde{B} = \langle a + b, r_a + r_b \rangle; \quad (7)$$

$$\tilde{A} - \tilde{B} = \langle a - b, r_a + r_b \rangle. \quad (8)$$

В рамках даної роботи прийmemo, що межі інтервалів, які обмежують ці числа, з'явилися як наслідок похибок обчислень, вимірювань або неповним знанням області зміни деякої додатної величини. Тому прийmemo, що $a \geq r_a \geq 0, b \geq r_b \geq 0$.

Для виконання операцій множення та ділення використовуємо вирази вигляду:

$$\langle a, r_a \rangle \langle b, r_b \rangle = \langle ab + r_a r_b, ar_b + br_a \rangle; \quad (10)$$

$$\frac{\langle a, r_a \rangle}{\langle b, r_b \rangle} = \left\langle \frac{ab + r_a r_b}{b^2 - r_b^2}, \frac{ar_b + br_a}{b^2 - r_b^2} \right\rangle. \quad (11)$$

Наведених операцій цілком достатньо для виконання розрахунків, необхідних при виконанні економічного аналізу індексним методом..

Постановка завдання. Визначення інтервалу невизначеності типу В при обчисленні основних видів економічних індексів.

Отримані результати. Не зменшуючи узагальненості розглянемо вираз вигляду:

$$Z = \frac{\sum ab}{\sum cd} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i b_i}{\sum_{i=1}^n c_i d_i} . \quad (12)$$

Розглядаючи цей вираз як якийсь узагальнений індекс, запишемо його в інтервальному вигляді, використовуючи систему центр–радіус:

$$\tilde{Z} = \langle z; r_z \rangle = \frac{\tilde{U}}{\tilde{W}} = \frac{\langle u; r_u \rangle}{\langle w; r_w \rangle}. \quad (13)$$

Чисельник виразу (13) представимо у вигляді:

$$\langle u; r_u \rangle = \sum_{i=1}^n \langle a_i; r_{ai} \rangle \cdot \langle b_i; r_{bi} \rangle; \quad (14)$$

знаменник виразу (13) представимо у вигляді:

$$\langle w; r_w \rangle = \sum_{i=1}^n \langle c_i; r_{ci} \rangle \cdot \langle d_i; r_{di} \rangle. \quad (15)$$

Використовуючи правило (10) представимо доданок в умові (14) у такому вигляді:

$$\langle a_i; r_{ai} \rangle \cdot \langle b_i; r_{bi} \rangle = \left\langle \sum_{i=1}^n (a_i b_i + r_{ai} r_{bi}); \sum_{i=1}^n (a_i r_{bi} + b_i r_{ai}) \right\rangle. \quad (16)$$

Використовуючи доведену в роботі [13] властивість асоціативності для інтервальних чисел, визначених в системі центр–радіус, умову (14) представимо у вигляді:

$$\langle u; r_u \rangle = \left\langle \sum_{i=1}^n (a_i b_i + r_{ai} r_{bi}); \sum_{i=1}^n (a_i r_{bi} + b_i r_{ai}) \right\rangle. \quad (17)$$

Знаменник умови (13) використовуючи рівність (17) представимо у вигляді:

$$\langle w; r_w \rangle = \left\langle \sum_{i=1}^n (c_i d_i + r_{ci} r_{di}); \sum_{i=1}^n (c_i r_{di} + d_i r_{ci}) \right\rangle. \quad (18)$$

Використовуючи вираз (13) отримаємо, що:

$$\frac{\langle u; r_u \rangle}{\langle w; r_w \rangle} = \left\langle \frac{uw + r_u r_w}{w^2 - r_w^2}, \frac{ar_b + br_a}{w^2 - r_w^2} \right\rangle. \quad (19)$$

З умов (17) і (18) виходить, що:

$$u = \sum_{i=1}^n (a_i b_i + r_{ai} r_{bi}); \quad (20)$$

$$r_u = \sum_{i=1}^n (a_i r_{bi} + b_i r_{ai}); \quad (21)$$

$$w = \sum_{i=1}^n (c_i d_i + r_{ci} r_{di}); \quad (22)$$

$$r_w = \sum_{i=1}^n (c_i r_{di} + d_i r_{ci}). \quad (23)$$

Розглянемо приклад, заснований на даних, приведених в роботі [7]. Початкові дані для розрахунку індексів в традиційній, (евклідовій формі) подано в табл.1

Таблиця 1.

Початкові дані для розрахунку індексів в традиційній (евклідовій формі)

Вид продукції	Базисний період		Звітний період	
	Ціна одиниці, грн, p0	Продано одиниць q0	Ціна одиниці, грн, p1	Продано одиниць q1
Пр.1	12	18	12	15
Пр.2	11	22	10	27
Пр.3	9	20	7	24

Початкові дані для розрахунку індексів в інтервальному вигляді приведено на рис.1. Межі інтервалів вибрані так, щоб дані, приведені в табл.1 відповідали центру інтервалів відповідних співмножників в індексах, що розраховувалися.

5 6 7 8	Вид продукции	Базисный период				Отчетный период			
		Цена единицы, грн, в интервале p_0		Продано единиц, q_0 (в интервале)		Цена единицы, грн, p_1		Продано единиц, q_1	
		Базовая цена- центр	Отклонен ие цены в % -радиус	Количество проданной продукции- центр	Отклонение количество проданной продукции в % -радиус	Базовая цена- центр	Отклонен ие цены в % -радиус	Количество проданной продукции - центр	Отклонение количества проданной продукции в % -радиус
9	Продукция 1	12	10	18	5	12	5	15	8
10	Продукция 2	11	5	22	6	10	4	27	7
11	Продукция 3	9	5	20	7	7	5	24	9
12									

Рис. 1. Початкові дані для розрахунку індексів в інтервальному вигляді.

Результати обчислювального експерименту за розрахунком зведених індексів в інтервальному вигляді у формі «Центр–радіус» представлені на рис.2.

20						
21		Центр.	Радиус		Нижн.интер	Верх.интер
22	$I_{pq} =$	0,999349252	0,24543832	$I_{pq} =$	0,753910931	1,24478757
23	$I_p =$	1,12460344	0,2950264	$I_p =$	0,829577037	1,41962984
24	$P_q =$	0,924494972	0,24047527	$P_q =$	0,684019697	1,16497025
25	$L_p =$	0,928404111	0,21118104	$L_p =$	0,717223073	1,13958515
26						

Рис. 2. Результати обчислювального експерименту за розрахунком зведених індексів в інтервальному вигляді у формі «Центр–радіус».

Для порівняння результати обчислень в традиційному і інтервальному вигляді приведені в табл.3.

Таблиця 2.

Результати обчислень індексів в евклідовому вигляді і інтервальному вигляді в системі центр–радіус.

Найменування індексу	Класична Евклідова форма	Інтервальні значення	
		Нижня межа	Верхня межа
Зведений індекс товарообігу, I_{pq}	0,969	0,754	1,245
Зведений індекс об'єму реалізації, I_p	1,086	0,829	1,420
Зведений індекс цін по методу Паші, P_q	0,892	0,684	1,165
Зведений індекс цін по методу Ласпейреса, L_p	0,903	0,717	1,140

Геометрична інтерпретація отриманих результатів показана на рис.3,4.



Рис.3. Результати обчислювального експерименту розрахунку зведених індексів в інтервальному вигляді у формі «Центр–радіус».

На цьому малюнку по лівій вертикальній осі показано обчислені значення центрів, на правій вертикальній осі – значення радіусів для індексів, порядок проходження яких відповідає рядкам табл.2.

У зручнішому для сприйняття вигляді ці ж результати показані на рис.4.



Рис 4. Результати обчислювального експерименту розрахунку зведених індексів в класичному та інтервальному вигляді.
Нижн. інтервал– нижня межа інтервалу, верх. інтервал– верхня межа інтервалу.

Отримані результати показують, що ігнорування невизначеності, яка властива початковим даним, може приводити до помилкових висновків про зміни в стані аналізованої економічної системи.

Висновки.

1. Поставлено завдання визначення інтервалу невизначеності типу В при обчисленні значень основних видів зведених індексів, а саме: зведеного індексу товарообігу, зведеного індексу фізичного об'єму реалізації, зведеного індексу цін у формі Пааше та у формі Ласпейреса.

2. Отримано вирази для обчислення значень основних типів зведених індексів за умови їх визначення у вигляді інтервальних чисел, заданих в системі центр–радіус.

3. Наведено чисельний приклад розв'язання поставленої задачі.

Література

1. Ковалевский, Г. В. Статистика [Текст] : учебник / Г. В. Ковалевский ; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Харьков : ХНАГХ, 2012. – 445 с.
2. Шмойлова, Р. А. Практикум по теории статистики [Текст] : учеб. пособие / Р.А. Шмойлова, В. Г. Минашкин, Н. А. Садовникова. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 416 с.
3. Эконометрия [Текст] / В. И. Сулов и др. – Новосибирск : Новосибирский гос. ун-т, 2005 – 742 с.
4. Эдельгауз, Г. Е. Достоверность статистических показателей [Текст] / Г. Е. Эдельгауз. – Москва : Статистика, 1977. – 278 с.
5. Абрамова, Ю. С. Исследование проблемы точности планирования финансовых показателей предприятия с помощью имитационной–статистического моделирования [Текст] : дис. ... канд. экон. наук : 08. 00. 05 / Абрамова Юлия Сергеевна. – Москва, 2005. – 229 с.
6. Сильченко, Т. Ю. Точность экономических расчетов при обосновании управленческих решений в производственных системах промышленных предприятий [Текст] / Т. Ю. Сильченко // TERRA ECONOMICUS. – 2009. – Т. 7, № 3. – С. 86–90.
7. Дубницький, В. Ю. Визначення інтервалу невизначеності при застосуванні індексного методу економічної статистики [Текст] / В. Ю. Дубницький // Системи обробки інформації. – 2013. – № 8 (115). – С. 171–175.
8. Guide to the expression of uncertainty in measurement [Electronic resource]. – Available at: <https://www.iso.org/standard/45315.html>.
9. ДСТУ–Н РМГ 43:2006. Метрологія. Застосування «Руководства по выражению неопределенности измерений» (РМГ 43:2001, IDT) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://document.ua/metrologija_zastosuvannja-rukovodstva-rovuzazheniyu-neopre-std6641.html.
10. Поджаренко, В. О. Опрацювання результатів вимірювань на основі концепції невизначеності [Текст] : навчальний посібник. / В. О. Поджаренко, О. М. Васілевський, В. Ю. Кучерук. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 158 с.
11. Дубницький, В. Ю. Порівняльний аналіз результатів планування нормативів банківської безпеки засобами класичної та нестандартної інтервальної математики [Текст] / В. Ю. Дубницький, А. М. Кобилін // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2014. – № 5 (69). – С.29–33.
12. Дубницький, В. Ю. Обчислення значень елементарних функцій з інтервальним заданим аргументом, визначеним в системі центр–радіус [Текст] / В. Ю. Дубницький, А. М. Кобилін, О. А. Кобилін // Системі обробки інформації. – 2016. – № 7 (144). – С. 107–112.
13. Жуковська, О. А. Основи інтервального аналізу [Текст] / О. А. Жуковська. – К. : Освіта України. – 2009. – 136 с.

Стаття надійшла до редакції 15.05.2017

© Дубницький В. Ю., Кобилін А. М., Мірошник О. Ю.

References

1. Kovalevskii, G. V. (2012). *Statistika*. Kharkov: KHNAHKH.
2. Shmoilova, R. A., Minashkin, V. H. & Sadovnikova, N. A. *Praktikum po teorii statistiki*. Moskva: Finansy i statistika.
3. Suslov, V. I. (1977). *Ekonometriia*. Novosibirsk: Novosibirskii gosudarstvennyi universitet.
4. Edelhauz, H. E. (2005). *Dostovernost statisticheskikh pokazatelei*. Moskva: Statistika.
5. Abramova, Yu. S. (2005). *Issledovanie problem tochnosti planirovaniia finansovykh pokazatelei predpriiatia s pomoshchiu imitatsionno-statisticheskogo modelirovaniia*: dis.. kand. ekon. nauk: 08. 00. 05. Moskva.
6. Silchenko, T. Yu. (2009). *Tochnost ekonomicheskikh raschetov pri obosnovanii upravlencheskikh rishenii v proizvodstvennykh sistemakh promyshlennykh predpriatii*. TERRA ECONOMICUS, 7(3), 86-90.
7. Dubnytskyi, V. Yu. (2013). Vyznachennia intervalu nevyznachenosti pry zastosuvanni indeksnoho metodu ekonomichnoi statystyky. *Systemy obrobky informatsii*, 8(115), 171-175.
8. *Guide to the expression of uncertainty in measurement*. Available at: <https://www.iso.org/standard/45315.html>
9. *DSTU-N RMH 43:2006 Metrolohiia. Zastosuvannia «Rukovodstva po vyrazheniiu neopredelennosti izmerenii»(RMG 43:2001, IDT)*. Available at: <https://www.iso.org/standard/45315.html>
10. Podzharenko, V. O., Vasilevskiy, O. M., & Kucheruk, V. Yu. (2008). *Opratsiuvannia rezultativ vymiruvannia na osnovi kontseptsii nevyznachenosti*. Vinnitsa: VNTU.
11. Dybnytskyi, V. Yu., & Kobylin, A. M. (2014). Porivnyalni analiz rezyltativ planuvannia normatyviv bankivskoi bezpeky zasobamy klasychnoi ta nestandardnoi intervalnoi matematyky. *Radioelektronni i kompiuterni systemy*, 5(69), 29-33.
12. Dybnytskyi, V. Yu., Kobylin, A. M., & Kobylin, O. A. (2016). Obchyslennia znachen elementarnykh funktsii z intervalnym zadanyim arhumentom, vyznachenyim v systemi tsentr-radius. *Systemy obrobky informatsii*, 7(144), 107-112.
13. Zhukovska, O. A. (2009). *Osnovy intervalnoho analizu*. Kyiv: Osvita Ukrainy.

Received 15.05.2017

© Dubnickiy V., Kobylin A., Miroshnik O.