

**Information about the authors**

**A. Pushkar** – Doctor of Science in Economics, Professor, Head of the Department of Computer Systems and Technologies of Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Lenin Ave., 61166, Kharkiv, Ukraine, e-mail: aipvt@ukr.net).

**V. Garkin** – postgraduate student of the Department of Computer Systems and Technologies of Simon Kuznets Kharkiv

National University of Economics (9a Lenin Ave., 61166, Kharkiv, Ukraine, e-mail: vova\_garkin@mail.ru).

*Рецензент*

*докт. экон. наук,  
профессор Раевнева Е. В.*

*Стаття надійшла до ред.  
18.12.2013 р.*

**МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
ИНВЕСТИЦИЙ В УСЛОВИЯХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОСТИ  
С УЧЕТОМ ИНТЕРВАЛЬНЫХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ  
ИСХОДНЫХ ДАННЫХ**

УДК 519.81

**Петров Э. Г.  
Брынза Н. А.**

Рассмотрены проблема принятия решений в условиях многокритериальности с учетом интервальной неопределенности исходных данных на примере решения задачи распределения инвестиционных ресурсов с целью повышения эффективности многономенклатурной производственной системы и задача учета возможных интервальных неопределенностей исходных данных. Выделены основные источники неопределенности, обоснован метод решения задачи эффективного распределения инвестиционных ресурсов в условиях многокритериальности и интервальной неопределенности. Выполнены тестовые расчеты по определению вариантов эффективных инвестиционных решений для различных исходных данных: количество производственных подразделений, размер инвестиционных ресурсов предприятия, вид производственной функции.

*Ключевые слова:* оптимизация, полезность, многокритериальность, инвестиционные решения, распределение ресурсов.

**МЕТОД РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ РОЗПОДІЛУ ІНВЕСТИЦІЙ  
В УМОВАХ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОСТІ З УРАХУВАННЯМ ІНТЕРВАЛЬНИХ  
НЕВИЗНАЧЕНОСТЕЙ ВИХІДНИХ ДАНИХ**

УДК 519.81

**Петров Е. Г.  
Брынза Н. О.**

Розглянуто проблему прийняття рішень в умовах багатокритеріальності з урахуванням інтервальної невизначеності вихідних даних на прикладі розв'язання задачі розподілу інвестиційних ресурсів з метою підвищення ефективності багато-

номенклатурної виробничої системи і задачу обліку можливих інтервальних невизначеностей вихідних даних. Виділено основні джерела невизначеності, обґрунтовано метод розв'язання задачі ефективного розподілу інвестиційних ресурсів в умовах багатокритеріальності та інтервальної невизначеності. Виконано тестові розрахунки щодо визначення варіантів ефективних інвестиційних рішень для різних вихідних даних: кількість виробничих підрозділів, розмір інвестиційних ресурсів підприємства, вид виробничої функції.

*Ключові слова:* оптимізація, корисність, багатокритеріальність, інвестиційні рішення, розподіл ресурсів.

**A PROBLEM-SOLVING METHOD FOR DISTRIBUTION OF INVESTMENTS UNDER MULTICRITERIALITY TAKING INTO ACCOUNT INTERVAL UNCERTAINTIES OF THE INPUT DATA**

UDC 519.81

**E. Petrov  
N. Brynza**

The problem of decision-making under multicriteriaity is described, taking into account interval uncertainty of the input data, reviewing an example of distribution of investment resources in order to increase the efficiency of a diversified production system. The problem of considering possible interval uncertainties of the input data was studied. The main sources of uncertainty were identified. The method for solving the problem of efficient allocation of investment resources under multicriteriaity and interval uncertainty was justified. Test calculations were performed to identify options for efficient investment decisions with different input data: the number of production units, the level of investment resources of an enterprise, the type of the production function.

*Keywords:* optimization, utility, multicriteriaity, investment decisions, resource allocation.

Многие функциональные задачи организационного управления являются задачами распределения ресурсов. Следовательно, в инструментарий управления должны входить методы эффективного решения таких задач, ориентированные на особенности объекта управления, то есть необходимо разработать единое математическое описание и методы решения широкого класса задач распределения ресурсов, в частности с учетом нелинейности производственных функций элементов системы, различных неопределенностей, многокритериальности, разной степени централизации системы.

Далее будет рассмотрено предприятие, являющееся объединением  $N$  цехов с централизованным организационным управлением, в котором локальные производственные подсистемы не имеют собственных целей, а цель системы в целом определяется как функция эффективности локальных производственных подсистем [1 – 3]. Это полностью и

однозначно определяет вид целевого функционала производственной системы как аддитивной функции вида:

$$E_s = \sum_{i=1}^N E_i(r_i) \rightarrow \max_{r_i \in R}, i = \overline{1, N}, \quad (1)$$

где  $r_i$  – производственные ресурсы  $i$ -го подразделения.

Предприятие располагает ограниченным количеством инвестиционных ресурсов  $R$ . Задача заключается в том, чтобы распределить ограниченные инвестиционные ресурсы (разработать инвестиционный план) между цехами предприятия таким образом, чтобы максимизировать суммарный эффект системы (увеличение рентабельности предприятия):

$$r_i^o = \arg \max_{r_i \in R} \sum_{i=1}^n b_i E_i(r_i) \quad (2)$$

при ограничении:

$$\sum_{j=1}^n r_j \leq R, \quad (3)$$

где  $E_i(r_i)$  – ожидаемый эффект  $i$ -го цеха;

$b_i$  – весовые коэффициенты относительной значимости подразделения (цеха), а следовательно, их эффектов:

$$0 \leq b_i \leq 1; \sum_{j=1}^n b_j \leq 1. \quad (4)$$

Принципиальное отличие рассматриваемой в статье задачи принятия инвестиционных решений от традиционной заключается в том, что она ориентирована на определение решения с учетом многокритериальности и интервальной неопределенности исходной информации. Многокритериальность возникает за счет того, что, в отличие от традиционной концепции экономического роста, решение принимается в рамках концепции устойчивого развития предприятия. Поэтому комплексно должны рассматриваться как минимум три возможных направления развития предприятия: производственное, социальное, ориентированное на совершенствование условий труда, например, развитие бытовых и санитарно-гигиенических условий, и экологическое, ориентированное на утилизацию отходов, уменьшение загрязнения воздуха, воды и других природно-производственных ресурсов. Это означает, что инвестиционный план должен предусматривать эффективное распределение ресурсов не только для всех  $N$  цехов, но внутри каждого цеха по трем указанным направлениям при ограничениях вида:

$$R \geq \sum_{i=1}^n r_{ij}^o; i = \overline{1, N}; j = \overline{1, 3}. \quad (5)$$

В детерминированной постановке задача многокритериального распределения ограниченных инвестиционных ресурсов подробно рассмотрена в статье [2]. В результате синтезирована модель оптимального распределения ресурсов развития  $N$  подразделений предприятия с учетом трех возможных направлений каждого из них.

В результате синтезирована модель вида [2]:

$$r_{ij}^o = \arg \max_{r_i \in R} \sum_{i=1}^n b_i \left\{ \sum_{j=1}^3 a_{ij} \left[ \frac{r_{ij} - r_{ij}^{\min}}{r_{ij}^{\max} - r_{ij}^{\min}} \right]^{a_{ij}} \right\}, \quad (6)$$

где  $a_{ij}$  – безразмерные коэффициенты относительной важности локальных эффектов  $j$ -го направления  $i$ -го цеха (экономического, социального, экологического), удовлетворяющие условию:

$$0 \leq a_{ij} \leq 1; \sum_{j=1}^3 a_{ij} = 1, \quad (7)$$

где  $r_{ij}^{\min}; r_{ij}^{\max}$  – область допустимых инвестиционных решений  $j$ -го направления  $i$ -й подсистемы;

$\alpha_{ij}$  – параметры, определяющие вид производственных функций (при  $0 \leq \alpha_{ij} \leq 1$  реализуют выпуклые вверх зависимости, при  $\alpha_{ij} = 1$  – линейные и при  $\alpha_{ij} > 1$  – выпуклые вниз).

Таким образом, синтезирована модель принятия многокритериальных решений в условиях детерминированных исходных данных, однако это идеализированная задача, в реальных ситуациях необходимо выявить источники и формализовать неопределенности исходных данных.

В данной статье рассмотрена задача учета возможных интервальных неопределенностей исходных данных.

Рассмотрим два основных источника неопределенности исходных данных в приведенной задаче многокритериального распределения инвестиционных ресурсов. Первый из них определяется принципиальной особенностью процедуры принятия решений вообще. По определению процесс принятия решений является интеллектуальной процедурой осознанного выбора из определенного допустимого множества альтернатив, то есть выбор является субъективным и основан на субъективных предпочтениях лица, принимающего решение (ЛПР). Носителем (источником) информации о предпочтительности возможных решений модели выбора решения (6), характеризуемой коэффициентами относительной важности  $a_{ij}$  и  $b_{ij}$  (точечными значениями коэффициентов), является ЛПР, а метод получения этой информации основан на интроспективном анализе, то есть на процедуре экспертного оценивания [4].

Стремление уменьшить субъективизм экспертных оценок базируется на коллективном экспертном оценивании. В этом случае создается группа квалифицированных специалистов (экспертов), а в качестве результата принимается определенная согласованная усредненная оценка. Эта процедура основана на гипотезе, что усреднение субъективных индивидуальных мнений экспертов позволяет получить оценку, приближающуюся к объективной, отражающей уровень знаний в данной области.

Вместе с тем очевидно, что даже такие коллективные оценки несут в себе некоторую неопределенность, зависящую от качественного и количественного состава конкретной экспертной группы, способа обработки результатов и т. д. [4].

Другим источником неопределенности является информация о качественных и количественных характеристиках производственных функций [5]. Она менее субъективна, чем информация о весовых коэффициентах  $a_{ij}$  и  $b_{ij}$  (6). Это обусловлено тем, что существует принципиальная возможность получения экспериментальных данных и идентификации полиномиальной модели производственных функций, например, методом наименьших квадратов. Однако неоднородность инвестиционных ситуаций, количественные и качественные различия объектов инвестирования не позволяют получить достоверные объективные оценки. Альтернативой, как и в первом случае, являются экспертные оценки.

Наиболее общей и корректной формой представления неопределенных данных вообще и, в частности, результатов экспертного оценивания, является интервальная форма представления. В этом случае каждая неопределенность представляется как интервал на числовой оси, заданный левой  $N_L$  и правой  $N_R$  границами. Тогда интервал:

$$\Delta N = N_R - N_L, \quad (8)$$

определяет количественную характеристику неопределенности, а информация о характере распределения значений внутри интервала, заданная в виде функции плотности распределения вероятности, функции принадлежности нечеткому множеству или равновозможными значениями, – ее качественную характеристику.

В работах [6; 7] показано, что с достаточной высокой точностью различные типы неопределенности можно привести к базовой универсальной форме, в качестве которой целесообразно принять интервальную равновозможную форму.

Независимо от формы представления неопределенностей исходных данных, принципиальным является то, что результаты моделирования являются интервальными значениями. В этой связи существует два подхода к учету неопределенностей при реализации процедуры принятия решений. Наиболее широко распространен подход, ориентированный на детерминизацию неопределенностей исходных данных на ранних стадиях системного анализа путем замены интервальных значений их "средними" точечными значениями, например, математическим ожиданием, модой функции принадлежности нечеткому множеству и т. д. В результате такой детерминизации сразу можно получить точечное решение, но при этом теряется очень важная информация об интервале возможных значений решения.

В зависимости от качества исходной информации часто используют смешанную стратегию: часть неопределенностей детерминируют на этапах анализа, а часть – используют при расчетах в интервальной форме. Именно такая смешанная стратегия рассматривается в данной задаче.

Для ее реализации на ранних этапах анализа детерминируются значения весовых коэффициентов относительной важности  $b_i$  и  $a_{ij}$  в модели (6). Для решения этой задачи следует воспользоваться методом детерминизации значений весовых коэффициентов модели оценивания полезности, согласно которому детерминизация весовых коэффициентов основана на ограничении вида:

$$a_i^o \in [a_{i\min}, a_{i\max}]; \quad i = \overline{1, n}; \quad \sum_{i=1}^n a_i^o = 1; \quad (9)$$

$$a_i^o = \arg \min_{a_i} \sum_{i=1}^n (a_i - a_i^{cp})^2,$$

$$\text{где } a_i^{cp} = \frac{a_i^{\max} - a_i^{\min}}{2}.$$

Предположим, что все весовые коэффициенты модели (6) определены методом экспертного оценивания в интервальном виде (8) и их средние значения равны:

$$\Delta N^{cp} = \frac{N_R - N_L}{2}. \quad (10)$$

Если выполняется условие, что:

$$\sum_{i=1}^n \Delta N^{cp} = 1,$$

то эти значения принимаются в качестве детерминированных, в противном случае ( $\sum_{i=1}^n \Delta N^{cp} \neq 1$ ) производится их

коррекция – нормализованные детерминированные значения весовых коэффициентов относительной важности в модели оценки полезности решений определяются по формуле:

$$a_i^o = Ma_i - \frac{\sum_{i=1}^n a_i^{cp} - 1}{\sum_{i=1}^n a_i^{cp}} \Delta a_i, \quad (11)$$

где  $\Delta a_i = a_i^{\max} - a_i^{\min}$ .

Вторая группа неопределенностей связана с заданием полиномиальных моделей, определяющих производственные функции. Вид этих зависимостей определяется значениями показателей степени  $\alpha_{ij}$ . Идентификация значений этих параметров производится методом коллективного экспертного оценивания. Это означает, что из-за "разброса" мнений экспертов наиболее корректно значения параметров представить в виде интервальных неопределенностей  $[\alpha_{ij}^{\min}, \alpha_{ij}^{\max}]$ . С учетом сказанного модель (6) примет окончательный вид [2]:

$$r_i^o = \arg \max_{r_i \in R} \sum_{i=1}^n b_i^* \left\{ \sum_{j=1}^3 a_{ij}^* \left[ \frac{\left( \frac{r_{ij} - r_{ij}^{\min}}{r_{ij}^{\max} - r_{ij}^{\min}} \right)^{\alpha_{ij}^*}}{r_{ij}^{\max}} \right] \right\}, \quad (12)$$

где  $b_i^*$ ,  $a_{ij}^*$  – детерминированные точечные значения соответствующих коэффициентов относительной важности;

$\alpha_{ij}^* = [\alpha_{ij}^{\min}, \alpha_{ij}^{\max}]$  – соответствующие интервальные параметры производственных функций.

Для определения числовых решений синтезированной задачи эффективного распределения инвестиционных ресурсов был использован метод покоординатного спуска, который прост для пользователя-непрограммиста, а также нагляден и понятен для экономиста-аналитика. Метод покоординатного спуска является методом безусловной оптимизации, тогда как синтезированная (12) модель является задачей условной оптимизации, то есть должна учитывать большое количество активных ограничений на общие и локальные ресурсы. Поэтому использован метод штрафных функций, а именно метод барьерных функций, известный как метод внутренней точки [8].

С учетом этого модель (12) примет вид:

$$r_i^o = \arg \max_{r_i \in R} \sum_{i=1}^n b_i^* \left\{ \sum_{j=1}^3 a_{ij}^* \left[ \frac{\left( \frac{r_{ij} - r_{ij}^{\min}}{r_{ij}^{\max} - r_{ij}^{\min}} \right)^{\alpha_{ij}^*}}{r_{ij}^{\max}} \right] \right\} + r_k \sum_{v=1}^l \frac{1}{h_v(r)}, \quad (13)$$

где  $h_v(r)$  – ограничения на ресурсы, представленные в виде неравенств;

$r_k$  – параметр штрафа ( $r_k \rightarrow 0$ , при  $k \rightarrow \infty$ ).

Пример решения задачи распределения ограниченных инвестиционных ресурсов.

На основе модели (13) были выполнены тестовые расчеты по определению вариантов эффективных инвестиционных решений для различных интервальных

значений ограничений, весовых коэффициентов и показателей производственных функций.

Результаты расчета для различных вариантов исходных данных приведены в табл. 1 – 4.

Таблица 1

Исходные данные и результаты тестового решения задачи распределения инвестиционных ресурсов для двух производственных подразделений

Исходные данные				
Цех 1	Ограничения на ресурсы подразделения $r_1$	Коэффициент значимости подразделения $b_1$	$\alpha_{\min}$	$\alpha_{\max}$
	60 000 грн	0,6	0,1	0,3
Направление	Минимум	Максимум	Коэффициент значимости направления $a_{1j}$	
Развитие производственных мощностей	4 000 грн	50 000 грн	0,2	
Социальная сфера	3 000 грн	25 000 грн	0,3	
Экологический аспект	7 000 грн	60 000 грн	0,5	
Цех 2	Ограничения на ресурсы подразделения $r_2$	Коэффициент значимости подразделения $b_2$	$\alpha_{\min}$	$\alpha_{\max}$
	40 000 грн	0,4	0,1	0,3
Направление	Минимум	Максимум	Коэффициент значимости направления $a_{2j}$	
Развитие производственных мощностей	3 000 грн	20 000 грн	0,4	
Социальная сфера	200 грн	25 000 грн	0,2	
Экологический аспект	6 000 грн	40 000 грн	0,4	
Результаты расчета				
$\alpha_{\min}$	Развитие производственных мощностей	Социальная сфера	Экологический аспект	
Цех 1	41 125 грн	5 125 грн	7 125 грн	
Цех 2	15 125 грн	6 125 грн	9 125 грн	
$\alpha_{\max}$	Развитие производственных мощностей	Социальная сфера	Экологический аспект	
Цех 1	42 125 грн	4 125 грн	7 125 грн	
Цех 2	16 125 грн	7 125 грн	7 125 грн	

Экономико-математическая модель для исходных данных табл. 1 имеет следующий вид:

$$r_i^0 = \arg \max_{r_i \in R} \left( 0,6 \left[ 0,2 \left[ \frac{r_{ij} - 4\,000}{0,92} \right]^{a_{ij}} + 0,3 \left[ \frac{r_{ij} - 3\,000}{0,88} \right]^{a_{ij}} + 0,5 \left[ \frac{r_{ij} - 7\,000}{0,883} \right]^{a_{ij}} \right] + \right. \\ \left. + 0,4 \left( 0,4 \left[ \frac{r_{ij} - 3\,000}{0,85} \right]^{a_{ij}} + 0,3 \left[ \frac{r_{ij} - 200}{0,992} \right]^{a_{ij}} + 0,5 \left[ \frac{r_{ij} - 6\,000}{0,85} \right]^{a_{ij}} \right) + \right. \\ \left. + r_k \left( \frac{1}{r_1 - 60\,000} + \frac{1}{r_2 - 40\,000} \right) \right).$$

Окончательное инвестиционное решение

Производственное подразделение	Инвестиционное решение			Сумма
	Развитие производственных мощностей	Социальная сфера	Экологический аспект	
Цех 1	42 125 грн	5 125 грн	7 125 грн	54 375 грн
Цех 2	16 125 грн	7 125 грн	9 125 грн	32 375 грн

Таблица 3

Исходные данные и результаты тестового решения задачи распределения инвестиционных ресурсов для трех производственных подразделений

Исходные данные				
1	2	3	4	5
Цех 1	Ограничения на ресурсы подразделения $r_1$	Коэффициент значимости подразделения $b_1$	$\alpha_{\min}$	$\alpha_{\max}$
	55 000 грн	0,4	0,35	0,55
Направление	Минимум	Максимум	Коэффициент значимости направления $a_{1j}$	
Развитие производственных мощностей	5 000 грн	30 000 грн	0,4	
Социальная сфера	4 000 грн	15 000 грн	0,3	
Экологический аспект	6 000 грн	20 000 грн	0,3	
Цех 2	Ресурсы подразделения $r_2$	Коэффициент значимости подразделения $b_2$	$\alpha_{\min}$	$\alpha_{\max}$
	40 000 грн	0,25	0,35	0,55
Направление	Минимум	Максимум	Коэффициент значимости направления $a_{2j}$	
Развитие производственных мощностей	7 000 грн	22 000 грн	0,3	
Социальная сфера	5 000 грн	15 000 грн	0,4	
Экологический аспект	4 000 грн	18 000 грн	0,3	

1	2	3	4	5
<b>Цех 3</b>	Ресурсы подразделения $r_3$	Коэффициент значимости подразделения $b_3$	$\alpha_{\min}$	$\alpha_{\max}$
	50 000 грн	0,35	0,35	0,55
Направление	Минимум	Максимум	Коэффициент значимости направления $a_{3j}$	
<i>Развитие производственных мощностей</i>	6 000 грн	20 000 грн	0,25	
<i>Социальная сфера</i>	7 000 грн	20 000 грн	0,3	
<i>Экологический аспект</i>	8 000 грн	25 000 грн	0,45	
<b>Результаты расчета</b>				
$\alpha_{\min}$	<i>Развитие производственных мощностей</i>	<i>Социальная сфера</i>	<i>Экологический аспект</i>	
<b>Цех 1</b>	29 512 грн	14 712 грн	10 012 грн	
<b>Цех 2</b>	21 512 грн	13 812 грн	4 012 грн	
<b>Цех 3</b>	19 512 грн	19 712 грн	10 012 грн	
$\alpha_{\max}$	<i>Развитие производственных мощностей</i>	<i>Социальная сфера</i>	<i>Экологический аспект</i>	
<b>Цех 1</b>	29 712 грн	14 712 грн	9 912 грн	
<b>Цех 2</b>	21 512 грн	13 812 грн	4 012 грн	
<b>Цех 3</b>	19 512 грн	19 512 грн	10 012 грн	

Экономико-математическую модель для исходных данных табл. 3 можно представить следующим образом:

$$r_i^0 = \arg \max_{r_i \in R} 0,4 \left( 0,4 \left[ \frac{r_{ij} - 5\,000}{0,833} \right]^{\alpha_{ij}} + 0,3 \left[ \frac{r_{ij} - 4\,000}{0,733} \right]^{\alpha_{ij}} + 0,3 \left[ \frac{r_{ij} - 6\,000}{0,7} \right]^{\alpha_{ij}} \right) +$$

$$+ 0,25 \left( 0,3 \left[ \frac{r_{ij} - 7\,000}{0,682} \right]^{\alpha_{ij}} + 0,4 \left[ \frac{r_{ij} - 5\,000}{0,667} \right]^{\alpha_{ij}} + 0,3 \left[ \frac{r_{ij} - 4\,000}{0,778} \right]^{\alpha_{ij}} \right) +$$

$$+ 0,35 \left( 0,25 \left[ \frac{r_{ij} - 6\,000}{0,7} \right]^{\alpha_{ij}} + 0,3 \left[ \frac{r_{ij} - 7\,000}{0,65} \right]^{\alpha_{ij}} + 0,45 \left[ \frac{r_{ij} - 8\,000}{0,68} \right]^{\alpha_{ij}} \right) +$$

$$+ r_k \left( \frac{1}{r_1 - 55\,000} + \frac{1}{r_2 - 40\,000} + \frac{1}{r_3 - 50\,000} \right).$$

Таблица 4

**Окончательное инвестиционное решение**

Производственное подразделение	Инвестиционное решение			Сумма
	<i>Развитие производственных мощностей</i>	<i>Социальная сфера</i>	<i>Экологический аспект</i>	
<b>Цех 1</b>	29 712 грн	14 712 грн	10 012 грн	54 436 грн
<b>Цех 2</b>	21 512 грн	13 812 грн	4 012 грн	39 336 грн
<b>Цех 3</b>	19 512 грн	19 712 грн	10 012 грн	49 236 грн

Таким образом, в данной статье синтезирована математическая модель решения задачи эффективного распределения ограниченных инвестиционных ресурсов раз-

вития производственных подразделений в централизованной двухуровневой системе "координационный центр – производственные подразделения". Принципиальная осо-

бенность модели заключается в том, что каждая производственная подсистема может развиваться по трем направлениям. Возможная неопределенность исходных данных учитывается путем интервального задания параметров модели и исходных данных. Обоснован метод решения задачи. При выборе метода учитывались: трудоемкость, ориентация на пользователя, наглядность получаемых результатов и простота их интерпретации. Этим требованиям в наибольшей степени отвечает метод покоординатного спуска. Для учета ограничений использован метод штрафных функций (внутренней точки).

**Литература:** 1. Голубовська О. А. Дослідження інноваційної активності промислових підприємств України / О. А. Голубовська // Економіка розвитку. – 2012. – № 1 (61). – С. 94–98. 2. Петров Э. Г. Синтез модели принятия инвестиционных решений в условиях многокритериальности / Э. Г. Петров, Н. А. Брынза // Проблемы информационных технологий. – 2013. – № 2 (014). – С. 4–8. 3. Коваль А. А. Методичні підходи до розробки стратегії інноваційного розвитку підприємств України (на прикладі підприємств молочної галузі) / А. А. Коваль // Актуальні проблеми економіки. – 2006. – № 4 (58). – С. 143–150. 4. Интроспективный анализ. Методы и средства экспертного оценивания : монография / В. В. Крючковский, Э. Г. Петров, Н. А. Соколова и др. ; под ред. Э. Г. Петрова. – Херсон : Гринь Д. С., 2011. – 168 с. 5. Петров Э. Г. Организационное управление городом и его подсистемами (методы и алгоритмы) / Э. Г. Петров. – Х. : Вища школа, 1986. – 144 с. 6. Крючковский В. В. Исследование корректности взаимной трансформации различных видов интервальной неопределенности / В. В. Крючковский, Э. Г. Петров, Н. А. Брынза // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "ХАИ", 2010. – Вып. 46. – С. 174–188. 7. Крючковский В. В. Информативная предпочтительность статистической формы представления исходных данных в условиях интервальной неопределенности / В. В. Крючковский, Э. Г. Петров, Н. А. Брынза // Научно-технические ведомости СПбГПУ "Информатика. Телекоммуникации. Управление". – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – № 4 (103). – С. 11–18. 8. Петров Е. Г. Методы і засоби прийняття рішень в соціально-економічних системах / Е. Г. Петров, М. В. Новожилова, І. В. Гребеннік. – К. : Техніка, 2004. – 256 с.

**References:** 1. Holubovska O. A. Doslidzhennia innovatsiinoi aktyvnosti promyslovykh pidpriemstv Ukrainy [The Study of Industrial Enterprises' Innovative Activity] / O. A. Holubovska // Ekonomika rozvytku. – 2012. – No. 1 (61). – P. 94–98. 2. Petrov E. G. Sintez modeli prinyatiya investitsionnykh resheniy v usloviyakh mnogokriterialnosti [The Synthesis of Innovative Decision-Making Model under Multicriteriality] / E. G. Petrov, N. A. Brynza // Problemy informatsiinykh tekhnolohii. – 2013. – No. 2 (014). – P. 4–8. 3. Koval A. A. Metodychni pidkhody do rozrobky stratehii innovatsiinoho rozvytku pidpriemstv Ukrainy (na prykladi pidpriemstv molochnoi haluzi) [Methodological Approaches to Developing the Strategy of Ukrainian Enterprises Innovative Development (a Case Study of Dairy Industry Enterprises)] / A. A. Koval // Aktualni problemy ekonomiky. – 2006. – No. 4 (58). – P. 143–150. 4. Introspektivnyy analiz. Metody i sredstva ekspertnogo otsenivaniia : monografiya [Introspective Analysis Methods and Means of Expert Assessment : monograph] / V. V. Kryuchkovskiy, E. G. Petrov, N. A. Sokolova et al. ; pod red. E. G. Petrova. – Kherson : Grin D. S.,

2011. – 168 p. 5. Petrov E. G. Organizatsionnoe upravlenie gorodomi ego podsystemami (metody i algoritmy) / E. G. Petrov. – Kh. : Vyscha shkola, 1986. – 144 p. 6. Kryuchkovskiy V. V. Issledovanie korrektnosti vzaimnoy transformatsii razlichnykh vidov intervalnoy neopredelennosti / V. V. Kryuchkovskiy, E. G. Petrov, N. A. Brynza // Otkrytye informatsionnye i kompyuternye integrirovannye tekhnologii. – Kh. : Nats. aerokosm. un-t im. N. E. Zhukovskogo "KhAI", 2010. – Issue 46. – P. 174–188. 7. Kryuchkovskiy V. V. Informativnaya predpochtitelnost statisticheskoy formy predstavleniya iskhodnykh dannykh v usloviyakh intervalnoy neopredelennosti / V. V. Kryuchkovskiy, E. G. Petrov, N. A. Brynza // Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU "Informatika. Telekommunikatsii. Upravlenie". – SPb. : Izd-vo Politekh. un-ta, 2010. – No. 4 (103). – P. 11–18. 8. Petrov E. G. Metody i zasoby pryniatia rishen v sotsialno-ekonomichnykh systemakh / E. G. Petrov, M. V. Novozhylova, I. V. Grebennik. – K. : Tekhnika, 2004. – 256 p.

#### Інформація об авторах

**Петров Едуард Георгієвич** – докт. техн. наук, професор кафедри системотехніки Харківського національного університету радіоелектроніки (61166, Україна, г. Харків, пр. Леніна, 14, e-mail: st@kture.kharkov.ua).

**Брынза Наталья Александровна** – канд. техн. наук, преподаватель кафедры информатики и компьютерной техники Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця (61166, Україна, г. Харків, пр. Леніна, 9а, e-mail: brynz@mail.ru).

#### Інформація про авторів

**Петров Едуард Георгієвич** – докт. техн. наук, професор кафедри системотехніки Харківського національного університету радіоелектроніки (61166, Україна, м. Харків, пр. Леніна, 14, e-mail: st@kture.kharkov.ua).

**Брынза Наталья Александровна** – канд. техн. наук, викладач кафедри информатики та комп'ютерної техніки Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця (61166, Україна, м. Харків, пр. Леніна, 9а, e-mail: brynz@mail.ru).

#### Information about the authors

**E. Petrov** – Doctor of Technical Sciences, Professor of Systems Engineering Department of Kharkiv National University of Radio Electronics (14 Lenin Ave., 61166, Kharkiv, Ukraine, e-mail: st@kture.kharkov.ua).

**N. Brynza** – PhD in Engineering, lecturer of Informatics and Computer Equipment Department of Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Lenin Ave., 61166, Kharkiv, Ukraine, e-mail: brynz@mail.ru).

**Рецензент**  
докт. экон. наук,  
профессор *Малярець Л. М.*

*Стаття надійшла до ред.*  
*03.02.2014 р.*