

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 330.4 + 519.7

Н. А. Абдуллаева

НЕЧЕТКАЯ РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОВНЯ БЕДНОСТИ (на материале Азербайджана)

Введение

Проблема бедности активно исследуется и имеет много сходных черт во всем мире. Тем не менее, несмотря на накопленный научный опыт ее изучения, многочисленные попытки оценить масштабы ее распространения, в том числе в Азербайджане, представляют несколько неточную картину.

В работе, посвященной аналитическому обзору содержания и структуры 250 статей о бедности, опубликованных в России в 1992–2006 гг., М. Локшин приходит к выводу, что используемые для анализа бедности эмпирические методы и подходы устарели, описанию данных недостает точности. Там же сказано об отсутствии критических обзоров, метаанализа и синтеза результатов исследований бедности, опубликованных в России на протяжении 15 лет [1]. Нельзя, однако, не отметить качественные исследования бедности А. Ю. Шевякова и А. Я. Кируты [2], Н. М. Римашевской [3], Л. Н. Овчаровой [4], Т. И. Богомоловой [5]. Тем не менее среди работ российских ученых не удалось найти подхода к оценке и прогнозу уровня бедности, учитывающего неопределенность.

В настоящее время в моделях выражения неопределенности широко применяются нечеткие величины [6]. Так, нечеткий многомерный подход к анализу бедности предложен в работах Сериоли и Зани [7], Чели и Лемми [8], Дагум [9], Мартинетти [10].

Известно, что проблема учета неопределенности, неполноты и противоречивости данных занимает ключевое место в измерении социально-экономических показателей, в том числе и в оценке уровня бедности. Наиболее распространенным методом оценки уровня бедности является регрессионный анализ. Однако для получения качественной регрессионной модели необходима точная числовая статистическая информация. При анализе зависимости уровня бедности от воздействующих факторов зачастую приходится иметь дело с важной информацией, которая не может быть задана точно. Для таких данных аппаратом формализации служит теория нечетких множеств Заде.

Нигяр Акромовна АБДУЛЛАЕВА — специалист отдела защиты трудовых и социально-экономических интересов трудящихся Конфедерации профсоюзов Азербайджана, аспирантка Института кибернетики Национальной академии наук Азербайджанской Республики. Круг научных интересов — экономика, социальная среда, качество жизни населения, устойчивое развитие, экономико-математические методы, нечеткая логика, применение нечетких методов в экономике.

© Н. А. Абдуллаева, 2010

Поэтому в данной работе для оценки и прогноза уровня бедности предлагается нечеткая модель. Динамика уровня бедности как системного элемента социально-экономической системы исследуется в зависимости от динамики изменения доходов населения, коэффициента безработицы, уровня инфляции, прожиточного минимума. Уровень бедности прогнозируется на 3 года с применением нечеткой интервальной регрессии. Основная цель применения метода нечеткой регрессии состоит в том, чтобы получить более точный и достоверный прогноз по социально-экономическим показателям на следующие три года на основе имеющихся статистических данных с 2000 по 2009 г.

Постановка задачи

С целью описания общей постановки задачи условно обозначим следующие социально-экономические показатели:

- 1) уровень бедности (процент бедных от всего населения) – УБ;
- 2) доходы населения (всего, млн манат) – ДН;
- 3) коэффициент безработицы (процент официально зарегистрированных безработных от экономически активного населения) – КБ;
- 4) уровень инфляции (процент) – УИ;
- 5) прожиточный минимум (манат) – ПМ.

В качестве исходных данных взяты годовые значения показателя уровня бедности и вышеперечисленных четырех показателей по информации Государственного статистического комитета Азербайджана за период с 2000 по 2009 г.

Таблица 1

Статистические данные по показателям в Азербайджане с 2000 по 2009 г.

Годы	Уровень бедности, % УБ	Доходы населения, млн манат ДН	Коэффициент безработицы, % КБ	Уровень инфляции, % УИ	Прожиточный минимум, манат ПМ
2000	68,1	3511,4	1,17	1,8	23,2
2001	49,0	3802,0	1,29	1,5	24,0
2002	46,7	4244,1	1,35	2,8	35,0
2003	44,7	4978,9	1,31	2,2	35,8
2004	40,2	6135,3	1,35	6,7	38,8
2005	29,3	7792,3	1,35	9,6	42,6
2006	20,8	9949,8	1,26	8,3	58,0
2007	15,8	14 305,6	1,18	16,7	64,0
2008	13,2	20 058,2	1,03	20,8	70,0
2009	11,0	22 396,1	1,00	1,5	84,0

В Азербайджане явление бедности представляет особый интерес для исследования, так как не подчиняется многим тенденциям, характерным для других стран. Из динамики показателей (табл. 1), видно, что снижение уровня бедности обусловлено высокими темпами роста доходов, несмотря на рост инфляции и незначительное увеличение официально зарегистрированной безработицы. Рост доходов, в свою очередь, обеспечен своевременной индексацией доходов, повышением зарплат, пенсий, социальных пособий, увеличением размера адресной социальной помощи, выдаваемой наименее обеспеченным слоям населения. Однако

значение показателя уровня бедности довольно высокое, притом что уровень официально зарегистрированных безработных чуть больше одного процента. Из теории известно, что невысокий уровень безработицы позволяет поддерживать заниженная заработная плата. Действительно, несмотря на неоднократное повышение минимальной заработной платы (МЗП) и ежегодное увеличение размера прожиточного минимума (ПМ), уровень МЗП и ПМ далеки от рекомендованных Европейской социальной хартией норм в 60 и 50% от средней зарплаты¹ (прожиточный минимум лишь в 2000 и 2002 гг. составлял соответственно 52,4 и 55,5% от средней зарплаты, с 2007 г. годовой размер ПМ официально утверждается), минимальная оплата труда не дотягивает и до прожиточного минимума. В то же время обследования Международной организации труда показали более высокие оценки безработицы в стране. При этом необходимо учитывать, что наличие материальных благ, не являющихся результатом трудовой деятельности человека, к примеру, высокая заработная плата других членов семьи или доход от сдачи в аренду имущества, оказывает влияние на принятие человеком решения о необходимости работать. Кроме того, в Азербайджане фактически сложилась ситуация, при которой большинство людей, считающих себя безработными, имеют доход, работая в неформальном секторе экономики без договора и трудовой книжки. По оценкам международных экспертов, объемы неформальной экономики довольно высоки (табл. 2).

Таблица 2

**Справочные данные по экономическим показателям
в Азербайджане**

Показатели \ Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Средняя заработная плата (СЗП), манат	44,3	52,0	63,1	77,4	99,4	123,6	149,0	215,8	274,4	298,0
Минимальная заработная плата (МЗП), манат	1,1	5,5	5,5	9,0	20,0	25,0	30,0	50,0	60,0	75,0
Соотношение МЗП к СЗП, %	2,5	10,6	8,7	11,6	20,1	20,2	20,1	23,2	21,9	25,2
Прожиточный минимум (ПМ), манат	23,2	24,0	35,0	35,8	38,8	42,6	58,0	64,0	70,0	84,0
Соотношение ПМ к СЗП, %	52,4	46,2	55,5	46,3	39,0	34,5	39,0	29,7	25,5	28,2
Уровень безработицы (по оценкам МОТ)	–	–	–	10,7	8,4	7,6	6,8	6,5	6,1	6,0
Объемы неформальной экономики, % от ВВП*	60,6	60,9	61,2	62,2	62,7	64,7	67,6	69,6	–	–

* Примечание: По размерам неформальной экономики в табл. 2 приводятся оценки международных экспертов [11].

Методика построения нечеткой регрессионной модели

Современные нечеткие регрессионные методы, выступающие альтернативой классическим методам, значительно расширили границы применения регрессионного анализа [12], [13].

В задачах нечеткой регрессии, как и в классической регрессии, необходимо определить функцию зависимости между входными и выходными данными. В первую очередь, напишем функцию зависимости в общем виде:

$$У\tilde{Б} = \tilde{f}(\tilde{ДН}, \tilde{КБ}, \tilde{УИ}, \tilde{ПМ}). \quad (1)$$

Все пять показателей, участвующих в решении задачи, принимаются как нечеткие числа.

Решение нечеткой задачи линейной регрессии состоит из выявления произвольного члена и коэффициентов, заданных на интервале [14]:

$$У\tilde{Б}(\tilde{ДН}, \tilde{КБ}, \tilde{УИ}, \tilde{ПМ}) = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 \cdot \tilde{ДН} + \tilde{A}_2 \cdot \tilde{КБ} + \tilde{A}_3 \cdot \tilde{УИ} + \tilde{A}_4 \cdot \tilde{ПМ}. \quad (2)$$

В данном уравнении показатели УБ, ДН, КБ, УИ, ПМ и коэффициенты A_0, A_1, A_2, A_3, A_4 представим треугольными нечеткими числами с центром c и шириной w .

Другими словами, показатели УБ, ДН, КБ, УИ, ПМ и коэффициенты A_0, A_1, A_2, A_3, A_4 — это нечеткие множества, функции принадлежности которых имеют вид равнобедренного треугольника [15]:

$$\begin{aligned} УБ &= (УБ_c, УБ_w), ДН = (ДН_c, ДН_w), КБ = (КБ_c, КБ_w), \\ УИ &= (УИ_c, УИ_w), ПМ = (ПМ_c, ПМ_w), \end{aligned} \quad (3)$$

$$A_0 = (a_{0c}, a_{0w}), A_1 = (a_{1c}, a_{1w}), A_2 = (a_{2c}, a_{2w}), A_3 = (a_{3c}, a_{3w}), A_4 = (a_{4c}, a_{4w}). \quad (4)$$

Линейная интервальная регрессионная форма нечеткого уравнения по каждому α уровню нижеследующая:

$$УБ^\alpha(ДН^\alpha, КБ^\alpha, УИ^\alpha, ПМ^\alpha) = A_0^\alpha + A_1^\alpha \cdot ДН^\alpha + A_2^\alpha \cdot КБ^\alpha + A_3^\alpha \cdot УИ^\alpha + A_4^\alpha \cdot ПМ^\alpha, \quad (5)$$

то есть

$$\begin{aligned} УБ^\alpha(ДН^\alpha, КБ^\alpha, УИ^\alpha, ПМ^\alpha) &= (УБ_c^\alpha(ДН^\alpha, КБ^\alpha, УИ^\alpha, ПМ^\alpha), УБ_w^\alpha(ДН^\alpha, КБ^\alpha, УИ^\alpha, ПМ^\alpha)), \\ ДН^\alpha &= (ДН_c^\alpha, ДН_w^\alpha), КБ^\alpha = (КБ_c^\alpha, КБ_w^\alpha), УИ^\alpha = (УИ_c^\alpha, УИ_w^\alpha), ПМ^\alpha = (ПМ_c^\alpha, ПМ_w^\alpha), \\ A_0^\alpha &= (A_{0c}^\alpha, A_{0w}^\alpha), A_1^\alpha = (A_{1c}^\alpha, A_{1w}^\alpha), A_2^\alpha = (A_{2c}^\alpha, A_{2w}^\alpha), A_3^\alpha = (A_{3c}^\alpha, A_{3w}^\alpha), A_4^\alpha = (A_{4c}^\alpha, A_{4w}^\alpha). \end{aligned}$$

Если расширить вышеуказанные выражения, то получим:

$$УБ_c(ДН, КБ, УИ, ПМ) = a_{0c} + a_{1c} \cdot ДН_c + a_{2c} \cdot КБ_c + a_{3c} \cdot УИ_c + a_{4c} \cdot ПМ_c, \quad (6)$$

$$\begin{aligned} УБ_w(ДН, КБ, УИ, ПМ) &= a_{0w} + a_{1c} \cdot ДН_w + a_{1w} \cdot ДН_c + a_{2c} \cdot КБ_w + a_{2w} \cdot КБ_c + \\ &+ a_{3c} \cdot УИ_w + a_{3w} \cdot УИ_c + a_{4c} \cdot ПМ_w + a_{4w} \cdot ПМ_c. \end{aligned} \quad (7)$$

Подобные уравнения в таком же порядке можно применять по всем α уровням. Минимизация уравнения нечеткой регрессии для каждого α уровня делает необходимым решение нижеуказанной задачи линейного программирования [15]:

$$\begin{aligned} \sum УБ_w &= n \cdot a_{0w} + \left(\sum_{i=1}^n ДН_w_i \right) \cdot a_{1c} + \left(\sum_{i=1}^n ДН_c_i \right) \cdot a_{1w} + \left(\sum_{i=1}^n КБ_w_i \right) \cdot a_{2c} + \left(\sum_{i=1}^n КБ_c_i \right) \cdot a_{2w} + \\ &+ \left(\sum_{i=1}^n УИ_w_i \right) \cdot a_{3c} + \left(\sum_{i=1}^n УИ_c_i \right) \cdot a_{3w} + \left(\sum_{i=1}^n ПМ_w_i \right) \cdot a_{4c} + \left(\sum_{i=1}^n ПМ_c_i \right) \cdot a_{4w} \longrightarrow \min, \end{aligned} \quad (8)$$

$$a_{0c} - a_{0w} + (ДНc_i - ДНw_i) \cdot a_{1c} - ДНc_i \cdot a_{1w} + (КБc_i - КБw_i) \cdot a_{2c} - КБc_i \cdot a_{2w} + (УИc_i - УИw_i) \cdot a_{3c} - УИc_i \cdot a_{3w} + (ПМc_i - ПМw_i) \cdot a_{4c} - ПМc_i \cdot a_{4w} \leq УБc_i - УБw_i \quad (9)$$

$$- a_{0c} - a_{0w} + (ДНc_i + ДНw_i) \cdot a_{1c} - ДНc_i \cdot a_{1w} - (КБc_i - КБw_i) \cdot a_{2c} - КБc_i \cdot a_{2w} - (УИc_i + УИw_i) \cdot a_{3c} - УИc_i \cdot a_{3w} - (ПМc_i + ПМw_i) \cdot a_{4c} - ПМc_i \cdot a_{4w} \leq -УБc_i - УБw_i, \quad (10) a_{0w}, a_{1w}, a_{2w}, a_{3w}, a_{4w} \geq 0, i = \overline{1, n}.$$

Здесь n – объем выборки исходных данных, в нашем случае $n = 10$.

Задача (8)–(10) состоит в нахождении таких значений коэффициентов A_0, A_1, A_2, A_3, A_4 , которые минимизируют суммы значений разбросов нечетких чисел для всех наборов данных. Ограничения (9)–(10) используются для включения всех заданных наблюдаемых значений УБ в оценочный интервал $\tilde{УБ}$.

Путем решения этой проблемы линейного программирования с целевой функцией (8) и ограничивающими условиями (9)–(10) получаем оценочные интервальные коэффициенты A_0, A_1, A_2, A_3, A_4 , исследуемые по каждому α уровню, которые указаны в табл. 3.

Таблица 3

Коэффициенты по α уровням, полученные в результате решения уравнения нечеткой линейной регрессии

Коэффициенты		α -уровни					
		0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
A_0	$a0c$	14,7031	13,5618	12,4387	11,333	12,9319	8,7346
	$a0w$	30,6594	29,748	28,8438	27,9463	26,5266	26,1023
A_1	$a1c$	0	0	0	0	0	0
	$a1w$	0	0	0	0	0,0001	0
A_2	$a2c$	26,25	26,6258	26,988	27,3373	25,6839	28,3984
	$a2w$	0	0	0	0	0	0
A_3	$a3c$	0	0	0	0	0	0
	$a3w$	0	0	0	0	0	0,0205
A_4	$a4c$	0	0	0	0	0	0
	$a4w$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

С целью прогнозирования показателя УБ (уровень бедности) на 2010–2012 гг. используются три варианта – средний, оптимистический и пессимистический. Средний вариант прогноза является одним из самых чаще употребляемых и строится на основе предположения о том, что экономика стабильно развивается. Оптимистический вариант прогноза дает результаты в условиях более динамичного развития экономики, когда рост происходит более высокими темпами, а пессимистический вариант прогноза, когда в экономике наблюдаются стремительные темпы спада.

Значения по показателям, указанные в табл. 4, в рамках трех вариантов прогноза рассчитываются следующим образом:

1. *Средний*. Выводя корни из суммы квадратов темпов роста по каждому из показателей в табл. 1, приплюсовывают их к значениям последнего 2009 г. и получают значения для прогноза на последующие годы.

2. *Оптимистический*. Найдя наибольшую разницу с темпом роста по каждому из показателей в табл. 1, приплюсовывают ее к значениям последнего 2009 г. и получают значения для прогноза на последующие годы.

3. *Пессимистический*. Найдя наименьшую разницу с темпом роста по каждому из показателей в табл. 1, ее приплюсовывают к значениям последнего 2009 г. и получают значения для прогноза на последующие годы.

Таблица 4

Среднеквадратичные значения, рассчитанные по показателям

Вариант	Годы	УБ _с	УБ _в	ДН _с	ДН _в	КБ _с	КБ _в	УИ _с	УИ _в	ПМ _с	ПМ _в
Средний	2010	9,0	0,9	27 516	1474	0,98	0,013	1,5	1,5	96,9	9,6
	2011	7,3	0,7	33 806	1858	0,96	0,011	1,44	1,4	111,8	13,2
	2012	6,0	0,5	41 534	2342	0,95	0,001	1,41	0,8	128,9	18,2
Оптимистический	2010	7,8	0,1	24 250	627	0,8	0,003	1,2	0,3	85,9	7,0
	2011	5,5	0,02	26 257	337	0,7	0,0006	1,1	0,9	87,8	7,0
	2012	3,9	0,002	28 429	181	0,6	0,0001	1,0	0,9	89,9	7,0
Пессимистический	2010	10,5	2,5	32 201	2360	1,1	0,14	4,6	4,6	122,5	26,3
	2011	10,1	5,6	46 297	4765	1,2	0,22	13,9	2,25	178,6	98,4
	2012	9,6	2,5	66 565	9619	1,3	0,94	22,3	10,9	260,5	36,9

Затем находится прогнозное значение функции с помощью выявленных входных значений на 2010–2012 гг. в табл. 4. Для этого вставляют входные значения в формулах (6) и (7) по каждому α уровню, производятся расчеты. Расчеты осуществляются в отдельности для каждого — среднего, оптимистического и пессимистического вариантов прогноза.

Центр и расширения, полученные по α уровням, являются центром, левой и правой шириной основания равнобедренного треугольника. В результате мы получаем центральное, левое и правое значения прогноза уровня бедности, доходов населения, коэффициента безработицы, уровня инфляции, прожиточного минимума по исследуемым 2010–2012 гг., которые указаны в табл. 5.

Таблица 5

Прогноз на 2010–2012 гг.

Вариант	Годы	УБ	УБ _л	УБ _р	ДН	ДН _л	ДН _р	КБ	КБ _л	КБ _р	УИ	УИ _л	УИ _р	ПМ	ПМ _л	ПМ _р
Средний	2010	9,0	8,1	9,9	27 516	26 042	28 990	0,98	0,967	0,993	1,5	0,0	3,0	96,9	87,3	106,5
	2011	7,3	6,6	8,0	33 806	31 948	35 664	0,96	0,949	0,971	1,44	0,04	2,84	111,8	98,6	125
	2012	6,0	5,5	6,5	41 534	39 192	43 876	0,95	0,949	0,951	1,41	0,61	2,21	128,9	110,7	147,1
Оптимистический	2010	7,8	7,7	7,9	24 250	23 623	24 827	0,8	0,797	0,803	1,2	0,9	1,5	85,9	78,9	92,9
	2011	5,5	5,48	5,52	26 257	25 920	26 594	0,7	0,6994	0,7006	1,1	0,2	2,0	87,8	80,8	94,8
	2012	3,9	3,898	3,902	28 429	28 248	28 610	0,6	0,5999	0,6001	1,0	0,1	1,9	89,9	82,9	96,9
Пессимистический	2010	10,5	8,0	13,0	32 201	29 841	34 561	1,1	0,96	1,24	4,6	0,0	9,2	122,5	96,2	148,8
	2011	10,1	4,5	15,7	46 297	41 622	50 972	1,2	0,98	1,42	13,9	11,65	16,15	178,6	80,2	277
	2012	9,6	7,1	12,1	66 565	56 946	76 184	1,3	0,36	2,24	22,3	11,4	33,2	260,5	223,6	260,5

Для приведения к четкости дефазифицируем нечеткие значения. Одним из методов дефазификации является формула, рассчитываемая как отношение суммы произведения значений нечеткой функции, найденных в соответствующих α уровнях, к сумме этих же α уровней:

$$УБ = \frac{\sum_{r=1}^R УБ_r \alpha_r}{\sum_{r=1}^R \alpha_r}. \quad (11)$$

Так, после вычислений получаются следующие результаты:

- по среднему варианту прогнозное значение уровня бедности составит в 2010 г. — 9,0%, в 2011 — 7,3, в 2012 г. — 6,0%;
- по оптимистическому варианту уровень бедности снизится с прогнозируемых на 2010 г. 7,8 до 5,5% в 2011 г. и до 3,9% в 2012 г.;
- по пессимистическому варианту прогноз уровня бедности на 2010 г. составит 10,5%, 2011 — 10,1, 2012 г. — 9,6%.

Заключение

На основе полученных результатов можно сформулировать следующие выводы о преимуществах применения метода нечеткой линейной регрессии перед классическим:

- решение проблемы линейного программирования существует при любых данных, так как они имеют ограничения;
- увеличение числа данных расширяет оценочный интервал и может интерпретироваться как приобретение новой информации, когда как при традиционном линейном регрессионном анализе чем больше число данных, тем меньше интервальная оценка;
- при наличии смутных знаний о коэффициенте эту информацию можно ввести как ограничение в формуле, в то время как при классическом регрессионном анализе, если между объясняемыми переменными наблюдается подчиненность, то знак оцениваемых коэффициентов меняется на обратный;
- числа, принятые в нечетких задачах, являющиеся нечеткими числами и состоящие из полноценно рассчитанных интервалов, верхние и нижние границы которых известны, с учетом погрешности на каждом α уровне, обладают большей точностью, чем усредненные годовые статистические данные;
- если в классическом регрессионном анализе ошибки между значениями, полученными по регрессионной модели, и наблюдаемыми данными принимаются как ошибки наблюдения, которая считается случайной величиной с нормальным распределением, то в нечетком регрессионном анализе неприспособленные ошибки обуславливаются нечеткостью структуры модели;
- полученная нечеткая интервальная модель содержит все данные и отражает вероятности, свойственные данным, в отличие от модели с тенденцией к центрированию в классическом регрессионном анализе.

Таким образом, для прогнозирования уровня бедности целесообразнее использовать нечеткое регрессионное моделирование, так как оно обеспечивает большую точность результатов.

¹В целях недопущения значительной дифференциации доходов в соответствии с установкой Европейского комитета по социальным правам минимальный уровень заработной платы должен составлять 60% от средней заработной платы по национальной экономике. В то же время соответствующая величина может снижаться в сторону 50%, если государства докажут, что при этом может обеспечиваться достойный уровень жизни.

-
1. *Локишин М.* Использование научного метода в российских исследованиях в области бедности // Вопросы экономики. № 6. 2008. С. 44–60.
 2. *Шевяков А. Ю., Кирута А. Я.* Измерение экономического неравенства. М.: Лето, 2002. 317 с.
 3. *Римашевская Н. М.* Бедность и маргинализация населения // Социологические исследования. 2004. № 4. С. 33–43.
 4. *Овчарова Л. Н.* Бедность и экономический рост в России // Уровень жизни населения регионов России. № 11–12. 2008. С. 47–60.
 5. *Богомолова Т. Ю., Топилина В. С.* Бедность в современной России: измерение и анализ // Экономическая наука современной России. № 1. 2005. С. 93–106.
 6. *Клейнер Г. Б.* К спору о методе: исследование бедности или бедность исследования // Вопросы экономики. № 6. 2008. С. 61–70.
 7. *Ceroli A., Zani S.* A fuzzy approach to the measurement of poverty / Ed. by Dagum C., Zenga M. Income and Wealth Distribution, Inequality and Poverty. Berlin: Springer-Verlag. 1990. P. 272–284.
 8. *Cheli B., Lemmi A.* A totally fuzzy and relative approach to the multidimensional analysis of poverty // Economic Notes by Monte dei Paschi di Siena. 1995. № 24 (1). P. 115–134.
 9. *Dagum C., Gambassi R., Lemmi A.* New approaches to the measurement of poverty. Poverty Measurement for Economies in Transition in Eastern European Countries. Polish Statistical Association and Central Statistical Office. Warsaw, 1992. P. 201–225.
 10. *Martinetti C. E.* A new approach to the evaluation of well-being and poverty by fuzzy set theory // Giornale Degli Economisti e Annali di Economia. 1994. № 53. P. 367–388.
 11. *Schneider F., Buehn A., Montenegro C. E.* Shadow Economies All Over the World: New Estimates for 162 Countries from 1999 to 2007. World Bank // Policy Research Working Paper 5356. July 2010.
 12. *Орлов А. И.* Организационно-экономическое моделирование: учебник в 3-х ч. Часть I: Нечисловая статистика. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. 2009. 541 с.
 13. *Домрачев В. Г., Полещук О. М.* О построении регрессионной модели при нечетких исходных данных // Автоматика и телемеханика. 2003. № 11. С. 74–83.
 14. *Asai K., Vataha D., Iwai S. и др.* Прикладные нечеткие системы / Пер. с япон. М.: Мир, 1993. 368 с.
 15. *Ishibuchi H.* Fuzzy regression analysis // Japanese journal of Fuzzy Theory and Systems. 1992. Vol. 4. N 1. P. 137–148.

Статья поступила в редакцию 22 ноября 2010 г.