

## МЕТОДИЧНІ ПРИЙОМИ ОЦІНКИ ДЕМОГРАФІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ СОЦІАЛЬНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РЕГІОНУ

У статті запропоновано методичні основи оцінки соціального потенціалу регіону на прикладі його демографічної складової на основі математичного методу нечітких множин, виконано відповідні розрахунки, зроблено висновки.

**Ключові слова:** соціальний потенціал, метод нечітких множин, лінгвістична змінна, демографічна складова.

Найважливішою умовою стійкого розвитку виступає використання всіх наявних ресурсів з метою забезпечення життя і діяльності сучасного і майбутніх поколінь. Для того, щоб ефективно розпорядитися потенціалом та спрогнозувати його на подальший період, потрібно мати його якісну і кількісну оцінку.

Науковою методологією, яка активно розвивається останніми десятиліттями, є теорія нечітких множин [1; 4; 11; 18] та різні аспекти її застосування [3; 5-7; 10; 12; 17]. У сфері економічної науки нечітко-множинний інструментарій найкраще опрацьований для оцінки, прогнозування й управління інвестуванням, фінансово-економічною діяльністю підприємства, фондовим ринком тощо [2; 8; 9]. Потребує поглибленого дослідження методика його використання для оцінювання соціального потенціалу економіки.

Метою нашої статті є розробка методичних положень щодо застосування методу нечітких множин для отримання комплексної оцінки, яка складається з декількох показників на прикладі демографічної складової соціального потенціалу Донецької області.

Сформулюємо основи методики оцінки окремих складових соціального потенціалу регіону та оцінки його загалом на основі узагальнення теоретичних і методичних рекомендацій щодо вживання математичного апарату нечіткої множини і запропонуємо таку логіку міркувань.

Алгоритм оцінювання кожного з показників містить відповідні етапи.

*Етап 1.* Спочатку треба створити нову лінгвістичну змінну та задати множини її значень. Наприклад, виділяються «низький», «середній», «високий» рівні значення лінгвістичної змінної. Далі цій лінгвістичній змінній надають функцію приналежності тій або іншій нечіткій підмножині. У нашому випадку для завдання функції приналежності використовується трапецієподібна функція приналежності (рис. 1).

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ (x-a_1)/(a_2-a_1), & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ (a_4-x)/(a_4-a_3), & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & a_4 < x \end{cases} \quad (1)$$

Параметри функції приналежності геометрично інтерпретуються таким чином:  $[a_1, a_4]$  – носій нечіткої множини (песимістична оцінка значення змінної);  $[a_2, a_3]$  – ядро нечіткої множини (оптимістична оцінка значення змінної). Параметри функції приналежності мають задовольняти умову  $a_1 < a_2 < a_3 < a_4$ .

*Етап 2.* Далі формуємо набір показників.

Побудуємо набір окремих показників  $X = \{X_i\}$  загальним числом  $N$ , які оцінюють одну зі сторін соціального потенціалу регіону (а саме показники чисельності населення). Отримаємо таку систему показників (рис. 2).

Зазначимо, що всі показники, окрім третього, є показниками-стимуляторами, тобто їх збільшення поліпшує оцінку демографічної ситуації, а третій – показник-дестимулятор: його збільшення погіршує оцінку.

Виконаємо нормування показників.

Стандартизована оцінка для показників-стимуляторів отримується у вигляді відношення показника області до показника країни:

$$X_i = \frac{X_i^{(A)}}{X^{(V)}} ;$$

для дестимуляторів -  $X_i = 1 - \frac{X_i^{(A)}}{X^{(V)}} \quad [16].$

Виконаємо оцінку чисельності населення регіону  $X_1$ .

Для цього скористаємося даними Держкомстату України [13 - 15] та занесемо ці дані у табл. 1.

Таким чином,  $X_1 = 0,097$ .

Виконаємо оцінку народжуваності у регіоні  $X_2$ .

Згідно із статистичними даними [13-15], народжуваність можна оцінити таким чином (табл. 2).

Отже,  $X_2 = 0,856$ .

Виконаємо оцінку смертності у регіоні  $X_3$ .

Згідно зі статистичними даними [13 - 15], смертність можна оцінити таким чином (табл. 3).

Отже,  $X_3 = -0,093$ .

Виконаємо оцінку рівня міграції у регіоні  $X_4$ . Згідно із статистичними даними [13 - 15], рівень міграції можна оцінити таким чином (табл. 4).

Таким чином,  $X_4 = -0,686$ .

Зведемо одержані результати розрахунків у табл. 5.

*Етап 3.* Визначимо значущість показників.

Зіставимо кожен показник  $X_i$  із рівнем його

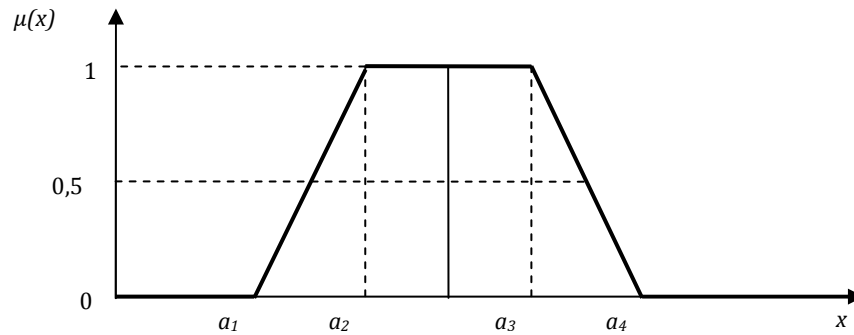


Рис. 1. Графік трапецієподібної функції приналежності

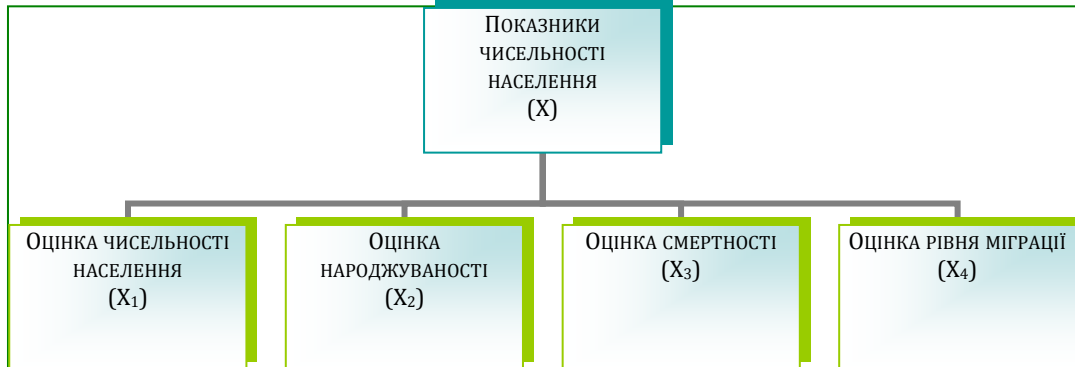


Рис. 2. Система показників оцінки чисельності населення

Таблиця 1. Оцінка чисельності населення

	Загальна чисельність населення, осіб	Оцінка чисельності населення, частки од.
Україна	45778534	1
Донецька область	4433011	0,097

Таблиця 2. Оцінка народжуваності

	Коефіцієнт народжуваності, ‰	Оцінка народжуваності, частки од.
Україна	10,872	1
Донецька область	9,307	0,856

Таблиця 3. Оцінка смертності

	Коефіцієнт смертності, ‰	Оцінка смертності, частки од.
Україна	15,252	1
Донецька обл.	16,674	-0,093

Таблиця 4. Оцінка міграції

	Коефіцієнт міграції, ‰	Оцінка міграційного приросту (скорочення), частки од.
Україна	0,352	1
Донецька обл.	-0,242	-0,686

Таблиця 5. Результати розрахунків значень показників системи оцінки чисельності населення регіону

Елементи потенціалу	Оцінка, частки од.
Оцінка чисельності населення ( $X_1$ )	0,097
Оцінка народжуваності ( $X_2$ )	0,856
Оцінка смертності ( $X_3$ )	-0,093
Оцінка міграційного приросту(скорочення) ( $X_4$ )	-0,686

значущості для аналізу  $r_i$ . Щоб оцінити цей рівень, необхідно розташувати всі показники в порядку спадання значущості так, щоб виконувалося правило:

$$r_1 \geq r_2 \geq \dots \geq r_N \quad (2)$$

Якщо система показників проранжована в порядку спадання їх значущості, то значущість  $i$ -го показника  $r_i$  слід визначати за правилом Фішберна (3). Правило Фішберна відображає той факт, що про рівень значущості показників невідомо нічого більше (2). Тоді оцінка (3) відповідає максимуму ентропії наявної інформаційної невизначеності про об'єкт дослідження.

$$r_i = \frac{2(N-i+1)}{(N+1)N} \quad (3)$$

Якщо ж усі показники мають рівну значущість (рівнозначні або системи переваг немає), тоді

$$r_i = \frac{1}{N} \quad (4)$$

Приймаємо, що всі показники є рівнозначними для аналізу:

$$r_i = \frac{1}{4} = 0,25 \quad (5)$$

Таблиця 6. Класифікація поточного значення  $g$  показника демографічного стану регіону

Інтервал значень $g$	Класифікація рівня параметра	Ступінь оціночної впевненості (функція приналежності)
$0 \leq g \leq 0,2$	$G_1$ - "низький рівень" показника	1
$0,2 < g < 0,4$	$G_1$ - "низький рівень" показника	$m_1 = 5(0,4 - g)$
	$G_2$ - "середній рівень" показника	$1 - m_1 = m_2$
$0,4 \leq g \leq 0,6$	$G_2$ - "середній рівень" показника	1
	$G_2$ - "середній рівень" показника	$1 - m_3 = m_2$
$0,6 < g < 0,8$	$G_2$ - "середній рівень" показника	$m_3 = 5(g - 0,6)$
	$G_3$ - "високий рівень" показника	
$0,8 \leq g \leq 1,0$	$G_3$ - "високий рівень" показника	1

Етап 4. Сформуємо ознаки класифікації демографічного стану регіону.

Побудуємо класифікацію поточного значення  $g$  показника стану демографічного потенціалу регіону як критерій розбиття цієї множини на нечіткі підмножини (табл. 6). Ступінь оціночної впевненості (функція приналежності) будеться на основі використання трапецієподібної функції приналежності - формула (1) (рис. 3).

Побудуємо класифікацію поточних значень  $x$  показників  $X$  як критерій розбиття повної множини їх значень на нечіткі підмножини виду  $B$  (табл. 7). При

цьому в таблиці закладаємо числа, що характеризують відповідні функції приналежності, порядок значення параметрів  $[a_1, a_2, a_3, a_4]$  (аналогічно до рис. 3).

Етап 5. Оцінка рівня показників.

Виконаємо оцінку поточного рівня показників, зіставимо його з певним еталонним значенням. Як еталонне значення для елементів демографічного потенціалу використовуємо значення середнього по Україні показника того або іншого елементу потенціалу.

При цьому виходимо з таких міркувань: урахуємо показники  $x_i$  і рейтинг регіону. Якщо

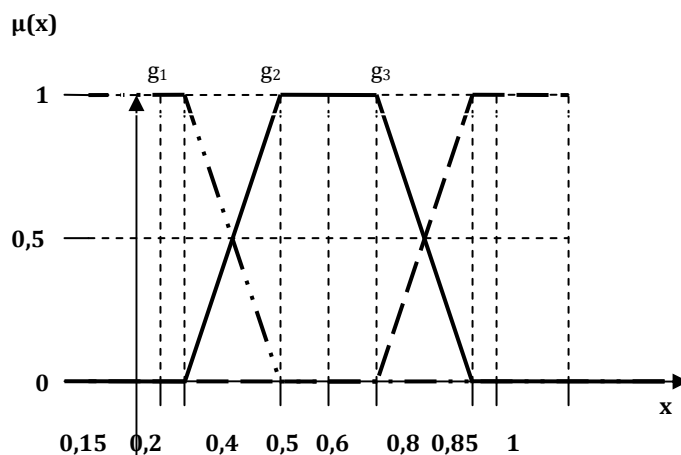


Рис. 3. Функції приналежності лінгвістичної змінної «Демографічний потенціал регіону»

Таблиця 7. Класифікація поточних значень  $x$  на нечіткі підмножини виду  $B$

Шифр показника	$T$ -числа $\{I\}$ для значень лінгвістичної змінної «Рівень показника $X_i$ »		
	"низький"	"середній"	"високий"
$X_1$	(0, 0, 0,2, 0,4)	(0,2, 0,4, 0,6, 0,8)	(0,6, 0,8, 1, 1)
$X_2$	(0, 0, 0,2, 0,4)	(0,2, 0,4, 0,6, 0,8)	(0,6, 0,8, 1, 1)
$X_3$	(0, 0, 0,2, 0,4)	(0,2, 0,4, 0,6, 0,8)	(0,6, 0,8, 1, 1)
$X_4$	(0, 0, 0,2, 0,4)	(0,2, 0,4, 0,6, 0,8)	(0,6, 0,8, 1, 1)

показник є середнім по Україні ( $x_{\text{середн.укр.}} = (x_{\text{min.укр.}} + x_{\text{max.укр.}})/2$ ) і рейтинг є середнім, тоді значення відповідає середині обраного інтервалу оцінки, тобто  $x = 0,5$ . Тоді для визначення місця поточного значення показника на обраній шкалі від 0 до 1 використовуємо перетворення виду:

$$x_i^* = 0,5(x_i - x_{\text{min.укр.}})/(x_{\text{max.укр.}} - x_{\text{min.укр.}}) + 0,5 N_i/N, \quad (6)$$

де  $x_i^*$  – оцінка місця поточного значення показника на обраній шкалі;

$x_i$  – поточне значення показника;

$N_i$  – кількість областей із показниками менше чи рівними  $x_i$ ;

$N=25$  – загальна кількість областей України.

Позначимо  $(x_i - x_{\text{min.укр.}})/(x_{\text{max.укр.}} - x_{\text{min.укр.}}) = a$ ,  $N_i/N = b$ .

Зведемо одержані результати у табл. 8.

Таблиця 8. Оцінка рівня показників, які характеризують природно-ресурсний потенціал території

Елементи потенціалу	Найменування показника $X_i$	Поточне значення $x_i$	$0,5a+0,5b$	Місце поточного значення $x_i^*$ на обраній шкалі
Оцінка чисельності населення ( $X_1$ )	$X_1$	0,097	$0,5 \cdot 0,98 + 0,5 \cdot 0,96$	0,97
Оцінка народжуваності ( $X_2$ )	$X_2$	0,856	$0,5 \cdot 0,07 + 0,5 \cdot 0,12$	0,09
Оцінка смертності ( $X_3$ )	$X_3$	-0,093	$0,5 \cdot 0,39 + 0,5 \cdot 0,28$	0,34
Оцінка міграційного приросту (скорочення) ( $X_4$ )	$X_4$	-0,686	$0,5 \cdot 0,18 + 0,5 \cdot 0,44$	0,31

Етап 6. Класифікуємо рівні показників.

Виконаємо класифікацію поточних значень  $x$  за

критерієм табл. 6. Результатом проведеної класифікації є табл. 9, де  $l_{ij}$  – рівень приналежності носія  $x_i^*$  нечіткій підмножині  $V_j$ .

Таблиця 9. Результати класифікації рівня показників елементів демографічного потенціалу регіону

Показник $X_i$	Значення $\{l\}$		
	"низький" $l_1(x_i^*)$	"середній" $l_2(x_i^*)$	"високий" $l_3(x_i^*)$
$X_1$	0	0	1
$X_2$	1	0	0
$X_3$	0,32	0,68	0
$X_4$	0,44	0,56	0

Аналіз табл. 9 дозволяє зробити такі висновки щодо демографічної ситуації в Донецькій області: чисельність населення є високою; народжуваність є низькою; зворотний показник смертності характеризується 0,68 – рівнем приналежності носія  $X_3$  нечіткій підмножині «середній рівень показника  $X_3$ » і рівнем приналежності 0,32 підмножині «низький рівень показника  $X_3$ »; рівень міграції характеризується 0,44 – рівнем приналежності носія  $X_4$  нечіткій підмножині «низький рівень показника  $X_4$ » і рівнем приналежності 0,56 підмножині «середній рівень показника  $X_4$ ».

Етап 7. Виконаємо оцінку стану демографічного потенціалу регіону  $g$ , скориставшись формулою (7):

$$g = \sum_{i=1}^N r_i \sum_{j=1}^3 g_j \lambda_{ij} \quad (7)$$

де  $l_{ij}$  визначається за даними табл. 9, а  $r_i$  – за формулою (3) або (4).

Сутність формули (7) полягає в наступному. Спочатку оцінюються ваги тієї або іншої підмножини з  $V$  в оцінці соціального потенціалу регіону  $G$  (внутрішнє підсумовування в (7)). Ці ваги в подальшому беруть участь у зовнішньому підсумовуванні для визначення середнього значення показника  $g$ , де  $g_j$  – середня оцінка  $g$  з відповідного діапазону табл. 6 етапу 4 (є координатами абсцис максимумів відповідних функцій приналежності на носії множини від  $[0,1]$ , які симетричні відносно вузла 0,5 і рівномірно розташовані один від одного, що відображено на рис. 3) [8, с. 240].

Таблиця 10. Матриця для оцінки природно-ресурсного потенціалу регіону

Показники	Ваги ( $r_i$ )	Функції приналежності для рівнів складових елементів		
		Низький ( $m_1$ )	Середній ( $m_2$ )	Високий ( $m_3$ )
$X_1$	0,25	0	0	1
$X_2$	0,25	1	0	0
$X_3$	0,25	0,32	0,68	0
$X_4$	0,25	0,44	0,56	0
Вага рівнів ( $g_j$ )		0,15	0,5	0,85

Зведемо необхідні дані в табл. 10.

$$g = 0,25 \cdot (1 \cdot 0,85) + 0,25 \cdot (1 \cdot 0,15) + 0,25 \cdot (0,32 \cdot 0,15 + 0,68 \cdot 0,5) + 0,25 \cdot (0,44 \cdot 0,15 + 0,56 \cdot 0,5) = 0,43.$$

Етап 8. Виконаємо лінгвістичне розпізнавання результатів оцінки стану демографічного потенціалу регіону. Класифікуємо одержане значення оцінки демографічного потенціалу регіону на базі даних табл. 6:  $\mu_2 = 1$ .

Можна дійти висновку, що забезпеченість Донецької області демографічним потенціалом характеризується з приналежністю  $\mu_2 = 1$  до підмножини  $G_2$  – стану "середньої забезпеченості". Таким чином, поставлене завдання – оцінити стан демографічного потенціалу регіону – можна вважати виконаним. При цьому інтегральна оцінка може бути використана як для аналітичної оцінки стану соціального потенціалу регіону загалом, так і лінгвістичного розпізнавання його окремих складових.

Аналіз результатів, одержаних у процесі оцінки демографічного стану регіону, дозволяє сформулювати низку висновків.

Чисельність населення в Донецькій області є високою; народжуваність є низькою; смертність знаходиться між рівнями «середній» та «високий», але ближче до середнього; рівень міграції знаходиться між «низьким» та «середнім», але ближче до середнього. Загалом демографічну ситуацію Донецької області слід вважати середньою по Україні. Таким чином, демографічна складова соціального потенціалу Донецького регіону отримала оцінку «середній рівень».

З наведених розрахунків видно, що наукова методологія теорії нечітких множин дозволяє розмежовувати значення показників, розділені нечіткими межами, що є важливим при оцінці ресурсної забезпеченості територій. Цей метод дозволяє оцінити показник, що потрапляє у проміжну групу (наприклад: між середнім і високим), і одержати більш об'єктивну його оцінку. Наведена методологія оцінки соціального потенціалу регіону може бути використана у економічних дослідженнях, пов'язаних з оцінкою ресурсного потенціалу території.

### Список літератури

1. Асаи, К. Прикладные нечеткие системы [Текст] / К. Асаи, Д. Ватада; под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. – М.: Мир, 1993. – 368 с.
2. Великоіваненко, Г. Рейтингове оцінювання надійності емітентів боргових інститутів на підґрунті нечіткою-множинного аналізу [Текст] / Г. Великоіваненко, Л. Долінський, Л. Рудницькі // Ринок цінних паперів України. – 2005. – № 5-6. – С. 59-64.
3. Вишневская, В. М. Система адаптивного обучения на принципах нечеткой логики [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.13.06 / В.М. Вишневская. – Одесса, 2007. – 20 с.
4. Заде, Л. А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений [Текст] / Л. А. Заде // Математика сегодня. – М.: Знание, 1974. – С. 5-49.
5. Зеленков, Ю. А. Введение в базы данных [Электронный ресурс] / Ю. А. Зеленков. – Режим доступа: [http://www.mstu.edu.ru/education/materials/zelenkov/ch\\_4\\_1.html](http://www.mstu.edu.ru/education/materials/zelenkov/ch_4_1.html).
6. Кириллов, В. В. Основы проектирования реляционных баз данных [Электронный ресурс] / В. В. Кириллов. – Режим доступа: <http://www.sbras.ru/rus/docs/db/rdbms/index.html>.
7. Митющенко, Е. В. Методы нечеткой логики для оценки сложности разработки электронного обучающего издания [Электронный ресурс] / Е. В. Митющенко. – Режим доступа: <http://ito.edu.ru/2007/Moscow/VIII/VIII-0-7161.html>.
8. Недосекин, А. О. Методические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний: дис. доктора экон. наук: 08.00.13 [Электронный ресурс] / А. О. Недосекин. – СПб,

2003. – 280 с. – Режим доступа: [http://www.mirkin.ru/\\_docs/doctor005.pdf](http://www.mirkin.ru/_docs/doctor005.pdf).

9. Недосекин, А. О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций [Электронный ресурс] / А. О. Недосекин. – СПб: Сезам, 2002. – Режим доступа: <http://sedok.narod.ru>.
10. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта [Текст] / Под. ред. Д. А. Поспелова. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 312 с.
11. Пономарев, В. Ф. Математическая логика [Текст] : учеб. пособие; 2-е изд., испр. и доп. / В. Ф. Пономарев. – Калининград: КГТУ, 2005. – 201 с.
12. Ротштейн, А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети [Текст] / А. П. Ротштейн. – Винница: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 300 с.
13. Статистичний збірник "Регіони України" 2008: у 2-х ч. [Текст] / Держкомстат України; за ред. О. Г. Осауленка. – К.: ІВЦ Держкомстату України, 2008. – Ч. 1. – 368 с.
14. Статистичний збірник "Регіони України" 2008: у 2-х ч. [Текст] / Держкомстат України; за ред. О. Г. Осауленка. – К.: ІВЦ Держкомстату України, 2009. – Ч. 2. – 804 с.
15. Статистичний щорічник України за 2007 рік [Текст] / Держкомстат України; за ред. О. Г. Осауленка. – К.: Консултант, 2008. – 572 с.
16. Юрина, Н. А. Комплексная оценка развития малого бизнеса Донецкой области [Текст] / Н. А. Юрина // Економічний вісник Донбасу – 2011 - № 1 – с. 21-26
17. Ярушкина, Н. Г. Прикладные интеллектуальные системы, основанные на мягких вычислениях [Электронный ресурс] / Н. Г. Ярушкина. – Ульяновск: УлГТУ, 2004. – 139 с. – Режим доступа: [http://window.edu.ru/window\\_catalog/pdf2txt?p\\_id=9218&p\\_page=10](http://window.edu.ru/window_catalog/pdf2txt?p_id=9218&p_page=10)
18. Яхьяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети [Текст] : учеб. пособие / Г. Э. Яхьяева. – М.: Интернет-университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 316 с.

### РЕЗЮМЕ

Тютюнник Наталья

#### Методические приемы оценки демографической составляющей социального потенциала региона

В статье представлены методические основы оценки социального потенциала региона на примере его демографической составляющей на основе математического метода нечетких множеств,

### RESUME

Tyutyunnyk Natalia

#### Methodical techniques of estimation of demographic component of social potential of region

In the articles there have been presented the methodical bases of estimation of social potential of region on the example of its demographic component. The estimation of social potential of region has been done on the basis of mathematical method of unclear plurals.

Стаття надійшла до редакції 13.04.2012 р.