

УДК 330. 46

Тивончук І. О.,*доктор економічних наук, професор Національного університету “Львівська політехніка”,***Топішко Н. П.,***старший викладач кафедри економічної теорії Національного університету “Острозька академія”*

ДО ПРОБЛЕМИ КІЛЬКІСНОЇ ТА ЯКІСНОЇ ОЦІНКИ РІВНЯ СОЦІАЛЬНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ

Проаналізовано методики оцінки рівня соціального захисту громадян. Запропоновано здійснювати оцінку особистої соціальної захищеності з використанням теорії нечітких множин.

Ключові слова: *соціальний захист населення, соціальні ризики, соціальний моніторинг, нечітка логіка, теорія нечітких множин.*

Проанализированы методики оценки уровня социальной защиты граждан. Предложено проводить оценку личной социальной защищенности с использованием теории нечетких множеств.

Ключевые слова: *социальная защита населения, социальные риски, социальный мониторинг, нечеткая логика, теория нечетких множеств.*

The methods of assessment of social protection level were investigated. The fuzzy set theory was used to estimate the individual level of social protection.

Keywords: *social protection, social risks, social protection monitoring, fuzzy logic, fuzzy set theory.*

Постановка проблеми. Соціальний захист населення (СЗН) є важливою функцією суспільства. Оцінка його рівня, кількісних та якісних параметрів має важливе значення для формування державних програм соціального поступу. Вихідними моментами в проведенні оцінки СЗН є визначення й аналіз його індикаторів. Однак внаслідок складності, багатоаспектності, присутності об'єктивної та суб'єктивної компоненти в оцінюванні зробити це складно.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Деталізуючи загальні підходи, вчені залежно від власного бачення виокремлюють ті показники, які забезпечують, на їх думку, комплексну оцінку досягнутої соціальної захищеності громадян. У цьому напрямі працюють А. Баланда, В. Бідак, Н. Борецька, Т. Боярчук, Е. Лібанова, О. Новікова, Л. Шевченко та ін.

Мета і завдання дослідження. Проаналізувати методики оцінки рівня

СЗН. Запропонувати нові підходи до його виміру на основі використання нечіткої логіки і теорії нечітких множин.

Виклад основного матеріалу. В оцінці рівня СЗН (у т. ч. особистого) використовується система об'єктивних оцінок (заснованих на відповідності чинним соціальним стандартам) і суб'єктивних. Вони передбачають не тільки кількісні, а й якісні оцінки рівня соціальної захищеності (які вимірити важко).

Для оцінки соціальної захищеності населення застосовують низку показників, перш за все суспільного розвитку:

– національні (зокрема, доходи і витрати населення, розмір соціальних стандартів, стан ринку праці тощо);

– міжнародні. Це індекс людського розвитку, відповідність основним соціальним стандартам. Серед останніх – межа бідності й крайньої злиденності, тривалість життя (від 25 (мінімум) до 85 (максимум) років); освіченість населення (100%); середня кількість років навчання (15 років); реальний рівень ВВП на душу населення (від 200 до 40 000 дол.); співвідношення доходів 10% найбагатших до 10% найбідніших (10:1); частку населення, яка проживає за порогом бідності (10%); співвідношення мінімальної і середньої заробітної плати (1:3); мінімальний рівень погодинної заробітної плати (3 дол.); рівень безробіття (з урахуванням прихованого) (8-10%) тощо.

– відомчі, які розробляються компаніями та організаціями для соціального розвитку колективу;

– особистої соціальної захищеності (суб'єктивна оцінка індивіда).

Використовуються також як натуральні, так і вартісні (номінальні і реальні) показники.

Провідне місце у здійсненні оцінки соціальної захищеності населення належить моніторингу дотримання державних соціальних стандартів як основи соціальних гарантій. Він є механізмом соціальної експертизи, у т. ч. визначення ступеня і межі досягнутого соціального захисту, виявлення можливості виникнення і виміру сили впливу соціальних ризиків на рівень соціальної захищеності людей, зіставлення можливих соціальних втрат із чинними державними соціальними стандартами і нормативами, оцінки соціального потенціалу для розробки заходів із посилення соціального захисту окремих категорій/верств населення.

Поняття "соціальний моніторинг" недостатньо розкрито в методологічному і методичному аспектах, відсутнє цілісне його бачення. Це пояснюється складністю процесів відтворення в соціальній сфері, їх непередбачуваністю, невизначеністю, слабкою кореляційною залежністю наслідку від причини, сильним впливом суб'єктивної компоненти. Виникає багато проблем стосовно вибору об'єктів спостережень, теоретичної моделі моніторингу, його предмета і технології проведення.

Моніторинг стану СЗН проводять Держкомстатистики України, соціо-

логічні організації і дослідники. Залежно від власного бачення вчені виокремлюють ті показники, які можуть, на їх погляд, забезпечити комплексну оцінку досягнутого рівня соціальної захищеності громадян. Часто вони пропонують проводити категоризацію об'єктів СЗН на підставі не лише оцінки соціально-економічного стану громадян, а й опори на соціологічні та соціально-психологічні критеріальні ознаки. Так, В. Бідак як останні пропонує застосовувати тип (профіль) потребо-ціннісних орієнтацій, самозахисний потенціал особистості (здатності розв'язувати свої проблеми, зумовлені соціально-економічними ризиками), а також суб'єктивну толерантність (витривалість до негативних обставин) [1, с. 13].

Такий підхід надає змогу вимірити значущість чинників СЗН для респондентів, а також досяжність реалізації відповідних потреб у певних категорій населення. Він може бути використаний для ранжування чинників соціальної захищеності; визначення індивідуальної і групової структури, оцінки рівня захищеності за окремими параметрами і в інтегральному вимірі; розробки суб'єктивних критеріїв і чинників соціальної захищеності [1, с. 14]. Подібні методики діагностики рівня СЗН, засновані на суб'єктивній його оцінці, використовуються при проведенні моніторингу різними соціологічними організаціями.

Також розробляються методики кількісної оцінки рівня соціального захисту [2; 3]. Величину певного виду соціального ризику Н. П. Борецька пропонує визначати за формулою:

$$P = Wi \times Ki (1),$$

де P – значення у відносних одиницях певного виду ризику;

Wi – питома вага (частка) i -го чиннику ризику, у відсотках;

Ki – вірогідність дії i -го чиннику ризику, відносних одиниць.

Оцінку вірогідності дії чинників ризику (Ki) Н. П. Борецька пропонує проводити за такою шкалою:

до 49 одиниць – мала вірогідність прояву чинника;

50-74 одиниці – рівновірогідні можливості прояву або відсутності чинників ризику;

75-99 одиниць – певний чинник ризику швидше за все проявиться;

100 і понад – достовірний прояв чиннику ризику [2, с. 104].

Питома вага і вірогідність дії чинників ризику визначають потребу в заходах СЗН певного характеру і структури для визначеної категорії населення. Зазначена методика кількісної оцінки соціальних ризиків враховує лише ймовірність настання небажаних подій і не враховує їхніх якісних характеристик, впливу на рівень соціальної захищеності населення.

Вищезазначені методики знайшли подальше своє вдосконалення в розробленому Т. Боярчук підході до оцінки і регулювання СЗН на основі визначення небезпеки соціальних ризиків за їх впливом на рівень соціальної захищеності громадян [3]. Оцінка змісту, рівня та якості СЗН проводиться з позицій його забезпечення в різних сферах життєдіяльності суспільства.

Пріоритет надається таким напрямкам, як: здоров'я населення; забезпеченість житлом; природний приріст населення; освіта; зайнятість і грошові доходи населення. На наш погляд, такий підхід є комплексним, обґрунтованим, найбільш вдалим і простим у використанні. Він надає можливість виявити найбільш небезпечні соціальні ризики.

Зазначимо, що визначальна роль у встановленні оцінки рівня особистого соціального захисту належить судженням людини, які носять суб'єктивний характер. Для цього людина активно використовує лінгвістичні змінні – слова або словосполучення природної або штучної мови. Враховуючи, що судження людини про особисту соціальну захищеність мають суб'єктивний характер, то, на нашу думку, є можливим запропонувати методику оцінки рівня СЗН на основі використання нечіткої логіки і теорії нечітких множин [4; 5]. Фундатором теорії нечітких множин є Л. Заде.

Нехай $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ – множина оцінок рівня особистої соціальної захищеності, до яких буде застосовано експертну систему "Fuzzy Logic Toolbox".

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$ – множина кількісних та якісних критеріїв, за якими буде здійснюватися оцінка рівня особистої соціальної захищеності.

У теорії нечітких множин для моделювання об'єктів із дискретним виходом часто використовують нечітке логічне виведення, яке задається лінгвістичними висловлюваннями $\langle \text{IF } A, \text{ THEN } B \rangle$ або $\langle \text{Якщо } A \text{ – то } B \rangle$ і логічними операціями над нечіткими множинами. Причому A і B – це певні вирази нечіткої логіки, що найчастіше можуть приймати форму нечітких висловлювань. Сукупність таких нечітких правил складає нечітку базу знань про взаємозв'язок входів і виходів об'єкта та має вигляд:

IF <посилання правила>, THEN <заключення правила> або
ЯКЩО <посилання правила>, ТО <заклучення правила>.

Багатовимірні залежності "входи-виходи" задаються нечіткими правилами з логічними операціями "ТА" і "АБО".

Взаємозв'язок показників рівня особистої соціальної захищеності можна представити так:

$$S = f_s(P_1, P_2, P_3, P_4, P_5), \quad (2)$$

де S – інтегральна оцінка рівня особистої соціальної захищеності;

P_1 – стан здоров'я;

P_2 – забезпеченість житлом;

P_3 – рівень освіти;

P_4 – розмір особистого доходу;

P_5 – зайнятість особи.

Результатом розв'язку задачі є вихідна змінна – інтегральна оцінка рівня соціального захисту особи, яка може прийняти одне з таких значень:

– s_1 – низький рівень особистого соціального захисту;

– s_2 – рівень особистого соціального захисту нижче за середній;

- s_3 – середній рівень особистого соціального захисту;
- s_4 – рівень особистого соціального захисту вище за середній;
- s_5 – високий рівень особистого соціального захисту.

Багатокритеріальний аналіз оцінок рівня особистої соціальної захищеності проведемо з використанням алгоритму Мамдані, який описується так:

- створюється база правил системи нечіткого виведення;
- проводиться фазифікація вхідних змінних;
- здійснюється операція агрегування;
- акумулюються заключения нечітких правил;
- відбувається дефазифікація вхідних змінних.

Значення вхідних і вихідних змінних задані нечіткими множинами:

$$(p_1 = \tilde{b}_{1j} \Theta_j p_2 = \tilde{b}_{2j} \Theta_j \dots \Theta_j p_n = \tilde{b}_{nj} \text{ з ваг } o w_j) \Rightarrow S = \tilde{x}_j, j = \overline{1, m}, \quad (3)$$

де \tilde{b}_{ij} – нечіткий терм, яким оцінюється змінна p_i в j -му правилі, $j = \overline{1, m}$;

\tilde{x}_i – заключения j -го правила;

m – кількість правил у базі знань;

Θ – логічна операція, яка пов'язує фрагменти посилання j -го правила;

\Rightarrow – нечітка імплікація.

Для подальших розрахунків введемо такі позначення:

– $\mu_j(p_i)$ – функція належності входу $p_i \in [p_i, \bar{p}_i]$ нечіткому терму \tilde{b}_{ij} , тобто

$$\tilde{b}_{ij} = \int_{p_i \in [p_i, \bar{p}_i]} \mu_j(p_i) / p_i;$$

– $\mu_{xj}(r)$ – функція належності виходу $r \in [r, \bar{r}]$ нечіткому терму \tilde{x}_j , тобто

$$\tilde{x}_j = \int_{r \in [r, \bar{r}]} \mu_{xj}(r) / r.$$

Розрахуємо ступінь виконання посилання j -го правила для поточного вхідного вектора $P = (p_1^*, p_2^*, \dots, p_n^*)$ так:

$$\mu_j(P^*) = w_j (\mu_j(p_1^*) p_j \mu_j(p_2^*) p_j \dots p_j \mu_j(p_n^*)), j = \overline{1, m}, \quad (4)$$

де p_i означає t -норму, якщо в j -му правилі бази знань використовується логічна операція ТА, і відповідає s -нормі при ($\Theta_j = АБО$).

Трикутні норми у нечіткому виведенні Мамдані переважно є операціями мінімуму (t -норма) і максимуму (s -норма). Результат нечіткого виведення набуде вигляду:

$$\tilde{r}^* = \left(\frac{\mu_1(P^*)}{\tilde{x}_1}, \frac{\mu_2(P^*)}{\tilde{x}_2}, \dots, \frac{\mu_m(P^*)}{\tilde{x}_m} \right). \quad (5)$$

Проведемо операції імплікації та агрегування, що дають змогу перейти від нечіткої множини, де носієм виступає множина нечітких термів

$\{\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \dots, \tilde{x}_m\}$, до нечіткої множини на носії $[r, \bar{r}]$. Застосувавши логічне виведення по j -му правилу бази знань, ми отримуємо таке нечітке значення вихідної змінної r :

$$\tilde{x}_j^* = \text{imp}(\tilde{x}_j, \mu_j(P^*)), j = \overline{1, m}, \quad (6)$$

де imp – імплікація, що в нечіткому виведенні переважно реалізується операцією мінімуму, тобто відбувається "зрізування" функції належності $\mu_{y_j}(r)$ по рівню $\mu_j(P^*)$, що набуває такого математичного вигляду:

$$\tilde{d}_j^* = \int_{y \in [y, \bar{y}]} \min(\mu_j(P^*), \mu_{d_j}(y)) / y \quad (7)$$

Агрегування нечітких множин дозволяє отримати загальний результат логічного виведення по всій базі знань:

$$\tilde{r}^* = \text{agg}(\tilde{x}_1^*, \tilde{x}_2^*, \dots, \tilde{x}_m^*), \quad (8)$$

де agg – агрегування нечітких множин, через яке реалізують операції максимуму.

Дефазифікацією нечіткої множини \tilde{r} називається чітке значення виходу r , яке відповідає вхідному вектору P^* . Використання обчислювальної системи MATLAB (пакет Fuzzy Logic Toolbox) дозволяє здійснити автоматизацію розрахунків оцінки рівня особистої соціальної захищеності на базі нечіткої логіки, а саме задати:

- кількість входів і виходів системи, встановити її тип; визначити метод дефазифікації і реалізації логічних операцій;
- терми для лінгвістичної змінної, тип і параметри функцій належності кожного терма;
- правила в лінгвістичному, логічному та індексному форматах, проводити їх редагування;
- отримати візуалізацію нечіткого виведення по кожному правилу; встановити результуючу нечіткої множини, провести її дефазифікацію тощо.

Користувач завжди має можливість моделювати ситуацію за допомогою Fuzzy Logic Toolbox, виходячи із поставленого завдання (у відповідності до варіації вхідних змінних або бажаного вихідного результату).

Задамо нечіткі множини значень критеріїв оцінки рівня особистої соціальної захищеності: стан здоров'я (P_1), забезпеченість житлом (P_2), рівень освіти (P_3), розмір особистого доходу (P_4), зайнятість особи (P_5) (табл. 1).

Перетворення лінгвістичної інформації у формат, в якому вона може використовуватися обчислювальною системою MATLAB, передбачає побудову функцій належності. Вони можуть набрати вигляду трикутної, трапецевидної, Z- чи S-подібної та інших типів функцій належності [6]. Найбільш поширеними функціями належності є трикутні та трапецевид-

ні, що найчастіше використовуються для подання значень лінгвістичних змінних. Вони застосовуються для опису таких властивостей множин, які окреслюють невизначеність такого типу: “подібне значення”, “середнє значення”

Таблиця 1

*Значення нечітких термів та нечітких множин для показників P1–P5**

Змінна	Нечіткий терм, яким оцінюється змінна	Нечітка множина значень, що відповідає нечіткому терму
Стан здоров'я (P1)	Надто слабкий	Інвалідність
	Слабкий	Хронічні захворювання
	Задовільний	Відсутні хронічні захворювання
	Добрий	Хворів менше 3 разів на рік
Забезпеченість житлом (P2)	Низька	Немає власного помешкання (найм)
	Середня	Надано гуртожиток
	Висока	Є власне помешкання
Рівень освіти (P3)	Низький	Середня
	Середній	Професійно-технічна
	Високий	Вища
Розмір особистого доходу (P4)	Низький	0-1100 грн
	Середній	1050-1600 грн
	Високий	1500 грн до ∞
Зайнятість особи (P5)	Відсутня	Безробітна особа
	Тимчасова	Наявна тимчасова робота
	Постійна	Наявна постійна робота

*Джерело: складено автором.

“приблизно рівні”, “середній рівень доходів” тощо. Аналітично трикутну функцію можна задати таким виразом:

$$f\Delta(x; a, b, c) = \left. \begin{array}{l} 0, x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, b \leq x \leq c \\ 0, c \leq x \end{array} \right\}, \quad (9)$$

де a, b, c – деякі числові параметри, що приймають довільні дійсні значення і впорядковані відношенням: $a \leq b \leq c$.

Відповідно трапецевидну функцію аналітично можна задати таким чином:

$$f_T(x; a, b, c, d) = \left. \begin{array}{l} 0, x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b \\ 1, b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, c \leq x \leq d \\ 0, d \leq x \end{array} \right\}, \quad (10)$$

де a, b, c, d – деякі числові параметри, що приймають довільні дійсні значення і впорядковані відношенням: $a \leq b \leq c \leq d$.

Z-подібна функція належності використовується для опису таких властивостей нечітких множин, які характеризуються невизначеністю типу: "низький рівень зайнятості", "мала кількість", "невелике значення", "низький рівень доходів" тощо. Функція належності може бути задана так:

$$f_{Z_1}(x; a, b) = \left. \begin{array}{l} 1, x < a \\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{x-a}{b-a} \pi\right), a \leq x \leq b \\ 0, x > b \end{array} \right\}, \quad (11)$$

де a, b – деякі числові параметри, що приймають довільні дійсні значення і впорядковані відношенням: $a < b$.

S-подібна функція застосовується для подання таких нечітких множин, які характеризуються невизначеністю типу: "велика кількість", "високий рівень цін", "значна величина", "висока якість послуг" тощо.

S-подібна функція належності аналітично може бути задана таким виразом:

$$f_{S_1}(x; a, b) = \left. \begin{array}{l} 0, x < a \\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{x-b}{b-a} \pi\right), a \leq x \leq b \\ 1, x > b \end{array} \right\}, \quad (12)$$

де a, b – деякі числові параметри, що приймають довільні дійсні значення і впорядковані відношенням: $a < b$.

Сигмоїдальна функція належності може бути віднесена одночасно до

S-подібних та Z-подібних функцій належності. Аналітичний вираз сигмоїдальної функції такий:

$$f_{S_3}(x; a, b) = \frac{1}{1 + e^{-a(x-b)}}, \quad (13)$$

де a, b – деякі числові параметри, що приймають довільні дійсні значення і впорядковані відношенням: $a < b$, а e – основа натуральних логарифмів, що ініціює задання відповідної експоненціальної функції. Якщо $a > 0$, то отримуємо S-подібну функцію належності. Якщо $a < 0$, то відобразиться Z-подібна функція належності. Можливе також використання П-подібних функцій, до яких належить низка кривих. Однією з них є П-подібна функція, що аналітично задається так:

$$f_I(x; a, b, c, d) = f_S(x; a, b) \bullet f_Z(x; c, d), \quad (14)$$

де a, b, c, d – деякі числові параметри, що приймають довільні дійсні значення і впорядковані відношенням: $a \leq b < c \leq d$. Знак “ \bullet ” позначає арифметичне приведення значень відповідних функцій.

Ще однією із найбільш поширених П-подібних функцій є колоподібна функція, яка аналітично задається виразом:

$$f_I(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}}, \quad (15)$$

де a, b, c – деякі числові параметри, що приймають довільні дійсні значення і впорядковані відношенням: $a < b < c$, за умови, що $b > 0$. Функція $|x|$ в цьому випадку означає модуль дійсного числа.

За алгоритмом нечіткого виведення Мамдані з допомогою Fuzzy Logic Toolbox можна побудувати функції належності для показників P_1 – P_5 .

Функції належності першого з п'яти показників представлені таким чином: низькому значенню показника P_1 відповідає z-подібна функція належності; нижче середнього – гауссова функція належності; середньому – трапецевидна функція належності; високому – s-подібна функція належності.

Відображення показника P_2 на інтервалі низьких значень може бути здійснено за допомогою z-подібної функції належності; середніх – трикутної функції належності; високих – s-подібної функції належності.

П-подібна функція, яка є різницею двох сигмоїдальних функцій, описує низькі значення для показника P_3 , гауссова – середні, а трапецевидна – високі.

Інтервал низьких значень показника P_4 описує П-подібна функція належності, що є похідною двох сигмоїдальних функцій, середніх – трикутна, а високих – П-подібна функція, яка є комбінацією двох функцій Гаусса.

Останній з п'яти показників ілюструють такі функції належності: висо-

кому значенню показника P_3 відповідає трапецевидна функція належності, середньому – трикутна і високому – s-подібна функція належності.

Оцінка рівня особистої соціальної захищеності може отримати одну з таких інтегральних оцінок (табл. 2).

Таблиця 2
*Нечітка множина значень інтегральної оцінки рівня особистої соціальної захищеності**

Оцінка рівня особистої соціальної захищеності	Нечітка множина значень вихідної змінної \tilde{S}
r1...rn	Низький (0-25%)
	Нижче середнього (20-40%)
	Середній (35-65%)
	Вище середнього (60-80%)
	Високий (75-100%)

*Джерело: складено автором.

Взаємозв'язок входів і виходів у нечіткій базі відобразимо через набір нечітких правил знань щодо оцінки рівня особистої соціальної захищеності. Кількість даних правил необмежена. Вважається, що чим більше нечітких правил буде задано, тим краще. Проведення операції над нечіткими множинами дає інтегральну оцінку рівня особистої соціальної захищеності, відображену чітким числом.

Висновки. Використання запропонованої методики визначення рівня особистої соціальної захищеності за кількісними та якісними критеріями надає можливість врахувати об'єктивні та суб'єктивні її оцінки. Це сприяло б формуванню диференційованої системи заходів щодо соціального захисту і підтримки громадян, розвитку їхньої самозахисної активності.

Література:

1. Бідак В. Я. Соціальний захист населення та вдосконалення державних механізмів його регулювання: Автореферат дисертації на здобут. наук. ступеня кандидат економічних наук, спец. 08. 09. 01. – Демографія, економіка праці, соціальна економіка і політика. – Львів: НАН України, Інститут регіональних досліджень, 2004. – 20 с.

2. Борецька Н. П. Соціальний захист населення на сучасному етапі: стан і проблеми: Монографія. – Донецьк: Янтар, 2001. – 352 с.

3. Боярчук Т. В. Формування системи оцінки і регулювання соціального захисту населення: Автореферат дисертації на здобут. наук. ступеня кандидата економічних наук, спец. 08. 098. НАНУ, Інститут регіональних досліджень. – Львів, 2006. – 195 с.
4. Топішко Н. П. Застосування теорії нечітких множин в оцінці рівня соціального захисту населення // Наукові записки НУ “Острозька академія”, серія “Економіка”, випуск 13. – Острог: НУ “Острозька академія”, 2010. – С. 467-480.
5. Топішко Н. П. Методика оцінки рівня особистого соціального захисту із застосуванням теорії нечітких множин // Наукові записки НУ “Острозька академія”, серія “Економіка”, випуск 14. – Острог: НУ “Острозька академія”, 2010. – С. 481-491.
6. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 736 с. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств : Пер. с франц. – М. : Радио и связь, 1982. – 432 с.
7. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств : Пер. с франц. – М. : Радио и связь, 1982. – 432 с.
8. Сявакко М., Рибицька О. Математичне моделювання за умов невизначеності. – Львів : НВФ “Українські технології”, 2000. – 320 с.
9. Сявакко М. С. Інформаційна система “Нечіткий експерт”. – Видавничий центр ЛНУ і. Франка, 2007. – 320 с.
10. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М. : Горячая линия. – Телеком, 2007. – 288 с.