

23. (1991), "Law of Ukraine "On investment activity", no. 1560-XII, available at: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1560-12> (access March 15, 2015).
24. (2012), "The procedure and criteria for evaluating the economic efficiency of the project (investment) proposals and investment projects", no. 684, available at: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/684-2012-п> (access March 15, 2015).
25. Ivanov, S.M. (2012), "Features startups as investment innovative projects", *Nova ekonomika*, pp. 112-122.

УДК 330.4:330.47:303.094.7

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ СУБ'ЄКТА ГОСПОДАРЮВАННЯ В УМОВАХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ РЕФЛЕКСІЇ**

Макаренко О.І., к.е.н., доцент, Лось В.О., к.е.н., доцент, Ложкова Л.С.

*Запорізький національний університет  
Україна, 69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66*

olenamak@gmail.com, lozhkova\_1\_s@mail.ru

На сучасному етапі розвитку економіки виникає потреба в дослідженні поведінки економічних агентів в умовах інформаційної рефлексії, оскільки в процесі прийняття рішень економічним агентом все більш важливим стає врахування психологічних особливостей агента, що, своєю чергою, буде сприяти підвищенню керованості економічної системи. Тому проблема дослідження поведінки суб'єктів господарювання в умовах інформаційної рефлексії при прийнятті рішень щодо детінізації заробітної плати є актуальною, для вирішення якої доцільно використовувати апарат економіко-математичного моделювання, зокрема, нечіткої математики. У процесі дослідження виявлено такі причини виникнення інформаційної рефлексії: недостатність та неповнота інформації, спонтанність чи випадковість досліджуваного об'єкта (явища, процесу), обмеженість (недостатність) ресурсів при прийнятті і реалізації рішень, неможливість однозначної оцінки досліджуваного об'єкта (явища, процесу), наявність суперечливих тенденцій, протиріч тощо. Також визначено групи факторів впливу на інформованість економічного агента: I група: фактори, що характеризують економічного агента (суб'єктивне уявлення про цінність рішення, примус до прийняття рішення, власні інтенції, обов'язки економічного агента); II група: фактори, що характеризують зовнішнє інформаційне середовище (рівень легкості ведення справ, рівень корупції); III група: фактори, що характеризують середовище прийняття рішення (рівень економічної свободи, рівень інвестиційної привабливості). Крім того, запропоновано математичну модель для підтримки прийняття рішення щодо детінізації заробітної плати на базі нечіткої математики. Запропонована нечітка модель є універсальною, оскільки дає змогу оперативно приймати обґрунтовані рішення не лише щодо збільшення фонду оплати праці, але і в інших сферах суспільного життя.

*Ключові слова: економічний агент, інформаційна рефлексія, рівень інформованості, прийняття рішення.*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ СУБЪЕКТОВ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ РЕФЛЕКСИИ**

Макаренко Е.И., к.э.н., доцент, Лось В.А., к.э.н., доцент, Ложкова Л.С.

*Запорожский национальный университет  
Украина, 69600, г. Запорожье, ул. Жуковского, 66*

На современном этапе развития экономики возникает потребность в исследовании поведения экономических агентов в условиях информационной рефлексии, поскольку в процессе принятия решений экономическим агентом все более важным становится учет психологических особенностей агента, что, в свою очередь, будет способствовать повышению управляемости экономической системы. Поэтому проблема исследования поведения субъектов хозяйствования в условиях информационной рефлексии при принятии решений по детенизации заработной платы является актуальной, для решения которой целесообразно использовать аппарат экономико-математического моделирования, в частности нечеткой математики. В процессе исследования были выявлены следующие причины возникновения информационной рефлексии: недостаточность и неполнота информации, спонтанность или случайность исследуемого объекта (явления, процесса), ограниченность (недостаточность) ресурсов при принятии и реализации решений, невозможность однозначной оценки исследуемого объекта (явления, процесса), наличие противоречивых тенденций, противоречий и тому подобное. Также определены группы факторов влияния на информированность экономического агента:

I група: фактори, характеризуючі економічного агента (суб'єктивне представлення о цінності рішення, примус до прийняття рішення, власні інтенції, обов'язки економічного агента); II група: фактори, характеризуючі зовнішнє інформаційне простір (рівень легкості ведення справ, рівень корупції); III група: фактори, характеризуючі середовище прийняття рішення (рівень економічної свободи, рівень інвестиційної привабливості). Крім того, запропонована математична модель для підтримки прийняття рішення про детенізацію зарплати на базі нечіткої математики. Запропонована нечітка модель є універсальною, оскільки дозволяє оперативно приймати обґрунтовані рішення не тільки об збільшенні фонду оплати праці, але й в інших сферах суспільного життя.

*Ключові слова: економічний агент, інформаційна рефлексія, рівень інформованості, прийняття рішення.*

## MODELING OF ENTITY BEHAVIOR IN INFORMATION REFLECTIONS CONDITIONS

Makarenko O.I., PhD, Associate Professor, Los V.O., PhD, Associate Professor, Lozhkova L.

*Zaporizhzhya National University  
Ukraine, 69600, Zaporizhzhya, Zhukovsky str, 66*

At the present stage of economic development there is a need to study the behavior of economic agents in the conditions of information of reflection, as in decision-making economic agent is becoming increasingly important consideration the psychological characteristics of the agent, which, in turn, will enhance the manageability of the economic system. Therefore, the problem of investigating the behavior of economic entities in terms of reflection of information when deciding on disavowing salary is relevant for the decision which it is advisable to use the apparatus of economic and mathematical modeling, in particular fuzzy mathematics. The study identified the following causes of the informational reflection: insufficient and incomplete information, spontaneity and randomness of the object (phenomenon, process), limited (lack of) resources in making and implementing decisions, inability unambiguous assessment of the object (phenomenon, process), presence contradictory tendencies, contradictions, and the like. Also, the group identified the factors influencing the awareness of the economic agent: I group: the factors that characterize the economic agent (subjective view about the value of solutions, forced to take a decision, their own intentions, the responsibilities of the entity); Group II: the factors that characterize the external information environment (the level of ease of doing business, the level of corruption); Group III: Factors that characterize the environment of decision-making (the level of economic freedom, the level of investment attractiveness). In addition, a mathematical model to support decision-making on disavowing wages based on fuzzy mathematics. The proposed fuzzy model is universal, as it allows to make informed decisions quickly, not only to increase the payroll, but also in other spheres of social life.

*Key words: economic agent, information reflection, awareness, decision-making.*

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Державна Стратегія сталого розвитку «Україна - 2020» [1] передбачає впровадження європейських стандартів життя за рахунок руху країни за такими векторами: розвиток, безпека, відповідальність, гордість. Стратегія передбачає в рамках названих чотирьох векторів реалізацію 62 реформ та програм розвитку держави. Реформа сфери трудових відносин є однією із складових вектора розвитку та передбачає детенізацію зарплати як основного джерела доходів громадян. Першим кроком реалізації такого заходу є встановлення розміру єдиного внеску з понижуючим коефіцієнтом, якщо платник внеску виконує умови, визначені Законом України «Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування» [2]. Уряд очікує, що зменшення розміру внеску сприятиме збільшенню фонду оплати праці за рахунок усунення виплат зарплати «в конвертах». Внаслідок цього в короткостроковому та середньостроковому періодах зростуть податкові надходження до бюджету, а в довгостроковому - сума нарахованої працівнику пенсії. Проте політичні події 2014-2015 років докорінно змінили ставлення суб'єктів господарювання до дій держави, тому необґрунтовані, імпульсивні рішення в сфері економіки в умовах невизначеності та неповної інформованості і держави, і суб'єктів господарювання (економічних агентів), сприятимуть ще більшій конфронтації між ними.

На сучасному етапі розвитку економіки виникає потреба в дослідженні поведінки економічних агентів в умовах інформаційної рефлексії, оскільки в процесі прийняття рішень економічним агентом все більш важливим стає врахування психологічних особливостей агента, що своєю чергою сприятиме підвищенню керованості економічної системи. Саме

тому, проблема дослідження поведінки суб'єктів господарювання при прийнятті рішень щодо детінізації заробітної плати є актуальною, і для її вирішення доцільно використовувати апарат економіко-математичного моделювання.

### **АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ**

Питаннями моделювання процесів рефлексивного управління займалися такі зарубіжні вчені: В. А. Лефевр [3], Т. А. Таран [4], Д. А. Новіков [5], З. Х. Крамер, С. Е. Шмідт, Дж. Давісон, Дж. Сорос та інші. У цих працях досліджувалися сутність поняття «рефлексія», її ранги, можливість та необхідність рефлексійного управління, а також проблеми моделювання рефлексії з використанням не лише класичних (булева логіка, теорія графів), а й сучасних (нечітка математика, когнітивне моделювання) методів моделювання.

Питанням дослідження рефлексії присвячені праці відомих вітчизняних вчених. Так, Р. М. Лепа обґрунтовує теоретико-методологічні аспекти застосування рефлексивних процесів в економіці, пропонує використовувати рефлексивний підхід в економічних взаємодіях, в системах підтримки та прийняття управлінських рішень на макро- та мікроекономічному рівнях [6]; розглядає можливість застосування рефлексивного підходу до управління економічними системами, ідентифікує передумови та основні проблеми рефлексивного управління, а також пропонує економіко-математичні моделі рефлексивних процесів у різних сферах економічної діяльності, що дозволяють мінімізувати суб'єктивність і підвищити ефективність прийняття управлінських рішень [7]. Учені Л. Н. Сергєєва, А. В. Бакурова, Т. Ю. Огаренко розглядають проблеми забезпечення життєздатності соціально-економічних систем у рамках сучасного напрямку соціально-економічних досліджень – рефлексивного управління [8]. Необхідність у застосуванні рефлексивного управління, на їх думку, виникає в тому випадку, коли можливості прямого управління, тобто відношення між економічними агентами не є відношеннями прямого підпорядкування. Незважаючи на велику кількість досліджень процесів рефлексивного управління, питання моделювання поведінки суб'єктів господарювання в умовах інформаційної рефлексії висвітлено недостатньо, що і обумовлює його актуальність.

### **ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ**

Метою статті є розробка математичної моделі поведінки суб'єкта господарювання в умовах інформаційної рефлексії на базі нечіткої математики для підтримки прийняття рішення щодо детінізації заробітної плати.

### **ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ**

Нехай суб'єкт господарювання вирішує дилему: знизити чи ні розмір єдиного внеску. Якщо економічний агент приймає рішення щодо застосування понижуючого коефіцієнта, йому необхідно виконати певні умови, а саме: база нарахування єдиного внеску в розрахунку на одну застраховану особу в звітному місяці має збільшитися на 20% і більше порівняно з середньомісячною базою нарахування єдиного внеску платника за 2014 р. в розрахунку на одну застраховану особу; після застосування коефіцієнта середній платіж на одну застраховану особу в звітному місяці складатиме не менше ніж середньомісячний платіж на одну застраховану особу платника за 2014 р.; кількість застрахованих осіб у звітному місяці, яким нараховані виплати, не перевищує 200% середньомісячної кількості застрахованих осіб платника за 2014 р. Тобто у випадку, якщо суб'єкт господарювання виплачував заробітну плату «у конвертах», виконуючи ці умови, він її легалізує за рахунок збільшення фонду оплати праці. З іншого боку, якщо економічний агент приймає рішення залишити все як є, то він ризикує тим, що в разі виявлення порушень буде покараний. Будемо вважати, що суб'єкт господарювання приймає рішення в умовах інформаційної рефлексії, оскільки він, не маючи довіри до держави, намагається проаналізувати поведінку інших агентів та має певні міркування щодо уявлень інших економічних агентів і робить спроби оцінити позитивні та негативні наслідки своєї поведінки з урахуванням невизначеності, тобто аналізує уявлення щодо невизначених факторів.

При оцінці можливості збільшення фонду оплати праці необхідно мати на увазі те, що, незважаючи на проведення різних заходів щодо оцінки параметрів і результатів, остаточне рішення приймається в умовах невизначеності. Ця невизначеність зумовлена тим, що частина факторів може бути оцінена достатньо точно, а частина – лише з деяким ступенем достовірності. Із цієї причини, на наш погляд, для оцінки можливості збільшення фонду оплати праці доцільно застосовувати інструментарій нечіткого моделювання [9].

Оцінку можливості прийняття рішення щодо збільшення фонду оплати праці будемо представляти лінгвістичною змінною «ймовірність прийняття рішення щодо збільшення фонду оплати праці», для якої введемо позначення:

$$ADV(x) = \{(V_i, \mu_{V_i}(x)), i = \overline{1,3}\}, \quad (1)$$

де  $V_i$  – лінгвістичне значення змінної,  $V_i \in T$ ;  $\mu_{V_i}(x)$  – функція належності кожного  $x$  нечіткій множині  $V_i$  (трапецієподібна, гауссова, поліноміальна, сигмоїдальна);  $T$  – терм-множина,  $T = \{\text{Низька, Середня, Висока}\}$ .

У результаті можемо отримати один із таких варіантів: імовірність прийняття рішення дуже низька, тому фонд оплати праці не буде збільшено; середня ймовірність свідчить про можливе незначне збільшення фонду оплати праці; висока ймовірність свідчить про можливість відображення реального стану фонду оплати праці.

На основі побудованої когнітивної моделі [10] для прийняття рішення щодо доцільності збільшення фонду оплати праці як критерії пропонуємо використовувати показники  $SP = \{sp_j, j = \overline{1,9}\}$ , що відображають співставлення результатів до та після збільшення фонду оплати праці, а саме: ступінь інформованості економічного агента (X1), ступінь суб'єктивних уявлень економічного агента про цінність рішення (X2), ступінь примусу (X3), ступінь власних інтенцій (X4), ступінь обов'язків (X5), індекс корупції (X6), індекс легкості ведення справ (X7), індекс економічної свободи (X8), індекс інвестиційної привабливості (X9) (табл. 1).

Визначимо показники  $sp_j, j = \overline{1,9}$  як нечіткі змінні:  $sp_j(x) = \{(V_i, \mu_{V_i}(x)), i = \overline{1,3}\}$ . Як відомо, нечітку змінну визначає її назва ( $sp_j, j = \overline{1,9}$ ), область визначення як числової величини, опис обмежень (лінгвістичні значення, наприклад з терм-множин  $T$ ) та можливі значення нечіткої змінної, які задаються функцією належності ( $\mu_{V_i}(x)$ ). Так, для кожного показника  $sp_j \in SP$  (базової змінної) визначається діапазон можливих значень, а також піддіапазони, на які він може бути поділений. Піддіапазони обираються таким чином, щоб за ними можна було висловити обґрунтовані судження:  $D(SP_j) = \{d_k(sp_j), k = \overline{1, k_j}\}$ . Ці судження визначають лінгвістичне значення показника і є елементами терм-множини  $T$ .

Таблиця 1 – Визначення нечітких показників, що впливають на прийняття рішення щодо збільшення фонду оплати праці

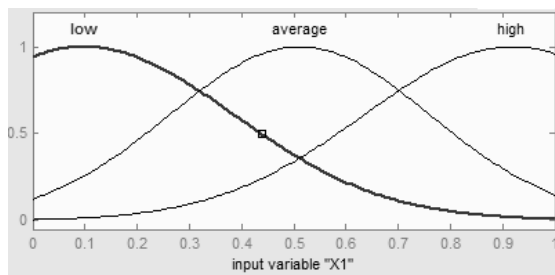
Назва показника	Сутність показника	Діапазон значень, яких набуває показник	Лінгвістичне значення показника
Ступінь інформованості економічного агента (X1)	Значення, що показує ступінь впевненості в достовірності отриманої інформації	[0; 0,4)	Низький
		[0,4; 0,6)	Середній
		[0,6; 1]	Високий
Ступінь суб'єктивних уявлень економічного агента про цінність рішення (X2)	Значення, що показує впевненість економічного агента в цінності рішення	[0; 0,5)	Низький
		[0,5; 1)	Високий
Ступінь примусу (X3)	Значення, що відображає вплив на економічного агента	[0; 0,4)	Низький
		[0,4; 0,6)	Середній
		[0,6; 1]	Високий

Назва показника	Сутність показника	Діапазон значень, яких набуває показник	Лінгвістичне значення показника
Ступінь власних інтенцій (X4)	Значення, що показує бажання економічного агента прийняти рішення	[0; 0,5)	Наявні
		[0,5; 1)	Відсутні
Ступінь обов'язків (X5)	Значення, що показує обов'язки економічного агента стосовно прийняття рішення	[0; 0,4)	Відсутні
		[0,4; 0,6)	Несуттєві
		[0,6; 1]	Суттєві
Індекс корупції (X6)	Значення, що відображає ступінь зловживання повноваженнями заради власної вигоди	[0; 40)	Високий
		[40; 65)	Середній
		[65; 100]	Низький
Індекс легкості ведення справ (X7)	Значення, що відображає рівень простоти ведення підприємницької діяльності	[0; 40)	Низький
		[40; 60)	Середній
		[60; 100]	Високий
Індекс економічної свободи (X8)	Значення, що відображає право кожної людини управляти її власністю і майном	[0; 50)	Низький
		[50; 60)	Середній
		[70; 100]	Високий
Індекс інвестиційної привабливості (X9)	Значення, що відображає рівень інвестиційної привабливості	[1;2)	Низький
		(2;4)	Середній
		(4; 5)	Високий

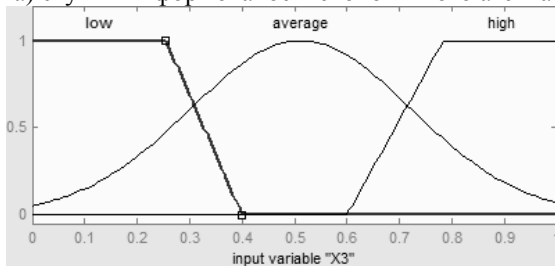
При цьому для таких показників, як ступінь інформованості економічного агента, ступінь суб'єктивних уявлень про цінність рішення, ступінь примусу, ступінь власних інтенцій діапазони задаються виключно експертним шляхом. Діапазон значень індексу корупції визначається як оцінка за шкалою від 0 (найвищий рівень корупції) до 100 (відсутність корупції) [11]. Діапазон значень індексу легкості ведення бізнесу також визначається за шкалою від 0 до 100, але вищі оцінки свідчать про краще та, зазвичай, простіше регулювання бізнесу, а також сильніший захист прав власності [12]. Індекс економічної свободи базується на 10-ти індексах (свобода бізнесу, свобода торгівлі, податкова свобода, державні витрати, грошова свобода, свобода інвестицій, фінансова свобода, захист прав власності, свобода від корупції, свобода трудових стосунків), які оцінюються за шкалою від 0 до 100, показник 100 відповідає максимальній свободі. Вага кожного з 10 факторів вважається однаковою, через це загальний індекс являє собою середнє арифметичне від показників. Усі країни за цим індексом поділяються на такі групи: вільні (з показником 80-100), в основному вільні (з показником 70-79,9), помірно вільні (з показником 60-69,9), в основному невольні (з показником 50-59,9), деспотичні (з показником 0-49,9) [13]. Для спрощення розрахунків у роботі використовувалися лише 3 групи, які поділені на такі лінгвістичні значення показників: низький, середній, високий. Індекс інвестиційної привабливості – оцінка інвестиційної привабливості України, що проводиться Європейською Бізнес Асоціацією. Інвестиційний клімат як сукупність політичних, економічних, регуляторних та інших факторів, які в кінцевому рахунку визначають ступінь ризику капіталовкладень та можливість їх ефективного використання. Індекс інвестиційної привабливості розраховується як середнє арифметичне оцінок п'яти аспектів інвестиційного клімату, використовуючи п'ятибальну систему [14].

Для кожного з  $d_k(sp_j)$  експертним шляхом визначається, яке з можливих лінгвістичних значень змінної  $ADV(x)$  (1) може відповідати ситуації, коли має місце конкретне значення  $d_k(sp_j)$ , тобто формуємо відображення:  $\Gamma: d_k(sp_j) \rightarrow V_i$ .

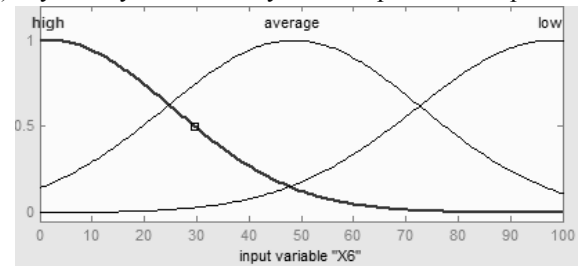
Наступним етапом роботи є визначення функцій належності. Результат визначення нормальної функції належності  $\mu_{V_i}(x)$  для кожного з показників, що впливають на прийняття рішення щодо збільшення фонду оплати праці  $SP = \{X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9\}$  наведений на рис. 1 у вигляді візуалізації, отриманої за допомогою прикладного пакета Matlab.



а) ступінь інформованості економічного агента



б) ступінь суб'єктивних уявлень про цінність рішення



в) ступінь примусу

г) індекс корупції

Рис. 1. Візуальне представлення функцій належності вхідних змінних:

а) ступеня інформованості економічного агента; б) ступеня суб'єктивних уявлень про цінність рішення; в) ступеня примусу; г) індексу корупції

Функції належності обираються за таким принципом: чим більше значення коефіцієнта концентрації-розтягування, тим більш спадний вигляд має функція належності. Низьке значення коефіцієнта розтягування акцентує увагу на невеликому околі координати максимуму і притаманне вхідним змінним з невеликим розмахом.

Для вихідної змінної на основі ретроспективного аналізу та експертних оцінок було обрано гаусоподібні функції належності. Область визначення вихідної змінної «ймовірність прийняття рішення щодо збільшення фонду оплати праці» –  $[0; 1]$ . Результат визначення нормальної функції належності для вихідної змінної «ймовірність прийняття рішення щодо збільшення фонду оплати праці» представлено на рис. 2.

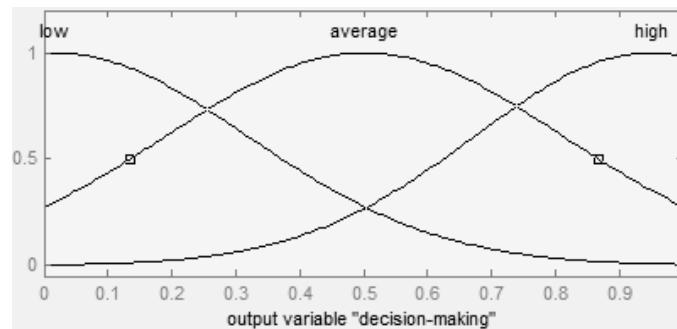


Рис. 2. Візуальне представлення функцій належності вихідної змінної «ймовірність прийняття рішення щодо збільшення фонду оплати праці»

Для отримання значення лінгвістичної змінної  $ADV(x)$ , яке має бути покладене в основу прийняття рішення щодо збільшення фонду оплати праці  $x$ , необхідно застосувати композиційне правило, запропоноване Л. Заде [15], яке формалізує нечіткий логічний висновок щодо нечітких суджень  $d_k(sp_j)$  та висновку  $ADV(x)$ . Для його застосування необхідно розробити базу знань у вигляді правил виводу для подальшого застосування, зокрема, у нашому випадку алгоритму Мамдані. Загальна кількість правил отримання значень лінгвістичної змінної «ймовірність доцільності прийняття рішення щодо збільшення фонду оплати праці  $x$ » дуже велика ( $37.22=8748$ ), тому для цієї моделі оберемо лише найважливіші з них (табл. 2).

Таблиця 2 – Правила отримання значень лінгвістичної змінної «ймовірність прийняття рішення щодо збільшення фонду оплати праці x»

Позначення групи і правил	Компоненти правил нечіткого виводу «якщо»									Результат «то»	Кількість правил у групі	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9			
G1:P1-P96	Н	Н В	Н С	Н В	Н	Н С В	Н	Н С	Н С	Н	Н	3*2 <sup>5</sup> =96
G2:P97-672	С	Н В	С В	Н В	Н С В	С Н	Н С В	С В	С В	С	С	3 <sup>2</sup> *2 <sup>6</sup> =576
G3:673-864	В	В	С В	Н В	С В	Н С	С В	Н С В	С В	В	В	3*2 <sup>6</sup> =192

Так, у процесі проведення дослідження було отримано такі значення показників:  $X1=0,92$ ;  $X2=0,78$ ;  $X3=0,64$ ;  $X4=0,9$ ;  $X5=0,26$ ;  $X6=45,6$ ;  $X7=73,1$ ;  $X8=78,9$ ;  $X9=2,5$ . У такому разі ймовірність прийняття рішення щодо збільшення фонду оплати праці є високою і становить 0,86.

У роботі виявлено, що найважливіший вплив на прийняття рішення здійснюють рівень інформованості (0,92), власні інтенції економічного агента (0,9) та суб'єктивне уявлення про цінності рішення (0,78) при середньому значенні рівня інвестиційної привабливості (2,5), високому рівні легкості ведення справ у країні (78,9) та відносно високому рівні економічної свободи (73,1). Водночас обов'язки економічного агента та примус до прийняття рішення не мають значного впливу на інформованість економічного агента, тому значно не змінюють ефективність рішень, що приймаються.

У процесі дослідження виявлено, що при зменшенні рівня інформованості до 0,55 та суб'єктивних уявлень про цінності рішення до 0,24 при інших рівних умовах, ймовірність прийняття рішення різко скорочується до значення 0,51.

### ВИСНОВКИ

У результаті досліджень побудована нечітка модель для підтримки прийняття рішення щодо збільшення фонду оплати праці на базі нечіткої математики. Процедура верифікації виявила її достатню адекватність у порівнянні з результатами експертного оцінювання (за відсутністю на даний час інших даних). Застосування подібної моделі дає змогу суб'єктам господарювання приймати обґрунтовані рішення не лише щодо збільшення фонду оплати праці, але і в інших сферах суспільного життя. При цьому варто робити акцент на рівні інформованості економічних агентів та суб'єктивних уявлень про цінності рішення різних економічних агентів, оскільки саме від них найбільше залежить прийняття рішення.

Запропонована методика оцінювання поведінки суб'єкта господарювання в умовах інформаційної рефлексії може бути використана державними органами влади в процесі підтримки прийняття рішення щодо досягнення бажаної поведінки суб'єктів господарювання.

У зв'язку з тим, що на даний час налаштування параметрів нечіткої моделі здійснюється безпосередньо дослідником, то перспективою подальших досліджень є розробка відповідних алгоритмів навчання.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Про Стратегію сталого розвитку «Україна-2020»: Указ Президента України від 12.01.2015 № 5 [Електронний ресурс] // Офіц. сайт Верховної Ради України. — Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5/2015>.

2. Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування : Закон України від 13.03.2015 [Електронний ресурс] // Офіц. сайт Верховної Ради України. — Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2464-17/page>.
3. Лефевр В. А. Конфликтующие структуры / В. А. Лефевр // Рефлексия. — М. : Когито-Центр, 2003. — С. 7—134.
4. Таран Т. А. Отображение принципов рефлексивного управления в математических моделях рефлексивного выбора / Т. А. Таран // Рефлексивные процессы и управление. — М. : Ин-т псих. РАН, 2002. — Т. 2. — № 1. — С. 104—117.
5. Новиков Д. А. Рефлексивные игры / Д. А. Новиков, А. Г. Чхартишвили. — М. : СИНТЕГ, 2003. — 149 с.
6. Лепа Р. Н. Рефлексивные процессы в экономике: концепции, модели, прикладные аспекты : монография / Р. Н. Лепа, С. Н. Шкарлет, Ю. Г. Лысенко и др. ; под ред. Р. Н. Лепы / НАН Украины, Ин-т эконом. пром-сти. — Донецк : АПЕКС, 2013. — 272 с. — (Серия «Жизнеспособные системы в экономике»).
7. Лепа Р. Н. Модели рефлексивного управления в экономике : монография / Р. Н. Лепа. — Донецк : АПЕКС, 2012. — 391 с.
8. Сергеева Л. Н. Роль рефлексивного управления в обеспечении жизнеспособности социально-экономических систем : коллективная монография / Л. Н. Сергеева, А. В. Бакурова, Т. Ю. Огаренко // Рефлексивные процессы в экономике: концепции, модели, прикладные аспекты / [под ред. Р. Н. Лепы ; НАН Украины, Ин-т экон. пром-ти]. — Донецк : АПЕКС, 2010. — С. 16—31.
9. Чернов В. Г. Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств / В. Г. Чернов. — М. : Горячая линия-Телеком, 2007. — 312 с.
10. Ложкова Л. С. Модель процесу прийняття рішення економічним агентом з урахування інформаційного впливу / Л. С. Ложкова // Моделювання та прогнозування соціально-економічних процесів : матеріали V Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. молодих учених та студентів, 26-28 берез. 2015 р., Харків. — Х. : НТМТ, 2015. — С. 20—24.
11. Индекс корупції CPI-2014 [Електронний ресурс] / Transparency International. — Режим доступу : <http://ti-ukraine.org/corruption-perceptions-index-2014>.
12. Doing Business in Ukraine (рейтинг легкости ведения бизнеса) [Электронный ресурс] / Socium. — Режим доступа : <http://socium.com.ua/2013/11/doing-business-in-ukraine-2014/>.
13. About the Index [Електронний ресурс] / The Heritage Foundation. — Режим доступу : <http://www.heritage.org/index/about>.
14. Ukraine. Open Markets [Електронний ресурс] / The Heritage Foundation. — Режим доступу : <http://www.heritage.org/index/country/ukraine#open-markets> last.
15. Композиционное правило нечеткого вывода Заде [Электронный ресурс] / Matlab. Exponenta. — Режим доступа : [http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/1\\_7\\_5\\_1.php](http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/1_7_5_1.php).

#### REFERENCES

1. The official website of Verkhovna Rada of Ukraine / “On the strategy of Sustainable Development “Ukraine-2020”, available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5/2015> (access May 19 2015).
2. The official website of Verkhovna Rada of Ukraine / “On the collection and accounting of a single fee for obligatory state social insurance”, available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2464-17/page> (access May 19 2015).
3. Lefevr, V.A. (2003), *Konfliktuyushhie struktury* [Conflicting structure], Kogito-Centr, Moscow, Russia.
4. Taran, T.A. (2002), “Showing the principles of reflexive control in mathematical models of reflexive choice”, *Refleksivnyie protsessyi i upravlenie*, vol. 2, no. 1, pp. 104-117.
5. Novikov, D.A. and Chhartishvili, A.G. (2003), *Refleksivnyie igry* [Reflexive games], Sinteg, Moscow, Russia.
6. Lepa, R.N., Shkarlet, S.N., Lyisenko, Yu.G. et al. (2013), *Refleksivnyie protsessyi v ekonomike: kontseptsii, modeli, prikladnyie aspekty* [Reflexive processes in the economy: concepts, models, applied aspects], monograph, APEKS, Donetsk, Ukraine.
7. Lepa, R.N. (2012), *Modeli refleksivnogo upravleniya v ekonomike* [Model of reflexive control in the economy], monograph, APEKS, Donetsk, Ukraine.
8. Sergeeva, L.N., Bakurova, A.V. and Ogarenko, T.Yu. (2010), “The role of reflexive control in ensuring the viability of social and economic systems” / *Refleksivnyie protsessyi v ekonomike: kontseptsii, modeli, prikladnyie*



*aspekty* [Reflexive processes in the economy: concepts, models, applied aspects], monograph, APEKS, Donetsk, Ukraine, pp. 16-31.

9. Chernov, V.G. (2007), *Modeli podderzhki priniatia reshenii v investitsyonnoy deiatelnosti na osnove apparata nechetkih mnozhestv* [Models of decision support in investing activities on the basis of fuzzy sets], Hotline-Telecom, Moscow, Russia.
10. Lozhkova, L.S. (2015), "The model decision-making process of economic agents with regard to information influence", *Modeliyvannia ta prognozuvannua social'no-ekonomichnyh procesiv. Materiali V Mizhnar. nauk.-prakt. Internet-konf. molodykh uchenykh ta studentiv* [The modeling and forecasting of social and economic processes. Proc. 5<sup>th</sup> Int. Internet-Conf. of student and young researches], Kharkiv, NTMT, March 26-28, 2015, pp. 20-24.
11. Transparency International / "CPI Corruption Index 2014", available at: <http://ti-ukraine.org/corruption-perceptions-index-2014> (access May 19, 2015).
12. Socium / "Doing Business in Ukraine", available at: <http://socium.com.ua/2013/11/doing-business-in-ukraine-2014> (access May 19, 2015).
13. The Heritage Foundation / "About the Index", available at: [www.heritage.org/index/about](http://www.heritage.org/index/about) (access May 19, 2015).
14. The Heritage Foundation / "Ukraine. Open Markets", available at: [www.heritage.org/index/country/ukraine#open-markets](http://www.heritage.org/index/country/ukraine#open-markets) last (access May 19, 2015).
15. Matlab. Exponenta / "Compositional rule of fuzzy inference Zade", available at: [http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/1\\_7\\_5\\_1.php](http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/1_7_5_1.php) (access May 19, 2015).

УДК 669.01:338.516.47:005.22

## ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІНИ НА ПРОДУКЦІЮ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ГАЛУЗІ МЕТОДАМИ ДИСКРЕТНОЇ НЕЛІНІЙНОЇ ДИНАМІКИ

Чеверда С.С., к.е.н., доцент, Максишко Н.К., д.е.н., професор, Куркула С.Г.

*Запорізький національний університет  
Україна, 69000, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66*

[webserega@mail.ru](mailto:webserega@mail.ru), [maxishko@ukr.net](mailto:maxishko@ukr.net)

Об'єктом дослідження є ціни на гарячекатаний рулон (ГКР) як вид металопродукції, який становить значну частку (близько 65%) в загальній структурі експорту металопродукції України. Виявлено, що найбільший вплив на ціну ГРК мають ціни на залізорудну сировину (ЗРС) і сталевий брухт. Із метою вирівнювання часового лага проведено крос-кореляційний аналіз залежності цін ГКР від цін золота, нафти і сировинних ресурсів. Побудовано багатофакторну модель шляхом проведення регресійного аналізу залежності ціни ГКР від впливаючих на неї цін. За допомогою комплексного фрактального аналізу досліджено обрані часові ряди та виявлено, що часовим рядам цін на г/к рулон (ГКР), залізорудну сировину (ЗРС), сталевий брухт та нафту притаманна властивість трендостійкості. Крім того, усі часові ряди, що досліджуються, є персистентними та мають довготривалу пам'ять. Застосування інструментарію дискретної нелінійної динаміки дає змогу отримати нові знання щодо динаміки цін на г/к рулон (ГКР), залізорудну сировину (ЗРС), сталевий брухт та нафту, оцінити глибину пам'яті часових рядів цін. Побудовано прогноз на основі отриманої регресійної багатофакторної моделі та моделі однорідної структури, та проведена його верифікація. Для оцінки точності прогнозування було використано традиційні міри оцінки якості прогнозу (середньоквадратична похибка прогнозу, корінь із середньоквадратичної похибки прогнозу, середня абсолютна похибка прогнозу, корінь із середньоквадратичної відносної похибки прогнозу у відсотках від фактичних значень та середня абсолютна похибка прогнозу). Виявлено, що для всіх часових рядів застосування моделі однорідної структури дало можливість отримати більш точний прогноз, аніж при застосуванні класичних методів.

*Ключові слова: металопродукція, гарячекатаний рулон, брухт сталевий, нафта, прогнозування, методи короткострокового прогнозування, методи середньострокового прогнозування, метод Холта-Уінтерса, гібридна система прогнозування.*