

**Висновки.** Побудована економіко-математична модель управління витратами виробництва у тваринництві дає можливість:

- отримувати інформацію про формування оптимального рівня витрат із врахуванням внутрішніх і зовнішніх чинників за конкретних умов виробництва;
- розраховувати величину резервів витрат для подальшого прийняття ефективних управлінських рішень;
- планувати потреби у виробничих ресурсах для виконання виробничої програми.

Запропонована модель оптимізації витрат дозволяє одержати прогнозне значення узагальненого показника господарської діяльності (в нашому випадку прибутку). Порівнюючи прогнозні значення за результативним показником з реально досягнутими, можна зробити оцінку підприємства, а також визначити тенденції розвитку підприємства на майбутнє.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Бродський Ю. Б. Економіко-математична модель оптимізації виробничої структури високотоварних сільськогосподарських підприємств / Ю. Б. Бродський, В. Є. Данкевич // ВІСНИК ЖДТУ. – 2011. – №1. – С. 180–183.
2. Гордієвич О. А. Модель системи нормативного управління витратами на виробництво продукції тваринництва / О. А. Гордієвич // Продуктивність у галузях тваринництва. – 2011. – №6. – С. 49–51.
3. Сіненко М. І. Визначення нормативної собівартості виробництва продукції тваринництва методом економіко-математичного моделювання / М. І. Сіненко // Економіка АПК. – 2010. – №12. – С. 53–56.
4. Лотиш О. Я. Економіко-математична модель оптимізації витрат на виробництво продукції підприємницьких структур / О. Я. Лотиш // Науковий вісник Буковинського державного фінансово-економічного інституту: Зб. наук. праць. Вип. 4. – Чернівці, – 2003. – С. 317–320.
5. Рудомін Г. А. Методи побудови економіко-математичної моделі управління витратами на підприємстві. [Електронний ресурс] / Г. А. Рудомін, Т. А. Рекун // – Режим доступу: <http://www.rusnauka.com/>
6. Бейба О. А. Оптимізація витрат при формуванні виробничої собівартості продукції тваринництва [Електронний ресурс] / Бейба О. А. // – Режим доступу: <http://www.rusnauka.com>
7. Економічна енциклопедія: У трьох томах. Т. 1. / Ред. кол.: С. В. Мочерний (відп. ред.) та ін. – К. : Видавничий центр «Академія», 2000. – 864 с.
8. Фінансовий менеджмент: Підручник / Кер. кол. авт. і наук. ред. проф. А. М. Поддєрьогін. – К. : КНЕУ, 2005. – 535 с.
9. Грабовецький Б. Є. Економічне прогнозування і планування: навч. посібник. – К. : Центр навчальної літератури, 2003. – 188 с.

УДК 004.08

**Іванченко Н.О.**  
*кандидат економічних наук,  
доцент кафедри економічної кібернетики  
Національного авіаційного університету*

## НЕЧІТКА СЕМАНТИКО-ОНТОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ БАЗИ ЗНАТЬ ДОМЕННОГО ПРОСТОРУ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

Стаття присвячена розгляду підходу до зберігання баз нечітких знань в семантико-онтологічних моделях. Приведена модель бази нечітких знань як об'єднання часткових баз потенціалів економічної безпеки підприємства. Розглянуті особливості методології створення нечіткої бази знань доменного простору економічної безпеки підприємства та інтегрованої семантико-онтологічної нечіткої бази знань.

**Ключові слова:** доменний простір, економічна безпека підприємства, проектування систем, система прийняття рішень, семантико-онтологічні моделі, нечітка семантико-онтологічна модель бази знань, база знань.

### Иванченко Н.А. НЕЧЕТКАЯ СЕМАНТИКО-ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БАЗЫ ЗНАНИЙ ДОМЕННОГО ПРОСТРАНСТВА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Статья посвящена рассмотрению подхода к хранению баз нечетких знаний в семантико-онтологических моделях. Приведенная модель базы нечетких знаний как объединение частичных баз потенциалов экономической безопасности предприятия. Рассмотрены особенности методологии создания нечеткой базы знаний доменного пространства экономической безопасности предприятия и интегрированной семантико-онтологической нечеткой базы знаний.

**Ключевые слова:** доменное пространство, экономическая безопасность предприятия, проектирование систем, система принятия решений, семантико-онтологические модели, нечеткая семантико-онтологическая модель базы знаний, база знаний.

### Ivanchenko N.O. FUZZY SEMANTIC-MODEL ONTOLOGICAL KNOWLEDGE BASE DOMAIN SPACE OF ECONOMIC SECURITY

The article is devoted to the approach to storing knowledge in fuzzy semantic ontology models. Present the base model of fuzzy knowledge bases as a union of partial potentials of economic security. The features of the methodology of creating fuzzy knowledge base domain space of economic security and integrated semantic-fuzzy ontological knowledge base.

**Keywords:** blast space, economic security, systems design, decision-making system, semantic and ontological models, fuzzy semantic and ontological model of the knowledge base, knowledge base.

**Постановка проблеми.** Реалії сьогодення постійно вимагають прийняття вважених управлінських рішень: упровадження інноваційних технологій, організація випуску нових конкурентоспроможних товарів, виходу на нові ринки, забезпечення належної якості товарів і послуг, вирішення комплексу соціальних питань, пошуку нових методів стимулювання праці тощо.

Аналіз і проектування складних процесів і систем, а також управління ними в реальних умовах, як правило, відбувається за наявності стохастичних невизначеностей, що мають нечіткий, невизначений характер. Типовими невизначеностями, які присутні в процесі оцінки варіантів їх структурно-функціональних характеристик, є нечіткі, розпливчаті

невизначеності, такі як неповнота і нечіткість багатьох початкових даних доменного простору економічної безпеки підприємства (ДП ЕкБП) [1], якісний і суб'єктивний характер критеріїв оцінок, евристична природа та нечіткість початкових моделей проєктованих систем і процесів. У цих випадках класичні статистичні методи дослідження операцій не забезпечують знаходження і ухвалення коректних рішень. Для розвитку цих методів перспективним є використання інтелектуальних інформаційних технологій м'яких процедур, що обумовлюють застосування для аналізу, прогнозування, оцінки, вибору і ухвалення рішень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз низки наукових праць, зокрема [1-5], стосовно розробки і застосування систем прийняття рішень в управлінні економічними об'єктами і методологічних підходів до їх математичного моделювання показує, що в сучасних умовах зростає складність слабо структурованих проблем.

**Постановка завдання.** Динамічність і невизначеність процесів в умовах трансформаційної економіки потребують розвитку та вдосконалення концептуальних положень, методології та інструментарію моделювання слабо структурованого ДП ЕкБП.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Аналіз класичних математичних методів та інструментарію дослідження операцій для прийняття рішень, які знайшли досить широке застосування в багатьох прикладних проблемах і предметних областях, дозволяє дійти висновку, що традиційного інструментарію середини ХХ століття недостатньо для прийняття рішень за умов слабо структурованих та неструктурованих проблем. Тобто, існує потреба у розробці та застосуванні методів і прикладних моделей штучного інтелекту з урахуванням ступеня ризику [2].

Великий клас складних систем і процесів, до яких відносяться і ДП ЕкБП характеризується невизначеністю, інтегрованістю, багаторівневістю, розподіленістю і різноманітністю індикаторів та потенціалів ЕкБП.

Актуальними та такими, що мають широке поле використання, є задачі пошуку ефективних стратегічних програм управлінських рішень ЕкБП в умовах невизначеності, конфлікту, неоднозначності чинників і параметрів ситуації на момент прийняття рішень (політичної, соціальної), високу динамічність і нелінійність соціально-економічних процесів, роль особистості в процесі розробки, стратегічних програм обґрунтування та прийняття рішень.

Ці задачі характеризуються неповнотою, недостовірністю інформації, різноманітністю та складністю впливу на процес прийняття рішень великої кількості чинників тощо.

Невизначеність – фундаментальна характеристика недостатньої інформаційної забезпеченості прийняття рішень, браку знань стосовно певної проблемної ситуації.

Необхідність обліку в процесі вибору оптимальних варіантів декількох критеріїв, зокрема переваг осіб, що приймає рішення (ОПР), також характеризує одну з умов невизначеності. Цим обумовлена доцільність розробки і використання моделей та методів опису і оцінки варіантів (альтернатив) аналізованих об'єктів, а також ухвалення рішень (УР) по вибору якнайкращого варіанту в умовах нечіткої невизначеності, які є спеціальним класом завдань УР, що одержали назву неструктурованих або слабо структурованих.

У таких завданнях альтернативи ухвалюваних рішень оцінюються на основі аналізу м'яких оцінок

показників ефективності результатів реалізації рішень (результатів) і значень ризиків втрат, відповідних тим або іншим результатам рішень. Теоретико-методологічним апаратом рішення таких задач є засоби інтелектуальної інформаційної технології «Soft Computing» – «М'яких обчислень» [3].

Зокрема, до таких невизначеностей відноситься нечітка (розпливчата) невизначеність стану ЕкБП, що характеризується неповнотою, неточністю і лінгвістичною розпливчатістю (нечіткістю), присутністю в початковій інформації, критеріях і оцінках замовників і розробників, а також у використовуваних моделях і процедурах опису і оцінки альтернатив аналізованих варіантів об'єктів та їх станів.

Стан потенціалів ДП ЕкБП – сукупність типів невизначеностей, в умовах яких здійснюється оцінка аналізованої проблемної ситуації і ухвалення рішень. У роботі розглядається нечіткий стан ДП ЕкБП та нечіткі-множинні підходи до побудови моделей опису і оцінки альтернатив, а також завдань ухвалення слабо структурованих рішень в умовах нечіткої невизначеності.

Завдання ухвалення рішень формулюється таким чином. Є множина варіантів рішень (альтернатив), реалізація яких приводить до настання деяких станів потенціалів ДП ЕкБП з декількох можливих в умовах невизначеності. Результат може характеризуватися, наприклад, значенням стану ДП ЕкБП, в який перейде підприємство в результаті реалізації даної стратегічної програми.

Оцінка результатів по вибраних значеннях потенціалів визначає ступінь переваги відповідних цим результатам альтернатив стратегіям управління ЕкБП. Потрібно побудувати стратегію вибору альтернативи, якнайкращої відповідно до значення потенціалів ЕкБП.

Введення нечіткості в семантико-онтологічну мережу (СОМ), перехід від звичайних онтологій до нечітких і семантичних онтологій ДП ЕкБП виглядає цілком природним, оскільки поняття і відносини ЕкБП, що є початковим матеріалом для побудови онтології неоднозначні, неточні і не мають жорстких меж. У той же час при побудові СОМ в умовах колективу експертів за наявності суперечливих думок навіть бінарні експертні оцінки типу «так-ні» призводять до оцінювання ваг вершин і дуг та фреймів відповідного потенціала ЕкБП. Тому адекватним засобом формалізації онтологій можуть служити моделі на базі семантичних змінних, нечітких: множин, графів, дерев, обмежень, онтологічних відносин.

Теорії нечітких множин і нечіткої логіки – це механізм реалізації формально-логічних мовних конструкцій, що відтворюють процеси мислення людини за допомогою лінгвістичних категорій і логічних правил прийняття рішень.

Поняття нечіткої онтології не є новим, але більшість визначень і підходів у цій області з'явилися порівняно недавно – в кінці ХХ на початку ХІ ст. Як правило, будуються нечіткі онтології нижнього рівня, де вводиться мінімальне розширення, достатнє для конкретного додатку (нечіткі відносини, нечіткі поняття та їх нечіткі атрибути). А саме, нечіткі значення зв'язків в онтології можна легко одержати, виходячи з чітких експертних оцінок у ситуації групової експертизи.

Типовим прикладом є визначення легкої нечіткої (FUZZY) онтології у вигляді  $FONT_D = \langle C, R_F \rangle$ , де  $C$  – множина понять,  $R_F$  – множина нечітких відносин. З цього визначення видно, що нечітку онтологію можна представити звичайним нечітким графом із

зваженими дугами. У свою чергу, мінімалістське визначення вагою нечіткої онтології може мати вид  $FONT_q = \langle C, AT_p, R, AX \rangle$ , де  $C$  – множина понять,  $AT_p$  – сімейство множини нечітких атрибутів (кожне поняття може описуватися своєю множиною атрибутів),  $R$  – множина відносин між поняттями і  $AX$  – множина аксіом.

З метою явного представлення вагою нечіткої онтології у вигляді нечіткого дерева на множини понять визначають ієрархію, тобто  $FONT_s = \langle C, R_p, H, AX \rangle$ , де  $C$  – множина понять (можливо з нечіткими атрибутами),  $R_p$  – множина нечітких відносин,  $H$  – ієрархія,  $AX$  – множина аксіом.

Деякі визначення нечіткої онтології тісно пов'язані з конкретними формалізмами або мовами програмування. Так в [5] запропоновано визначення нечіткої онтології як підмножини аксіом мови «Fuzzy OWL».

У контексті розвитку нечітких гранулярних підходів в інженерії онтологій особливу увагу привертають роботи [4], в яких нечітка онтологія задається четвіркою  $FONT_c = \langle C_p, R_p, R_{FC}, AX \rangle$  або п'ятіркою  $FONT_c = \langle I, C_p, R_p, R_{FC}, AX \rangle$ , де  $I$  – множина індивідів (агентів),  $C_p$  – множина нечітких понять,  $R_p$  – множина базових нечітких парних відносин (включаючи нечіткі таксономічні відносини),  $R_{FC}$  – множина конкретних нечітких відносин проблемної області,  $AX$  – множина аксіом.

Цікавішим представляється тотальне нечітке розширення звичайної онтології  $FONT_{CL} = \langle C_p, R_p, AT_p, I \rangle$  з введенням:  $C_p$  – множини нечітких понять,  $AT_p$  – сімейств множини нечітких атрибутів (властивостей) понять,  $R_p$  – множина нечітких бінарних відносин,  $I$  – множина індивідів.

На відміну від значного числа закордонних робіт по нечітких онтологіях, публікації, пов'язані з формальними лінгвістичними онтологіями, залишаються достатньо рідкісними. У принципі, побудова нечіткої лінгвістичної онтології може спиратися на поняття лінгвістичної змінної (ЛЗ), значеннями якої є терми або поняття природної мови [3].

У даній роботі розглядається представлення знань ДП ЕкБП у вигляді нечіткої логічної СОМ моделі. У такій моделі виділяються частини: лінгвістичні змінні з їх множинами терми і структурою правил, аксіоми, тобто  $НВЗ^g_{потенциал}$ , та правила висновку, які задаються формулами, за допомогою яких визначається значення функції приналежності ЛЗ.

Алгоритм рішення задачі ЕкБП використовує нечіткі терми. Робота полягає в правильній організації нечіткої бази знань  $НВЗ^g_{потенциал}$ .

Під нечіткою СОМ ДП ЕкБП (Fuzzy Ontology) розуміється розширена онтологія проблемної області  $O_{ЕкБП}$  з нечіткими поняттями та нечіткими відносинами.

$$FO_{ЕкБП} = \langle B3_{ЕкБП}, A, R_L, R_F, AX, X, T, E_{ДП}, G, H, Y \rangle;$$

$$B3_{ЕкБП} = O_{ЕкБП} \cap BФ \text{ – база знань ДП ЕкБП;}$$

$O_{ЕкБП}$  – онтологія представлення знань семантико-онтологічної моделі ДП ЕкБП;

$BФ$  – база фактів (структурованих по онтології  $O_{ЕкБП}$ );

$A$  – множина нечітких понять станів потенціалів ДП ЕкБП. Нечітка підмножина потенціалу  $A$  універсальної множини –  $E_{ДП} = \{x\}$  визначається як набір можливих значень  $x$ , множина впорядкованих пар  $A = \{ \langle \mu_A(x) | x \rangle \}$ , що описує обмеження на можливі значення потенціалу (семантику),  $\mu_A(x)$  – характеристична функція приналежності, що приймає значення в деякій цілком впорядкованій множині  $M$ . Функції

приналежності в значному ступені визначає властивості нечіткої системи.

$R_L$  – множина логічних правил прийняття рішень (лінгвістичних категорій);

$R_p$  – множина базових нечітких  $n$ -арних відносин (включаючи нечіткі таксономічні відносини);

$AX$  – множина аксіом;

$\{X_i | i = \overline{1, v}\}$  – множина нечітких вхідних ЛЗ ДП

ЕкБП. Лінгвістична змінна індикатору ЕкБП – це множина нечітких змінних, яка використовується для того, щоб дати словесний опис деякому нечіткому числу, отриманому в результаті деяких операцій;

$T = \{t_j | j = \overline{1, z}\}$  – терм – множина нечітких змінних, областю визначення кожної з яких є множина

$E_{ДП}$ , з відповідними функціями приналежності (ФП)

$$M = \{ \mu_A(x_j) | j = \overline{1, z} \}.$$

$E_{ДП}$  – універсальна множина, область визначення ЛЗ;

$G = \{g_k | k = \overline{1, s}\}$  – синтаксичні правила, у вигляді граматики, які породжують назви термів, що дозволяє оперувати елементами терм-множини  $T$ , зокрема – генерувати нові осмислені терми;  $T = T \cup G(T)$  задає розширену терм-множину;

$H = \{h_k | k = \overline{1, s}\}$  – семантичні правила, які задають функції приналежності нечітких термів, породжених синтаксичними правилами  $G$ , що дозволяє приписати кожному новому значенню лінгвістичної змінної нечітку семантику, шляхом формування нової нечіткої множини.

$\{Y_i | i = \overline{1, v}\}$  – множина нечітких ЛЗ потенціалу ЕкБП – це множина нечітких змінних, яка використовується для того, щоб дати словесний опис вихідним ЛЗ.

Особливістю даної моделі є те, що в загальному випадку  $НВЗ^g_{потенциал}$  не врегульована, що приводить до повного перебору правил при логічному висновку. Уникнути даного недоліку можна використовуючи підхід зведення  $НВЗ^g_{потенциал}$  до СОМ, що дає можливість відобразити природну ієрархічність знань ДП ЕкБП та дозволяє наочно простежувати залежності і зв'язки між потенціалами. Після застосування даного підходу  $НВЗ^g_{ЕкБП}$  складатиметься з часткових  $НВЗ^g_{потенциал}$ , які в сукупності організують СОМ.

Нечіткою базою знань потенціалу ( $НВЗ^g_{потенциал}$ ) ДП ЕкБП (fuzzy knowledge base) про вплив факторів індикаторів на значення потенціалу ЕкБП  $\{X_i | i = \overline{1, v}\}$  є:

$$НВЗ^g_{потенциал} = \bigcup_{p=1}^k \left[ w_{jp} \prod_{i=1}^n (x_i = t_i^{jp}) \right] \rightarrow y = d_j, \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

де  $t_i^{jp}$  – нечіткий терм, яким оцінюється значення входу; вихід у оцінюється нечітким термом,  $m$  – кількість термів, використовуваних для лінгвістичної оцінки вихідних даних,  $g$  – потенціал.

Розкриття операцій  $\cup$  (АБО) і  $\cap$  (ТА) нечітку базу знань  $НВЗ^g_{потенциал}$  можна записати у вигляді сукупності логічних висловлень типу:

якщо  $(x_1 = t_1^{j1})$  та  $(x_2 = t_2^{j1})$  та ... та  $(x_n = t_n^{j1})$  з вагою  $w_{j1}$

або  $(x_1 = t_1^{j2})$  та  $(x_2 = t_2^{j2})$  та ... та  $(x_n = t_n^{j2})$  з вагою  $w_{j2}$

.....

або  $(x_1 = t_1^{jk})$  та  $(x_2 = t_2^{jk})$  та ... та  $(x_n = t_n^{jk})$  з вагою  $w_{jk}$

то  $y = d_j$  для всіх  $j = 1, 2, \dots, m$ ,

де  $t_i^{jp}$  – нечіткий терм, яким оцінюється індикатор (змінна)  $x_i$  у рядку з номером  $jp$  ( $p = 1, 2, \dots, k$ );  $k_j$  – кількість рядків-кон'юнкцій, у яких вихід у оцінюється нечітким термом  $d_j$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$ ;  $m$  – кількість термів, використовуваних для лінгвістичної оцінки вихідного параметра у ЕкБП потенціалу,  $w_{jp}$  – вага

$p$ -го рядка кон'юнкції  $j$ -го правила бази знань, число в інтервалі  $[0,1]$  (БЗ).

У правилах Мамдані, які мають вигляд: Якщо  $x_1 \in T_1$  та  $x_2 \in T_2$  та ... , то  $y \in B$ :  $\{x_j\}$  – це вхідні змінні – індикатори,  $y$  – вихідна змінна значення ЕкБП потенціалу,  $\{T_j\}$  та  $B$  – нечіткі терми, визначені відповідно для  $\{x_j\}$  та  $y$ . При ухваленні рішень ОПР користується такими правилами, що допомагає їй визначитися з подальшими діями в умовах невизначеності.

Налагодження параметрів  $НБЗ^g$  потенціал ДП ЕкБП являє собою процес визначення значень параметрів функцій приналежності нечітких термів і ваг правил на основі експериментальних даних.

Нечітка модель типу «вхід-вихід» подається як  $y=f(x, w, b)$ , де  $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – вектор вхідних змінних,  $f$  – оператор зв'язку вхід-вихід,  $w=(w_1, w_2, \dots, w_n)$  – вектор ваг правил нечіткої бази знань,  $b=\{b_j\}$  – вектор параметрів настроювання функцій приналежності ( $j=1, 2, \dots, q$ ),  $q$  – загальне число термів у БЗ,  $\lambda$  – загальне число рядків у БЗ:  $\lambda = \sum_{j=1}^q k_j$ .

Об'єкт із неперервним виходом подається навчальною вибіркою у вигляді  $S$  пар експериментальних даних:  $\langle x^s, y^s \rangle$ ,  $s=1, 2, \dots, S$ ,  $x^s = \{x_j^s\}$  та  $y^s$  – вхідний вектор і відповідне значення вихідної змінної  $y$  для  $s$ -ої пари  $\langle x^s, y^s \rangle$ ,  $y^s \in [y, \bar{y}]$ .

Задача оптимального налагодження нечіткої моделі для об'єкта з неперервним виходом відповідно до методу найменших квадратів може бути сформульована в такий спосіб: знайти вектор  $(w, b)$ , що задовольняє обмеженням  $w_i \in [w_i, \bar{w}_i]$ ,  $i=1, 2, \dots, \lambda$ ,  $b_j \in [b_j, \bar{b}_j]$ ,  $j=1, 2, \dots, q$ , та забезпечує:

$$E = \sum_{s=1}^S (f(x^s, w, b) - y^s)^2 \rightarrow \min.$$

Об'єкт із дискретним виходом подається навчальною вибіркою у вигляді  $S$  пар експериментальних даних:  $\langle x^s, y^s \rangle$ ,  $s=1, 2, \dots, S$ ,  $x^s = \{x_j^s\}$  та  $y^s$  – вхідний вектор і відповідне значення вихідної змінної  $y$  для  $s$ -ої пари  $\langle x^s, y^s \rangle$ ,  $y^s \in \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$ , де  $d_j$  – нечіткий терм вихідної змінної.

Задача оптимального настроювання нечіткої моделі для об'єкта з дискретним виходом відповідно до методу найменших квадратів може бути сформульована в такий спосіб: знайти вектор  $(w, b)$ , що задовольняє обмеженням  $w_i \in [w_i, \bar{w}_i]$ ,  $i=1, 2, \dots, \lambda$ ,  $b_j \in [b_j, \bar{b}_j]$ ,  $j=1, 2, \dots, q$  та забезпечує:

$$E = \sum_{s=1}^S \sum_{j=1}^m (\mu_{d_j}(x^s, w, b) - \mu_{d_j}(x^s))^2 \rightarrow \min,$$

де  $(\mu_{d_j}(x^s, w, b))$  – розрахункове значення функції приналежності до  $j$ -го нечіткого терму вихідної змінної для  $s$ -го екземпляра,  $\mu_{d_j}(x^s)$  – фактичне значення функції приналежності до  $j$ -го нечіткого терму вихідної змінної для  $s$ -го екземпляра:

$$\mu_{d_j}(x^s) = \begin{cases} 1, & y^s \in d_j, \\ 0, & y^s \notin d_j. \end{cases}$$

Результатом дослідження цієї проблеми є знаходження інтегрованої  $НБЗ_{ЕкБП}$ , такої, що кожен індикатор з початкових інтегрованих  $НБЗ^g$  потенціал має єдине уявлення у вигляді відповідного індикатору в інтегрованій базі.

Відзначимо, що здійснюється злиття  $НБЗ^g$  потенціал тоді і тільки тоді, коли кожному з індикаторів від-

повідає в інтегрованій  $НБЗ_{ЕкБП}$  єдиний клас. При інтеграції як додаткова метаінформація може використовуватися інформація про зовнішні позначення (ідентифікаторів) або інформація, задана базовою або ключовою семантикою рефлексії класів з  $НБЗ^g$  потенціал.

Інтегрована  $НБЗ_{ЕкБП}$  є результатом інтеграції фактично декількох  $НБЗ^g$  потенціалів, кожна з яких описує свій потенціал ДП ЕкБП.

$$НБЗ_{ЕкБП} = \bigcup_{g=1}^G \bigcup_{j=1}^k \left[ w_{jp} \prod_{i=1}^n (x_i = a_i^{jp}) \right] \quad j=1, 2, \dots, m, i=1, 2, \dots, n, g=1, 2, \dots, G,$$

$НБЗ_{ЕкБП}$  – інтегрована семантико-онтологічна  $НБЗ_{ЕкБП}$ , де  $g=1, 2, \dots, G$  кількість потенціалів ЕкБП.

Рівень  $ЕкБП_{рівень}$  визначимо у вигляді функції багатьох змінних:

$$ЕкБП_{рівень} = \sum_{g=1}^G w_g d_j, \quad j=1, 2, \dots, m, i=1, 2, \dots, n, g=1, 2, \dots, G,$$

$w_g$  – питома вага доменування (значущості)  $g$ -го кожного потенціалу для економічної безпеки підприємства;

$G=9$  – кількість потенціалів.

**Висновки з проведеного дослідження.** У роботі запропоновано підхід до зберігання баз нечітких знань в СОМ. Приведена модель бази нечітких знань як об'єднання часткових баз потенціалів. Надана методологія створення нечіткої бази знань потенціалу ДП ЕкБП та інтегрованої семантико-онтологічної  $НБЗ_{ЕкБП}$  для зберігання бази нечітких знань ДП ЕкБП.

Таким чином, інтегрована  $НБЗ_{ЕкБП}$  розглядається нами як система взаємозв'язаних між собою нечітких баз знань потенціалів  $НБЗ^g$  потенціал ДП ЕкБП. Зв'язки між фрагментами можуть бути самими різними. Кожен фрагмент і вся  $НБЗ_{ЕкБП}$  в цілому може мати декілька варіантів декомпозиції на підфрагменти та власні фрагменти. За допомогою нелінійних моделей на нечіткій логіці та СОМ можна ефективно здійснювати розрахунок результативного показника на підставі пояснюючих змінних навіть за умови, коли між ними відсутній значимий кореляційний зв'язок.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Іванченко Н. О. Використання онтологій для інтеграції різно-рідних і розподілених ресурсів інформації та знань ДП ЕкБП. Інформаційні технології, системний аналіз і моделювання соціо-еколого-економічних систем: V міжнар. наук.-практ. конф., 19-20 березня 2014 р. : тези доп. – К., 2014. – С. 12–13.
2. Голоєани В. А. и др. Интеллектуальные системы принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды / Голоєани В. А. и др. – М. : Здиториал УРСС, 2001+. – 304 с.
3. Люгер Д. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем: 4-е изд. // Пер. с англ. – М. : Вильямс, 2003. – 864 с.
4. Бокс Д. Сущность технологии СОМ / Д. Бокс ; [пер с англ.] / Бокс Д. – СПб: Питер, М. : «Русская редакция», 2001. – 432 с.
5. Dey. L. Fuzzy Ontologies for Handling Uncertainties and Inconsistencies in Domain Knowledge Description / L.Dey, M.Abulais // Proceedings of the 17th IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE'2008, Hong Kong, China). – IEEE Computer Society, 2008, p.1366 – 1373.