

DOI [10.28925/2663-4023.2023.19.122134](https://doi.org/10.28925/2663-4023.2023.19.122134)

УДК 658.15:005.2:159.94.2(045.1)

Карпунін Ігор Володимирович

здобувач ступеню «доктор філософії» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

Державний торговельно-економічний університет, м. Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0002-6442-3446

*i.karpunin@knu.edu.ua***КОГНІТИВНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ БАЗИ ЗНАТЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ
ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВ**

Анотація. Показано, що проблематика отримання достовірної прогнозовної оцінки у процесі аналізу платоспроможності будь-якого суб'єкта господарської діяльності (підприємства, компанії тощо) досі залишається актуальною. Такі завдання, пов'язані з прогнозуванням та аналізом отриманих результатів, дозволяють фахівцям говорити про стабільність або нестабільність відповідного суб'єкта господарської діяльності. А це, у свою чергу, може бути важливим для оцінювання, наприклад, інвестиційної привабливості об'єкта аналізу та оцінювання з погляду його фінансового стану (ФС). Зважаючи на стрімкий розвиток інформаційних технологій, показано, що інтерес представляє такий аспект загального завдання оцінки ФС суб'єкта господарської діяльності, як вивчення можливості застосування нових когнітивних систем та технологій у процесі оцінки ФС та прогнозування стабільної роботи об'єкта аналізу. У статті запропоновано математичну модель опису в понятійному та функціональному аспекті процесу формування та застосування бази знань для системи підтримки прийняття рішень під час оцінювання фінансового стану підприємства або компанії для обставин, пов'язаних з виявленням окремих факторів (ознак), що слабо структуровані. В свою чергу, це дозволяє підвищити розуміння аналізованих економічних процесів, пов'язаних із ФС суб'єктів господарської діяльності.

Ключові слова: когнітивна модель, фінансовий стан; база знань; поняттєвий аспект; функціональний аспект

ВСТУП

Проблематика отримання достовірної прогнозовної оцінки у процесі аналізу платоспроможності будь-якого суб'єкта господарської діяльності досі залишається актуальною. Зауважимо, що такого роду прогнозування та аналіз отриманих результатів дозволяють фахівцям говорити про стабільність чи нестабільність відповідного суб'єкта господарської діяльності. А це, у свою чергу, може бути важливим для оцінювання, наприклад, інвестиційної привабливості об'єкта аналізу та оцінювання з погляду його фінансового стану (ФС). У науковій літературі можна знайти сотні публікацій, присвячених тематиці прогнозування та оцінки фінансового стану суб'єктів господарської діяльності. Причому методологічний інструментарій, який використовується в процесі вирішення подібного завдання, досить широкий, починаючи від регресійних моделей [1, 2] і закінчуючи застосуванням штучних нейронних мереж [3, 4]. Все це лише підкреслює актуальність нових досліджень у цьому напрямі. Причому, якщо врахувати стрімкий розвиток інформаційних технологій, інтерес представляє такий аспект загального завдання оцінки ФС суб'єкта господарської діяльності, як вивчення можливості застосування нових когнітивних систем та технологій у процесі оцінки ФС та прогнозування стабільної роботи об'єкта аналізу.

Постановка проблеми.

Розробка когнітивної моделі формування бази знань для оцінювання фінансового стану суб'єкта господарської діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як було зазначено вище, методи та моделі, що використовуються в процесі аналізу ФС суб'єктів господарської діяльності, дуже різноманітні. Причому більшість авторів [5-8] сходяться на думці, що першорядне значення має те, наскільки ті чи інші моделі, що були застосовані під час оцінки ФС, відбивають дійсні процеси. Ще однією проблемою, що відмічена в публікаціях багатьох авторів, наприклад, у [9-11], є складнощі, пов'язані з розумінням того, чи є інформація, надана для аналізу ФС достовірною. Додатково можуть виникати проблеми, пов'язані зі складнощами отримання такої інформації [11]. Також необхідно враховувати, що докладний аналіз та прогнозування ФС суб'єкта господарської діяльності, як правило, виконується або фахівцями самого об'єкта оцінювання, або аудиторською компанією. В останні роки багато підприємств і компаній стали більше уваги приділяти проблематиці захисту своєї інформації [19].

Якщо відволіктися від загальної проблематики даної задачі, то кажучи про попередні дослідження, присвячені розвитку моделей оцінки ФС підприємств, слід згадати про найпростіші моделі в яких застосовується коефіцієнт покриття [1]. Такі моделі оперують характеристиками ліквідності та, крім того, використовують інші коефіцієнти, наприклад, фінансової залежності і таке інше. Подібні моделі ґрунтуються на бухгалтерській інформації, яка відображає поточний стан підприємства. Але, якщо говорити про прогнозування ФС у майбутньому, такі моделі, як показано в [1-4] не спроможні.

Слід також згадати експертні методи [1, 6, 10]. Наприклад, метод експертних оцінок [1] передбачає багатоступінчасте опитування експертів. У ході такого опитування робота з тими, кого опитують, будується за спеціальними схемами. Далі проводиться опрацювання результатів за допомогою методів економічної статистики. Експертні методи найчастіше застосовують у процесі складання прогнозних оцінок для потенційного прибутку та/або частки ринку.

Окрему категорію досліджень займають детерміновані методи, що застосовуються з метою оцінки ФС суб'єктів господарської діяльності [5]. Такі методи, апріорі базуються на функціональних, найчастіше жорстких детермінованих зв'язках між факторними ознаками. Тобто, у подібних моделях [4, 6, 12] кожному значенню факторної ознаки ставиться у відповідність не випадкове значення результативної ознаки [12].

Зважаючи на той факт, що сучасні наукові підходи до комплексної оцінки ФС суб'єктів господарської діяльності не можливі без застосування системного підходу, низка дослідників пропонує для вирішення цього завдання задіяти потенціал когнітивного моделювання [13].

На наш погляд - це особливо перспективно, якщо взяти до уваги те, що такий підхід дасть можливість пов'язати в єдине ціле безліч процесів. Це можуть бути процеси не тільки суто економічні, а й соціальні, інформаційні, екологічні та інші. Найчастіше зв'язки між такими процесами слабо структуровані [1, 13].

А складні системи, у тому числі економічні, для яких виконується аналіз та прогнозування ФС багатопов'язані. Відповідно, можна дійти висновку, що для моделювання таких систем, а, отже, і для вирішення локального завдання з оцінювання ФС та прогнозування розвитку суб'єкта господарської діяльності можна використовувати математичний апарат когнітивного моделювання.

Власне, ці міркування стали спонукальним мотивом даного дослідження.



Мета дослідження. Розробити математичну модель опису у понятійному та функціональному аспекті процесу формування та застосування бази знань для системи підтримки прийняття рішень під час оцінювання фінансового стану суб'єкта господарської діяльності.

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ СТАТТІ

Синтез когнітивних систем здебільшого виконується з урахуванням застосування системного підходу [13, 14]. Системний підхід, у свою чергу, заснований на сукупності методів, моделей та засобів, які дозволяють досліджувати властивості, структуру та функції різних об'єктів. З іншого боку, за допомогою методів системного аналізу можна досліджувати явища чи процеси загалом, зокрема, пов'язані з економічними показниками діяльності системи. При цьому важливо, що система описується з усіма своїми складними міжелементними зв'язками [15].

З сучасних світоглядних позицій системний підхід дає дослідникам можливість оцінювати будь-які складні системи, і на підставі такої оцінки виробити раціональні способи для управління системами [16].

З використанням системного підходу у задачі оцінки ФС акцент робиться на аналізі цілісних інтегральних властивостей суб'єкта господарської діяльності [16]. Це дозволяє виявляти всі його ключові структури та функції.

Зауважимо, що властивості будь-якої системи, зокрема економічної, визначаються не тільки властивостями її елементів. Важливу, якщо не першорядну, роль грають властивості структури системи як єдиного цілого. При цьому під структурою системи прийнято розуміти сукупність елементів, зв'язків та відносин між цими елементами [15].

Структура будь-якої складної системи наповнена різним змістом. Цей зміст багато в чому залежить від ступеня формалізації процесів, що відбуваються всередині окремих елементів системи. В даний час серед фахівців з системного аналізу прийнято розподіляти системи що вивчаються на три ступені формалізації.

Хоча зустрічаються публікації [17], в яких автори борються за розширення кількості таких рівнів виходячи зі ступеня деталізації опису об'єкта системного аналізу. Тим не менш, принципово можна виділити такі класи [15, 16]:

1. Вербальний. При вербальному описі застосовують лише змістовне словесне або графічне уявлення об'єкта дослідження. Це дозволяє, наприклад, охарактеризувати функціонування окремих елементів;

2. Клас «м'яких» моделей. При використанні класу «м'яких» моделей опис функціонування елементів подається в дещо спрощеній формі. По суті, в такому випадку, математична модель представлятиме штучно сформовану конструкцію об'єкта дослідження. Така конструкція відобразить найголовнішу властивість досліджуваної системи. При цьому, така «спрощеність» насправді не говорить про простоту моделі і, відповідно, тривіальності об'єкта моделювання.

Велика популярність "м'яких" обчислень і моделей заснована на їхній чудовій працездатності. Застосування такого підходу в різних сферах людської діяльності дуже широке: від біології до економіки. Що лише підтверджує їх затребуваність для вирішення реальних практичних завдань.

3. Останній клас – це клас "жорстких" моделей. Цей клас базується на суворих математичних структурах. Такі структури здебільшого отримані під час декомпозиції процесів. А декомпозиція, у свою чергу, заснована на аналізі причинно-наслідкових

зв'язків та подальшому встановленні кількісних залежностей між вхідними та вихідними впливами та параметрами.

Виходячи з цілей дослідження, зауважимо, що при описі слабоформалізованих, слабоструктурованих систем великої розмірності і з великою кількістю зв'язків між елементами найкращі саме «м'які» моделі. Очевидно, лише повна формалізація окремих процесів дає дослідникам можливість отримувати строго формальні уявлення для систем і процесів, що вивчаються.

У математичній постановці завдання будь-які «м'які» моделі є наборами чорних ящиків із заданими входами та певними виходами. Тоді при аналізі великих систем досліднику необхідно знайти той імпульс, який дозволить зрозуміти, як відбувається реалізація функцій управління в досліджуваній системі.

Задля того щоб описати когнітивні моделі можна використовувати математичний апарат знакових і зважених орієнтованих графів [13, 14]. У суто когнітивних моделях ваги дуг можна задавати або шукати, використовуючи методи статистичної обробки інформації. Крім цього, для вирішення такого завдання цілком підходять і експертні методи.

У процесі математичного та/або комп'ютерного моделювання можна варіювати значення факторів, змінюючи їх покроково. Паралельно провадиться відстеження реакції досліджуваної системи. Такі операції виконуються доти поки не настане зміна стану системи. Потім, використовуючи багатокритеріальний вибір, можна визначити безліч сприятливих сценаріїв, реалізація яких дасть позитивний ефект для особи що приймає рішення. Можна також здійснити ранжування факторів, визначивши ті, які найбільше чи найменше впливають на поведінку. Когнітивний аналіз та моделювання, зокрема комп'ютерне, дають дослідникам можливість не лише дослідити проблему поведінки та відгуку на різні фактори для системи загалом. Але також враховують зміни, що відбуваються у зовнішньому середовищі, що, як і основні фактори, впливає на систему.

Якщо говорити про конкретне завдання, пов'язане з оцінкою ФС суб'єкта господарської діяльності, то досліднику доводиться оперувати десятками факторів. Ось лише невеликий перелік таких факторів, що наводяться у літературі [1-19]. Це відношення: оборотного капіталу до загальних активів; нерозподіленого прибутку до загальних активів; прибутку до виплати відсотків та податків до загальних активів; виручки від до загальних активів; нерозподіленого прибутку минулих років до загальних активів; та ін. А також коефіцієнти: абсолютної ліквідності; поточної ліквідності; співвідношення власних та запозичених коштів та ін.

У системі підтримки прийняття рішень (СППР) у ході оцінки ФС суб'єкта господарської діяльності процедура структуризації ситуації, розглянемо у функціональному та структурному контекстах.

Варіант структурного підходу дозволяє виконати декомпозицію ситуації в оцінці ФС та прогнозування розвитку стану суб'єкта господарської діяльності. Це дає можливість проаналізувати структурно-функціональні відносини складових її компонентів. Відбір компонентів (se_i), реалізований СППР, і представлений ієрархічною компонентою «Частина - Ціле» [14-19],

$$\langle PA, WH \rangle, \quad (1)$$

де $PA = \{pa_i\}$ – ціле (множина чи алфавіт (se_i));

WH – відношення «Частина-Ціле» на алфавіті $PA, i = 1, \dots, n$.

Для варіанта функціонального підходу дефініція ситуації визначає базові оцінки ФС суб'єкта господарської діяльності.

Прийнято для всіх компонент ситуації $SI_i = \{si_{ij}\}, j = 1, \dots, m$ – множина вершин, AM_i – матриця суміжності (МС) орієнтованого графа (ОГ), який визначає для кожної компоненти (se_i) ситуації (pa_i) її функціональну структуру.

Будуємо когнітивні карти (КОГК) (SI_i, AM_i) з використанням знань та кваліфікації експертів. Ці КОГК будуть відображати суб'єктивне трактування закономірностей функціонування суб'єкту господарської діяльності та його ФС.

Далі отримані КОГК групуються (SI, AM), де $SI = \cup SI_i$ – сукупність признаков («П»), що характеризують зміну ситуації.

У СППР використовується модель репрезентації знань як знакового орієнтованого графа (ОГ), а також поля знань (ПЗН) [18].

ПЗН задається: вхідними даними (фактори – X , частину факторів було наведено вище) задач для СППР; висновками (вихідні дані – Y); моделлю (МО), що використовується для трансформації вхідних даних у вихідні.

Модель в загальному виді описана системами SC_{pa}, FS_{si} . Системи SC_{pa} і FS_{si} , відображають, відповідно, структуру ситуації та закономірності реалізації політики компанії або підприємства.

КОГК (SI, AM) описані у функціональній системі (ФС) ПЗН. В процесі описання КОГК застосована шкала інформативності признаков [1, 4].

Для описання КОГК також можна використовувати методи виявлення преференцій експерта (особи, що приймає рішення – ОПР), що аналізує сценарії трансформації ситуацій (pa_i) з ФС суб'єкта господарської діяльності.

Через методи, що описані в [1, 4, 6, 13], були отримані впорядковані множини $ML_{ij} = \{ml_{ijz}\}$ лінгвістичних значень (ЛЗ) j -го признаку i -го судження для z -го номера ЛЗ, елементи якого відображені в діапазоні $[0,1]$. Для кожного признаку судження визначена шкала X_{ij} . Ділення шкали має лінгвістичну інтерпретацію $ml_{ijz} \in ML_{ij}$.

Для ситуації, коли необхідно отримати сценарій трансформації ситуації, вихідними даними є:

множина факторів $SI = \{si_i\}$;

шкали факторів X_{ij} ;

початковий стан суб'єкту господарської діяльності (СГД) до виникнення ситуації, що аналізується

$$X(t_0) = (x_{11}, \dots, x_{nm}); \quad (2)$$

$$MC \ AM = |am_{ijsl}|, \quad (3)$$

де i, s – номер поняття;

j, l – номер признаку судження, з номерами $i \vee s$ відповідно.



В загальному випадку потрібно визначити вектор додання признаков (ВДП) $V(t), V(t+1), \dots, V(t+n)$ та відслідкувати зміни стану СГД для вхідних параметрів $X(t), X(t+1), \dots, X(t+n)$ в моменти $t, \dots, t+n$

Для вирішення задачі застосовувався метод послідовних ітерацій, у ході яких ВДП визначався з виразу:

$$V(t+1) = V(t) \circ AM. \quad (4)$$

Стан СГД в момент $t+1$, характеризується співвідношенням $X(t+1) = X(t) + V(t+1)$.

Кожна МС $AM = |am_{ij sl}|_{n \times n}$ для позитивних та негативних компонент перетворюється при наступних умовах:

$$\begin{aligned} \text{if } am_{ij sl} > 0 \text{ then } am'_{i(2j-1)s(2l-1)} &= am_{ij sl}, am'_{i(2j)s(2l)} = am_{ij sl}; \\ \text{if } am_{ij sl} < 0 \text{ then } am'_{i(2j-1)s(2l-1)} &= -am_{ij sl}, am'_{i(2j)s(2l)} = -am_{ij sl} \end{aligned} \quad (5)$$

до позитивно визначеної подвійної матриці $AM' = |am'_{ij sl}|_{2n \times 2n}$.

Відповідно, ВДП $V(t)$ и прогнози значення признаков $V(t+1)$, також мають розмірність $2n$. При цьому виконуються правила синтезу початкового ВДП $V'(t)$ з розмірністю $2n$:

$$\begin{aligned} \text{if } v_{ij}(t) > 0 \text{ then } v'_{i(2j-1)}(t) &= v_{ij}(t), v'_{i(2j)}(t) = 0; \\ \text{if } v_{ij}(t) < 0 \text{ then } v'_{i(2j)}(t) &= v_{ij}(t), v'_{i(2j-1)}(t) = 0. \end{aligned} \quad (6)$$

У векторі $V'(t) = (v_{11}^-, v_{11}^+, \dots, v_{nm}^-, v_{nm}^+)$ значимість признаку si_{ij} визначається двома компонентами з індексом $2j$, що характеризує v_{ij}^+ , та з індексом $2j-1$, що визначає v_{ij}^- додання si_{ij} .

ВДП $V'(t+1)$ для позитивно визначеної матриці AM' представлено так – $V'(t+1) = V'(t) \circ AM'$.

В результаті транспонування компоненти ВДП для моментів часу $V'(t+1), \dots, V'(t+n)$ отримаємо блочну матрицю (БМ).

В БМ строки – додавання признаку в момент t , стовбці – додавання признаков в момент часу, відповідає стовбчику:

$$V^t = |V'(t+1)^T, \dots, V'(t+n)^T|. \quad (7)$$

БМ V^t використано в СППР в підсистемі прогнозування трансформації ситуації з ФС СГД.

Ступінь невідповідності елементів ПЗН – $dis_{ij}(t)$, з урахуванням робіт [1,3,5,9, 12, 18], визначаємо виразом:

$$dis_{ij}(t) = \frac{|v_{ij}^+(t) - v_{ij}^-(t)|}{v_{ij}^+(t) + v_{ij}^-(t)}, 0 \leq v_{ij}(t) \leq 1, \quad (8)$$

де $v_{ij}^+(t)$, $v_{ij}^-(t)$ – додавання позитивного та негативного знаків для СГД в моменти часу t , відповідно.

Параметр $dis_{ij}(t)$ характеризує довіру ОПР в процесі додання $v_{ij}(t)$ для si_{ij} .

Для $dis_{ij}(t) \approx 1$ (випадок, коли $v_{ij}^+(t) \gg v_{ij}^-(t)$ або $v_{ij}^-(t) \gg v_{ij}^+(t)$) довіра ОПР в значенні признаку $v_{ij}(t) \rightarrow \max$.

Для $dis_{ij}(t) \approx 0$ (випадку, коли $v_{ij}^+(t) \approx v_{ij}^-(t)$) значення $v_{ij}(t) \rightarrow \min$.

Відслідковування динаміки трансформації ситуації с ФС СГД в моменти часу $X(t), \dots, X(t+n)$, в СППР відображено в процесі трансформації термом:

$$\langle v_{ijk}(t+1), dis_{ij}(t+1) \rangle, \quad (9)$$

де $v_{ij}(t+1) = \text{sgn}(v_{ij}^+(t+1) - v_{ij}^-(t+1)) \max(v_{ij}^+(t+1), v_{ij}^-(t+1))$.

Прийнято, що якщо виконується умова $v_{ij}^+(t+1) > v_{ij}^-(t+1)$ то знак $v_{ij}(t+1)$ позитивний. Якщо виконується умова $v_{ij}^+(t+1) < v_{ij}^-(t+1)$, то знак від'ємний.

Таким чином, трансформація ситуації в процесі прогнозування, ФС СГД визначиться кортежем:

$$\langle X(t+1), DIS(t+1) \rangle, \quad (10)$$

де $X(t+1) = X(t) + V(t+1)$ або

$x_{ij}(t+1) = x_{ij}(t) + v_{ij}(t+1)$; $dis_{ij}(t+1) \in DIS(t+1)$.

В СППР що розробляється, трансформація ситуації с ФС СГД представлена матрицею $X' = [X(t+1)^T, \dots, X(t+n)^T]^T$.

Матриця X' використовується для візуальної репрезентації результатів, що формуються в ході пошуку рішень для ОПР.

Рішення зворотної задачі формує для ОПР рекомендації, що дозволяють трансформувати поточну ситуацію в цільовий стан СГД. При цьому в підсистемі пошуку висновків використовувалось транзитивне замикання AM^* подвійної матриці смежності

$AM' = |am'_{ijst}|$.

В процесі отримання висновків, зокрема, коли задані AM^* та цільовий вектор $P = (p_1, \dots, p_n)$, визначаються множини векторів вхідних впливів – $\Psi = \{D\}$. Вважається, що для всіх $D \in \Psi$ реалізується вираз $D \circ AM^* = P$.

Варіанти рішень зворотної задачі, висновки для D_{\max} і D_{\min} представлені в роботах [14, 18]. Керований вплив D_i , на признаки si_{ij} встановлюються параметрами v_{ij} і dis_{ij} , тобто $D = (v_{11}, dis_{11}, \dots, v_{nm}, dis_{nm})$. Параметри dis_{ij} та v_{ij} в СППР визначаються за допомогою співвідношень (8) и (9), відповідно.

Поточний стан функціональної системи ПЗН визначено кортежем: $\langle SI, X, X(0), AM \rangle$.

Понятійна система ПЗН у складі СППР дозволяє виконати структурно-функціональну декомпозицію ситуації $\langle PA, WH \rangle$ з ФС ОХД. Крім того, вона використовується в процесах інтерпретації висновків, що стосуються сценаріїв трансформації ситуації, наприклад, при використанні засобів стабілізації ситуації з СГД.

В СППР компоненти ситуації визначені наступними параметрами:

$$\langle pa_i, SI(pa_i), CV(pa_i) \rangle, \quad (11)$$

де pa_i – ідентифікатор поняття;

$SI(pa_i)$ – інтенція поняття ($SI_i = \{si_{ij}\}$, $SI(pa_i) = (x_{11}, \dots, x_{nm})$);

$CV(pa_i)$ – охоплення поняття (компонента ситуації, що описана в моделі).

Поняття pa_i в СППР відображено в просторі крапкою з координатами значень признаков понять (x_{11}, \dots, x_{nm}) .

Простір признаков понять сформовано декартовим добутком шкал всіх признаков – $U(pa_i)$.

В моделі ПС ідентифікатори понять $pa_i \in PA$ представлені у змістовному (семантичному [1, 18]) просторі $U(pa_i)$.

ПС дозволяє визначити множину семантичних просторів $U(PA) = \{U(pa_1), \dots, U(pa_n)\}$, та ієрархічну компоненту WH («Частина - Ціле»).

Таким чином, пара понять $U(pa_i)$ та $U(pa_q)$ пов'язана співвідношенням WH тобто $U(pa_i) WH U(pa_q)$.

Для задачі оцінки ФС СГД для СППР проведена структуризація змістовного простору для основних понять pa_i у форматі представницьких кластерів CL^i СГД. Кластери та поняття пов'язані співвідношеннями «Класи - Підкласи» СГД.

У СППР прийнято, що pa_i^1 являє клас pa_i^2 , якщо виконані умови $(SI(pa_i^1) \subset SI(pa_i^2))$ та $(CV(pa_i^1) \supset CV(pa_i^2))$.

Понятійні кластери в змістовному просторі ФС СГД визначені в трактовці базисних понять pa_i^B (БП).

БП визначають клас об'єктів, що аналізується за допомогою СППР (наприклад, клас співвідношень або коефіцієнтів), і категорію ситуації до котрої віднесений елемент pa .

Експертним шляхом встановлюється інтервал значень $X_{ij}^B = [x_{ijb}, x_{ijc}]$ $x_{ij} \in X_{ij}^B, \forall j$, який визначає границі класів об'єктів, що розглядаються СППР.

В рамках змістовних (семантичних) понять ФС СГД, що належать простору термінів ФС, тобто $U(pa^o) \subseteq U(cv^o)$, існують області допустимих змістовних значень $U(pa^o)$ для признаку si_{ij} . Наприклад, коефіцієнт поточної ліквідності, в допустимих границях або нижче допустимих границь.

БП визначено параметрами:

$$(pa_i^B, SI(pa_i^B), CV(pa_i^B)), \quad (12)$$

де pa_i^B – ідентифікатор БП;

$SI(pa_i^B)$ – інтенція БП;

$CV(pa_i^B)$ – охват БП.

Охват БП може бути представлений як множина об'єктів ФС СГД, для яких значення признаков відносяться до прийнятних. Прийнятні значення з точки зору аналітика ФС належать області параметрів БП, що допускаються $AC(pa_i^B)$.

Процедура генералізації БП реалізована видаленням признаков, що повторюються, або їх поєднань.

Прийнято, що БП мають для m кількість абстракцій – $A = 2^m - 1$. Узагальнені БП класифікуються параметрами:

$$(pa_i^{Ba}, SI(pa_i^{Ba}), CV(pa_i^{Ba})),$$

де $a = 1, \dots, A$.

Прийнято, що в допустимі значення узагальнених понять алфавіту ФС імплементовані значення БП.

Таким чином, $AC(pa_i^B) \subset AC(pa_i^{Ba})$ та $CV(pa_i^B) \subset CV(pa_i^{Ba})$.

Інтенція БП і його абстракцій створюють частково впорядковану множину $\{SI(pa_i^B), SI(pa_i^{B1}), \dots, SI(pa_i^{BA})\}$.

Створена множина являє собою понятійний кластер (ПКЛ) БП – PA^i . Сформовані ПКЛ дозволяють надати структуру змістовному простору ФС СГД. В кластерах визначаються переходи від БП pa_i^B до узагальнених pa_i^{Ba} . В СППР в рамках ПС переходи задані кортежем векторів:

$$\langle CN(t), CC(t), SV(t) \rangle, \quad (13)$$

де $CN(t) = (pa_1^{Ba}, \dots, pa_n^{Ba})$ – ідентифікатори понять в рамках описання ситуацій з ФС СГД;

$CC(t) = (SI(pa_1^{Ba}), \dots, SI(pa_n^{Ba}))$ – інтенції ПС $pa_i^{Ba} \in CN(t)$;

$SV(t) = (CV(pa_1^{Ba}), \dots, CV(pa_n^{Ba}))$ – охоплення понять $pa_i^{Ba} \in CN(t), \forall i$.

В процесі функціонування СППР визначені правила трансформації ПС ПЗН. Абстраговано правила сформульовані так:

1) якщо в ході прогнозування ФС СГД значення признаку поняття вийшло за допустимі БП границі, то формується нове поняття;

2) нові поняття узагальнюють первинні БП по признаках, значення яких відхиляються від допустимих.

Формально правила показані як відображення стану ФС $X(T)$ в стані ПС, тобто:

$$\begin{aligned} &\langle CN(t), CC(t), SV(t) \rangle, UM : X(t) \rightarrow \\ &\rightarrow \langle CN(t), CC(t), SV(t) \rangle \end{aligned} \quad (14)$$

де $UM = (UM_i)$ – вектор правил трансформації БП pa_i^B в узагальнене pa_i^{Ba} , $\forall i$.

Вираз (13) надає ОПР можливість інтерпретувати та узагальнювати поняття ФС СГД, що характеризуються набором признаков.

Таким чином, якщо берем до уваги (14), модель для репрезентації ПЗН визначається коротко:

$$\langle SC_{pa}, FS_{si}, UM \rangle, \quad (15)$$

де SC_{pa} – ПС ПЗН, FS_{si} – ФС ПЗН,

тобто. $\langle U(PA), WH, PA^i, (CN(t), CC(t), SV(t)) \rangle$.

Завдання пошуку висновку та отримання рішення зведено до розробки стратегії трансформації ситуації з поточного стану фінансового стану суб'єкту господарської діяльності у цільовий. Таким чином, можна вирішити і обернену задачу.

ВИСНОВКИ

Запропоновано модель опису у понятійному та функціональному аспекті процесу формування та застосування бази знань для системи підтримки прийняття рішень у ході оцінювання фінансового стану підприємства або компанії для обставин, пов'язаних з виявленням окремих слабоструктурованих факторів (ознак), що дозволяє підвищити розуміння аналізованих економічних процесів, пов'язаних із ФС суб'єктів господарської діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Азарова, А. О., Рузакова, О. В. (2010). Математичні моделі та методи оцінювання фінансового стану підприємства. ВНТУ.
- 2 Добровольська, О.В., Рондова, М. А. (2021).Прогнозування банкрутства як методу оцінки фінансового стану підприємства. Агросвіт, 20, 40-45.
- 3 Матвійчук, А. (2010). Моделювання фінансової стійкості підприємств із застосуванням теорій нечіткої логіки, нейронних мереж і дискримінаційного аналізу. Вісник НАН України.



- 4 Tymoshchuk, O. L., Dorundiak, K. M. (2018). Оцінювання ймовірності банкрутства підприємств за допомогою дискримінантного аналізу та нейронних мереж. *System research and information technologies*, (2), 22-34.
- 5 Петряєва, З. Ф., Іващенко, Г. А., Петряєв, О. О. (2015). Аналітичне забезпечення оцінки фінансових ресурсів підприємства. 1-12.
- 6 Куріненко, О.В. (2010). Переваги та недоліки існуючих моделей оцінки фінансового стану підприємства.
- 7 Ковалевська, А. В., Асєєв, С. І. (2012). Критичний аналіз методів оцінки фінансового стану підприємства. *Бізнес Інформ*, (3), 163-169.
- 8 Шамота, Г. М., Малиш, Д. О. (2013). Дослідження підходів до комплексної оцінки фінансового стану підприємства. *Бізнес інформ*, (3), 271-278.
- 9 Фартушний, І. Д., Колбасюк, Ю. О. (2014). Порівняння моделей оцінювання фінансового стану підприємства. *Економічний вісник НТУУ «КПІ*, (5), 84-89.
- 10 Кравченко, О. О., Гребеннікова, В. (2016). Особливості планування фінансового стану підприємств в умовах ринкової економіки. *Зб. наук. праць ДЕТУТ, серія «Економіка і управління»*, 35, 229-236.
- 11 Кужелюк, А. В., Маркус, О. В. (2018). Економіко-математичне моделювання як інструмент прогнозування фінансової стійкості підприємства. *Глобальні та національні проблеми економіки*, 21, 681-684.
- 12 Alshatti, A. S. (2015). The effect of credit risk management on financial performance of the Jordanian commercial banks. *Investment management and financial innovations*, 12(1), 338-345.
- 13 Федорук, О. В. (2013). Когнітивна діагностика імовірності банкрутства як превентивний антикризовий інструмент на сучасних підприємствах.
- 14 Балан, В.Г. (2021). Нечіткі когнітивні технології у стратегічному управлінні підприємствами. **EDITORIAL BOARD.**
- 15 Сарапіна, О. А. (2013). Системний аналіз фінансового стану підприємства: методика та напрями вдосконалення. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки»*, (1), 96-99.
- 16 Чемрикаленко, Р. А., Майборода, О. В. (2017). Особливості комплексної оцінки фінансового стану підприємства. *Економіка і суспільство*, (13), 1263-1267.
- 17 Сарапіна, О. А. (2012). Системний аналіз фінансового стану підприємства: методика та напрями вдосконалення. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, (2), 47-58.
- 18 Akhmetov, B., Lakhno, V., Boiko, Y., Mishchenko, A. (2017). Designing a decision support system for the weakly formalized problems in the provision of cybersecurity. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (2-85), 4-15.
- 19 Buriachok, V., Shevchenko, S., ZhdanovaY., Skladannyi, P. (2021). Interdisciplinary approach to the development of is risk management skills on the basis of decision-making theory. *Electronic Professional Scientific Edition «Cybersecurity: Education, Science, Technique»*, 3(11), 155-165. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2021.11.155165>.

**Ihor Karpunin**

Doctor of Philosophy degree candidate, specialty 122 "Computer science"

State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-6442-3446

i.karpunin@knute.edu.ua

COGNITIVE MODEL OF FORMATION OF THE KNOWLEDGE BASE FOR ASSESSING THE FINANCIAL CONDITION OF ENTERPRISES

Abstract. The article shows that the issue of obtaining a reliable forecast in the process of analyzing the solvency of any business entity (enterprise, company, etc.) is still relevant. Such tasks, related to forecasting and analysis of the obtained results, allow specialists to talk about the stability or instability of the relevant entity. And this, in turn, can be important for evaluating, for example, the investment attractiveness of the object of analysis and evaluation from the point of view of its financial condition (FC). Considering the rapid development of information technologies, it is shown that the possibility of the usage of new cognitive systems and technologies in the process of FC assessment and forecasting is interesting for study. The article proposes a mathematical model of the description in the conceptual and functional aspect of the process of formation and application of the knowledge base for the decision support system during the assessment of the financial condition of the enterprise/company for circumstances related to the identification of individual factors that are weakly structured. In turn, this allows for increasing the understanding of the analyzed economic processes related to the FC of business entities.

Keywords: cognitive model, financial condition; knowledge base; conceptual aspect; functional aspect

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- 1 Azarova, A. O., Ruzakova, O. V. (2010). Matematychni modeli ta metody otsiniuvannya finansovoho stanu pidpriemstva. VNTU.
- 2 Dobrovolska, O.V., Rondova, M. A. (2021). Prohnozuvannya bankrutstva yak metodu otsinky finansovoho stanu pidpriemstva. Ahrosvit, 20, 40-45.
- 3 Matviichuk, A. (2010). Modeliuvannya finansovoi stiikosti pidpriemstv iz zastosuvanniam teorii nechitkoi lohiky, neironnykh merezh i dyskryminatnoho analizu. Visnyk NAN Ukrainy.
- 4 Tymoshchuk, O. L., Dorundiak, K. M. (2018). Otsiniuvannya ymovirnosti bankrutstva pidpriemstv za dopomohoiu dyskryminantnoho analizu ta neironnykh merezh. System research and information technologies, (2), 22-34.
- 5 Petriaieva, Z. F., Ivashchenko, H. A., Petriaiev, O. O. (2015). Analitichne zabezpechennia otsinky finansovykh resursiv pidpriemstva. 1-12.
- 6 Kurinienko, O.V. (2010). Perevahy ta nedoliky isnuichykh modelei otsinky finansovoho stanu pidpriemstva.
- 7 Kovalevska, A. V., Asieiev, S. I. (2012). Krytychnyi analiz metodiv otsinky finansovoho stanu pidpriemstva. Biznes Inform, (3), 163-169.
- 8 Shamota, H. M., Malysh, D. O. (2013). Doslidzhennia pidkhodiv do kompleksnoi otsinky finansovoho stanu pidpriemstva. Biznes inform, (3), 271-278.
- 9 Fartushnyi, I. D., Kolbasiuk, Yu. O. (2014). Porivniannia modelei otsiniuvannya finansovoho stanu pidpriemstva. Ekonomichnyi visnyk NTUU «KPI», (5), 84-89.
- 10 Kravchenko, O. O., Hrebennikova, V. (2016). Osoblyvosti planuvannya finansovoho stanu pidpriemstv v umovakh rynkovoї ekonomiky. Zb. nauk. prats DETUT, seriia «Ekonomika i upravlinnia», 35, 229-236.
- 11 Kuzheliuk, A. V., Markus, O. V. (2018). Ekonomiko-matematychni modeliuvannya yak instrument prohnozuvannya finansovoi stiikosti pidpriemstva. Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky, 21, 681-684.
- 12 Alshatti, A. S. (2015). The effect of credit risk management on financial performance of the Jordanian commercial banks. Investment management and financial innovations, 12(1), 338-345.



- 13 Fedoruk, O. V. (2013). Kohnityvna diahnostyka imovirnosti bankrutstva yak preventyvnyi antykrizovyi instrument na suchasnykh pidpriemstvakh.
- 14 Balan, V.H. (2021). Nechitki kohnityvni tekhnolohii u stratehichnomu upravlinni pidpriemstvamy. EDITORIAL BOARD.
- 15 Sarapina, O. A. (2013). Systemnyi analiz finansovoho stanu pidpriemstva: metodyka ta napriamy vdoskonalennia. Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnogo universytetu. Serii «Ekonomichni nauky», (1), 96-99.
- 16 Chemchukalenko, R. A., Maiboroda, O. V. (2017). Osoblyvosti kompleksnoi otsinky finansovoho stanu pidpriemstva. Ekonomika i suspilstvo, (13), 1263-1267.
- 17 Sarapina, O. A. (2012). Systemnyi analiz finansovoho stanu pidpriemstva: metodyka ta napriamy vdoskonalennia. Visnyk ahrarynoi nauky Prychornomia, (2), 47-58.
- 18 Akhmetov, B., Lakhno, V., Boiko, Y., Mishchenko, A. (2017). Designing a decision support system for the weakly formalized problems in the provision of cybersecurity. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (2-85), 4-15.
- 19 Buriachok, V., Shevchenko, S., Zhdanova Y., Skladannyi, P. (2021). Interdisciplinary approach to the development of is risk management skills on the basis of decision-making theory. Electronic Professional Scientific Edition «Cybersecurity: Education, Science, Technique», 3(11), 155-165. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2021.11.155165>.

