

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ КРИЗОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА

СМОЛІНСЬКИЙ Валентин Броніславович

кандидат економічних наук, доцент,

доцент кафедри інформаційних технологій

Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5482-8263>

СМОЛІНСЬКА Софія Дмитрівна,

кандидатка економічних наук, доцентка,

доцентка кафедри фінансового менеджменту

Львівського національного університету імені Івана Франка

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7355-6988>

Анотація. Розглянуто методичний підхід до побудови інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень, що поєднує імітаційне моделювання методом Монте-Карло та багатокритеріальну оптимізацію для виявлення кризового стану підприємства. Запропоновано інтегральний індекс кризи, поведінку якого досліджено методом Монте-Карло, а коректність підтверджено порівнянням із моделлю Альтмана.

Ключові слова: інтелектуальна система, підтримка прийняття рішень, імітаційне моделювання, багатокритеріальна оптимізація, кризовий стан підприємства, метод Монте-Карло.

Постановка проблеми. Турбулентність економічного середовища, посилена умовами воєнного стану та супутніми макроекономічними потрясіннями, помітно збільшує ймовірність переходу вітчизняних підприємств у кризовий фінансовий стан. Розрахунок окремих коефіцієнтів за даними звітності, на якому базуються традиційні методи оцінки фінансового стану, фіксує наслідки кризи постфактум і не дає змоги передбачити ймовірність її виникнення з огляду на невизначеність майбутньої динаміки показників. Звідси випливає потреба в інструментах, здатних поєднати оцінку поточного стану підприємства з прогнозом його ймовірнісного розвитку, що реалізовується засобами комп'ютерного імітаційного моделювання та багатокритеріальних методів прийняття рішень.

Додатковою складністю традиційних методів є проблема обґрунтування вагових коефіцієнтів при агрегуванні кількох фінансових показників в єдину оцінку: довільне чи інтуїтивне призначення ваг знижує об'єктивність висновків і ускладнює відтворюваність результатів іншими дослідниками. Водночас навіть коректно зважена інтегральна оцінка, розрахована на фіксованих звітних даних, залишається точковою і не враховує ймовірнісного характеру майбутніх змін фінансових показників під впливом факторів зовнішнього середовища. Тому розроблення системи, що одночасно формалізує процедуру визначення вагових коефіцієнтів та

враховує невизначеність вхідних даних через імітаційне моделювання, є актуальним науково-практичним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Започаткував систематичний підхід до оцінки фінансової спроможності підприємств на основі дискримінантного аналізу Е. Альтман [1], чия модель у міжнародній практиці й досі називають індексом кредитоспроможності, або Altman score. Модель, побудована на лінійній комбінації п'яти фінансових показників, і досі належить до найвживаніших інструментів швидкої діагностики платоспроможності, попри те, що її коефіцієнти калібрувалися на вибірці американських компаній середини минулого століття. Це створює труднощі при перенесенні граничних значень на вітчизняні підприємства, оскільки відрізняються облікові стандарти, галузева структура економіки та доступність ринкових оцінок власного капіталу. О.О. Терещенко [2] адаптував дискримінантний підхід до умов України, запропонувавши інтегральну оцінку фінансового стану на основі вітчизняної звітності та усунувши частину зазначених обмежень.

Водночас методи багатокритеріального прийняття рішень дозволяють підійти до проблеми інакше. Метод аналізу ієрархій Т. Сааті [3] дає змогу агрегувати різноманітні фінансові показники в єдину інтегральну оцінку без втрати інформативності окремих критеріїв і, на відміну від дискримінантного аналізу, не вимагає великих репрезентативних вибірок підприємств-банкрутів для калібрування моделі. О.Ю. Литовченко та Т.Б. Кузенко [4] безпосередньо застосували цей метод як інструмент антикризового фінансового управління підприємством, що підтверджує його практичну придатність саме для задач, розглянутих у цьому дослідженні. Перспективність застосування апаратів штучного інтелекту, зокрема нечітких множин і генетичних алгоритмів, для формалізації фінансових об'єктів при побудові систем підтримки прийняття рішень обґрунтували О.В. Рузакова та Н.П. Юрчук [5], що узгоджується з обраним у цій статті напрямом інтеграції інтелектуальних методів у фінансовий аналіз.

Необхідність адаптивного управління підприємством саме в умовах невизначеності, що підкреслює актуальність імітаційних підходів, обґрунтували К.Й. Пугачевська та Е.Р. Лисенко [6]. В. Романчукевич зі співавторами [7] застосували економіко-математичне моделювання для оцінки ймовірності дефолту фінансової установи, продемонструвавши практичну придатність подібних методів для вітчизняного фінансового сектору.

О.В. Добровольська та М.А. Рондова [8] обґрунтували застосування моделей прогнозування банкрутства як інструменту оцінки фінансового стану підприємства, а О. Крук зі співавторами [9] запропонували логістичну модель діагностики дестабілізації стійкого стану підприємств окремої галузі. М. Савченко та Л. Свінцицька [10] удосконалили підходи до антикризової діагностики, наголошуючи на потребі своєчасного виявлення дестабілізуючих чинників, а широке застосування методу аналізу ієрархій та споріднених підходів операційних досліджень саме в бізнесовій і фінансовій сферах узагальнено в колективній праці за редакцією К. Зопунідіса [11].

Узагальнюючи розглянуті підходи, можна виокремити два магістральні напрями: статичні дискримінантні та логістичні моделі (Альтман, Терещенко, Крук зі співавторами), що дають точкову оцінку на основі історичних даних, та багатокритеріальні й інтелектуальні методи (Сааті, Литовченко і Кузенко, Рузакова і Юрчук), що дозволяють гнучко агрегувати показники, проте традиційно не враховують імовірнісної природи майбутніх змін цих показників. Саме на стику цих двох напрямів, доповнених імітаційним моделюванням, і пропонується методичний

підхід цього дослідження.

Мета статті. Розробити методичний підхід до побудови інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень, що поєднує імітаційне моделювання методом Монте-Карло та багатокритеріальну оптимізацію фінансових показників для прогнозування ймовірності кризового стану підприємства.

Наукова новизна дослідження. Відмінність запропонованого підходу від наявних розробок проявляється в трьох аспектах. Найперше, поєднання багатокритеріальної агрегації фінансових показників (обґрунтованої методом аналізу ієрархій) з імітаційним моделюванням методом Монте-Карло дозволяє отримати не точкову, а ймовірнісну оцінку кризового стану підприємства, причому такого поєднання в розглянутих джерелах не зустрічається. Крім того, зіставлення розробленого індексу з класичною моделлю Альтмана на тих самих вихідних даних дає змогу не просто перевірити модель, а кількісно показати, наскільки саме ймовірнісний підхід інформативніший за детермінований розрахунок. Нарешті, диференційовані управлінські рекомендації, прив'язані до трьох зон ризику інтегрального індексу, переводять отриману ймовірнісну оцінку в конкретний практичний інструментарій прийняття рішень, чого здебільшого не пропонують моделі, обмежені лише розрахунком самого показника.

Виклад основних результатів дослідження. В основі запропонованої системи лежать три взаємопов'язані блоки (рис. 1): нормалізація вхідних фінансових показників, їх багатокритеріальна агрегація та імітаційне моделювання, яке і формує ймовірнісний прогноз інтегрального індексу. Блок нормалізації відповідає за приведення фактичних значень фінансових показників, виражених у різних одиницях вимірювання (частки, відсотки, обороти), до єдиної безрозмірної шкали $[0; 1]$, що уможливорює їх подальше коректне агрегування.

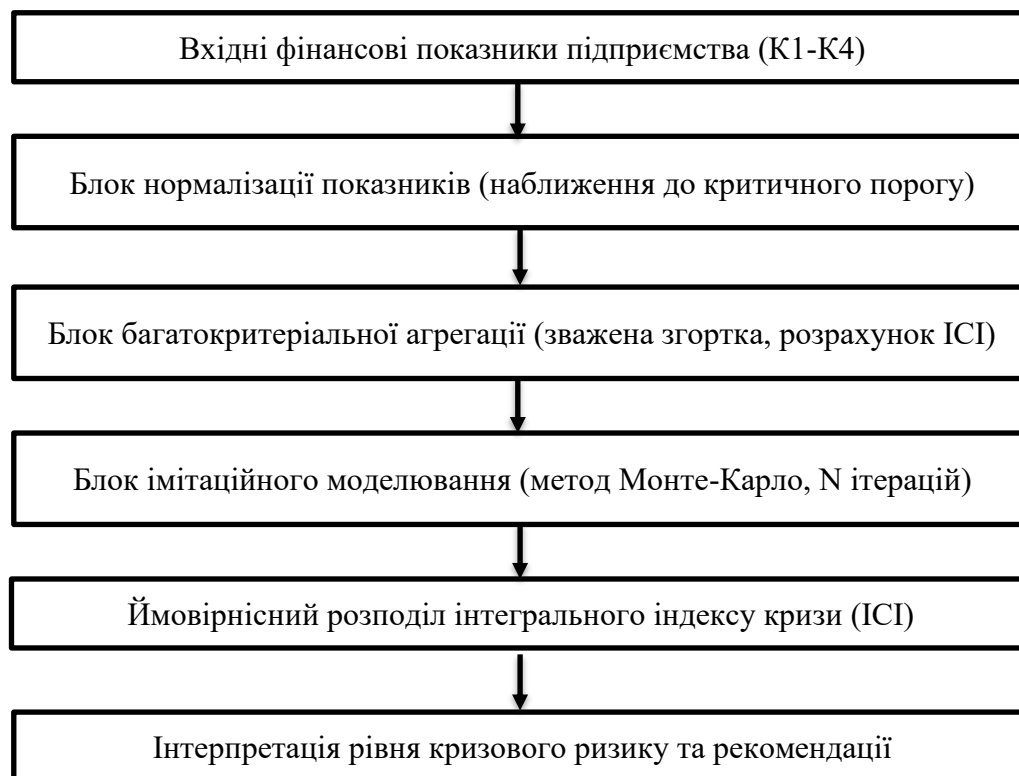


Рис. 1. Структурна схема інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень для прогнозування кризового стану підприємства

Джерело: побудовано авторами

Блок багатокритеріальної агрегації реалізує процедуру зваженої згортки нормалізованих оцінок із використанням вагових коефіцієнтів, обґрунтованих експертним методом. Блок імітаційного моделювання, на відміну від традиційних детермінованих розрахунків, багаторазово відтворює розрахунок інтегрального індексу за випадково згенерованих вхідних даних, формуючи не одне число, а статистичний розподіл можливих значень індексу, який і становить ключову інформаційну цінність запропонованої «інтелектуальності» системи підтримки прийняття рішень.

Для оцінки кризового стану обрано чотири фінансові показники, що комплексно характеризують ліквідність, фінансову незалежність, прибутковість та ділову активність підприємства (табл. 1).

Таблиця 1

Показники та параметри багатокритеріальної моделі

Показник	Нормативне значення	Критичне значення	Вага
Коефіцієнт абсолютної ліквідності (K1)	$\geq 0,20$	$< 0,10$	0,30
Коефіцієнт автономії (K2)	$\geq 0,50$	$< 0,25$	0,25
Рентабельність діяльності, % (K3)	$\geq 5,0$	$< 0,0$	0,25
Коефіцієнт оборотності оборотних активів (K4)	$\geq 4,0$	$< 2,0$	0,20

Джерело: складено авторами

Вагові коефіцієнти показників (табл. 1) визначено методом аналізу ієрархій Т. Сааті [3], практичну ефективність якого для задач антикризового управління підтвердили О.Ю. Литовченко та Т.Б. Кузенко [4]. У цьому дослідженні застосування методу зводиться до того, що експерт оцінює відносну важливість кожної пари критеріїв за дев'ятибальною шкалою, а на основі сформованої таким чином матриці парних порівнянь (табл. 2) обчислюється власний вектор, елементи якого і слугують шуканими вагами. Завдяки цьому підходу значущість кожного критерію для конкретного підприємства визначається обґрунтовано, а не призначається довільно чи рівномірно.

Таблиця 2

Матриця парних порівнянь критеріїв (метод аналізу ієрархій)

Критерій	K1	K2	K3	K4
K1	1	1,5	1,5	2
K2	0,67	1	1	1,5
K3	0,67	1	1	1,5
K4	0,5	0,67	0,67	1

Джерело: складено авторами на основі експертного оцінювання

Обчислений для побудованої матриці індекс узгодженості ($CR = 0,04$) укладається в межі граничного значення 0,1, прийнятого в методі аналізу ієрархій, що засвідчує достатню узгодженість суджень експерта та дає підстави вважати отримані вагові коефіцієнти $w_1 = 0,30$; $w_2 = 0,25$; $w_3 = 0,25$; $w_4 = 0,20$ коректними.

У межах цього ілюстративного прикладу попарне оцінювання виконано одним

експертом (автором дослідження), що узгоджується з умовним характером прикладу в цілому. Для практичного застосування моделі на реальному підприємстві доцільно агрегувати судження кількох незалежних експертів (наприклад, методом середнього геометричного), що підвищить об'єктивність отриманих вагових коефіцієнтів.

Нормалізацію кожного показника виконано за формулою наближення до критичного порогу:

$$S_i = (norm_i - x_i) / (norm_i - crit_i), \text{ обмежено інтервалом } [0; 1]$$

де $norm_i$ – нормативне значення показника, $crit_i$ – критичне значення, x_i – фактичне значення. Інтегральний індекс кризи (ICI) обчислюється як зважена згортка нормалізованих оцінок:

$$ICI = \sum w_i \cdot S_i$$

де w_i – вага i -го показника (табл. 1). Чим ближче значення ICI до нуля, тим стабільнішим є фінансовий стан підприємства, а наближення до одиниці сигналізує про критичний кризовий стан.

Для ілюстративного прикладу цього дослідження фактичні значення показників умовного підприємства та відповідні їм нормалізовані оцінки S_i наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Фактичні значення показників умовного підприємства та їх нормалізовані оцінки

Показник	Фактичне значення	Нормалізована оцінка (S_i)
Коефіцієнт абсолютної ліквідності (K1)	0,15	0,50
Коефіцієнт автономії (K2)	0,38	0,48
Рентабельність діяльності, % (K3)	3,5	0,30
Коефіцієнт оборотності оборотних активів (K4)	2,9	0,55

Джерело: складено авторами для ілюстративного прикладу умовного підприємства; значення K2 узгоджене з компонентом X4 моделі Альтмана (табл. 6)

Підстановка цих оцінок у формулу зваженої згортки дає: $ICI = 0,30 \times 0,50 + 0,25 \times 0,48 + 0,25 \times 0,30 + 0,20 \times 0,55 = 0,455$ – це і є базове (детерміноване) значення інтегрального індексу кризи, використане як центр розподілу при подальшому імітаційному моделюванні методом Монте-Карло.

Щоб перевірити поведінку моделі в умовах невизначеності, застосовано імітаційне моделювання методом Монте-Карло [12]: кожен із чотирьох показників задається не фіксованим числом, а випадковою величиною з нормальним розподілом, середнє якої прирівнюється до базового рівня показника умовного підприємства, а стандартне відхилення відображає мінливість зовнішнього середовища. У межах $N = 1000$ ітерацій на кожному кроці генерувався новий набір значень показників, для якого одразу розраховувалося відповідне значення ICI.

Таблиця 4

Результати імітаційного моделювання інтегрального індексу кризи (N = 1000)

Показник	Значення
Базове (детерміноване) значення ICI	0,455
Середнє значення ICI за результатами моделювання	0,460
Стандартне відхилення	0,154
Мінімальне значення	0,056
Максимальне значення	0,952
90% довірчий інтервал	[0,205; 0,722]
Ймовірність стабільного стану ($ICI \leq 0,4$)	36,9 % ($SE \approx \pm 1,5$ в.п.)
Ймовірність зони ризику ($0,4 < ICI \leq 0,6$)	44,0 % ($SE \approx \pm 1,6$ в.п.)
Ймовірність кризового стану ($ICI > 0,6$)	19,1 % ($SE \approx \pm 1,2$ в.п.)

Джерело: розраховано авторами за результатами імітаційного моделювання.

Похибки (SE) для трьох ймовірностей обчислено за стандартним наближенням

Вальда для частки: $SE(p) = \sqrt{p(1-p)/N}$, $N = 1000$

Результати моделювання демонструють, що умовне підприємство з базовим значенням $ICI = 0,455$ формально перебуває в зоні підвищеного ризику, однак не в стані кризи. Водночас імітаційне моделювання виявляє суттєву невизначеність прогнозу: майже п'ята частина можливих сценаріїв (19,1 %) призводить до переходу в кризову зону, що недоступно для виявлення традиційними статичними методами розрахунку коефіцієнтів. Це підтверджує практичну цінність поєднання багатокритеріальної агрегації з імітаційним моделюванням: керівництво підприємства отримує не точкову оцінку, а ймовірнісний діапазон можливих станів, що є більш інформативною основою для прийняття управлінських рішень щодо превентивних заходів фінансового оздоровлення.

Детальніший розподіл отриманих значень ICI за основними перцентилями наведено в табл. 5. Звертає на себе увагу, що навіть медіанне значення розподілу ($P50 = 0,455$) повністю збігається з базовою детермінованою оцінкою, що свідчить про симетричність отриманого розподілу за обраних параметрів моделювання. Водночас верхній дециль розподілу ($P90 = 0,669$) уже перевищує кризовий поріг 0,6, що ще раз підкреслює: навіть за відносно сприятливих поточних показників існує статистично значуща ймовірність несприятливого розвитку подій, яку керівництво підприємства має враховувати в управлінських рішеннях.

Таблиця 5

Перцентильний розподіл значень інтегрального індексу кризи за результатами моделювання

P10	P25	P50 (медіана)	P75	P90
0,266	0,347	0,455	0,562	0,669

Джерело: розраховано авторами за результатами імітаційного моделювання

Аби впевнитися, що отриманий результат узгоджується із загальновизнаним підходом до прогнозування банкрутства, на тих самих вихідних даних умовного підприємства додатково розраховано інтегральний показник Альтмана (ІПА) [1] (табл. 6), застосувавши саме ту версію моделі, яку застосовують для закритих (непублічних) компаній, оскільки вона обходиться без ринкової оцінки власного капіталу.

Таблиця 6

Розрахунок інтегрального показника Альтмана на даних умовного підприємства

Компонент моделі	Значення
X1 = Робочий капітал / Активи	0,140
X2 = Нерозподілений прибуток / Активи	0,080
X3 = ЕВІТ / Активи	0,045
X4 = Власний капітал / Зобов'язання	0,613
X5 = Виручка / Активи	1,300
Показник Альтмана (ІПА)	1,863
Класифікація за шкалою Альтмана	сіра зона

Джерело: розраховано авторами за методикою [1].

Отримане значення ІПА = 1,863 потрапляє в інтервал від 1,23 до 2,9, що класична модель Альтмана визначає як «сіру зону» підвищеного ризику. Цей результат повністю узгоджується з висновком запропонованої моделі (ІСІ = 0,455, зона ризику). Варто зауважити, що таке зіставлення виконано на тому самому ілюстративному прикладі й підтверджує радше внутрішню узгодженість двох підходів, аніж є незалежною емпіричною валідацією запропонованого індексу на відокремленій вибірці підприємств. Окрім цього, практичну цінність дослідження визначає також формалізація управлінських дій, що відповідають кожній із виявлених зон ризику (табл. 7).

Таблиця 7

Рекомендовані управлінські дії залежно від зони інтегрального індексу кризи

Зона ІСІ	Рекомендовані управлінські дії
≤ 0,4 стабільний стан	Підтримання поточної фінансової політики; плановий моніторинг показників без додаткових втручань.
0,4–0,6 зона ризику	Посилений контроль ліквідності та дебіторської заборгованості; перегляд структури витрат; розроблення альтернативних сценаріїв фінансування.
> 0,6 кризовий стан	Розроблення плану фінансової санації; реструктуризація заборгованості; залучення антикризового менеджменту; перегляд інвестиційної програми.

Джерело: складено авторами

Для розглянутого умовного підприємства, з огляду на потрапляння базового значення ІСІ у зону ризику та суттєву ймовірність (19,1 %) переходу в кризовий стан, доцільним є застосування превентивних заходів, передбачених для зони ризику, навіть за відсутності формальних ознак кризи на поточну звітну дату. Зважаючи на те, що вагові коефіцієнти критеріїв визначено експертним шляхом, доцільно додатково перевірити стійкість отриманого результату до можливих варіацій цих коефіцієнтів. Для цього проведено повторне імітаційне моделювання за трьома альтернативними сценаріями розподілу ваг: рівномірний розподіл, посилений акцент на ліквідність та посилений акцент на рентабельність (табл. 8).

Отримані дані вказують на достатню стійкість моделі до вибору сценарію: при варіюванні вагових коефіцієнтів у розумних межах базове значення ІСІ коливається незначно (від 0,446 до 0,466), а ймовірність кризового стану тримається в діапазоні 19,1–23,4 %. Інакше кажучи, висновок про належність умовного підприємства до зони підвищеного ризику зберігається незалежно від конкретного способу визначення ваг,

хоча зміщення акценту на показники рентабельності дещо підвищує оцінювану ймовірність кризи порівняно зі зміщенням акценту на ліквідність.

Таблиця 8

Результати аналізу чутливості інтегрального індексу до сценаріїв розподілу вагових коефіцієнтів

Сценарій вагових коефіцієнтів	Базовий ІСІ	Середній ІСІ (моделювання)	Р(криза), %
Базовий (за методом АНР)	0,455	0,460	19,1
Рівні ваги (0,25 кожна)	0,458	0,461	19,2
Акцент на ліквідність (w1=0,40)	0,446	0,452	21,2
Акцент на рентабельність (w3=0,40)	0,466	0,470	23,4

Джерело: розраховано авторами за результатами імітаційного моделювання

Технічно, реалізація запропонованої моделі засобами програмування (наприклад, мовою Python із використанням бібліотеки NumPy) розгортається в кілька логічно пов'язаних етапів. Спочатку на основі фінансової звітності підприємства розраховуються базові значення показників K1–K4, а для кожного з них на основі історичної волатильності або експертної оцінки задається стандартне відхилення, що характеризує ступінь невизначеності.

Далі генерується N випадкових векторів показників відповідно до обраного закону розподілу (у цьому дослідженні застосовано нормальний), кожен з яких нормалізується відносно критичного й нормативного порогів і перетворюється на одне значення інтегрального індексу ІСІ за формулою зваженої згортки. Накопичений за N ітерацій масив значень ІСІ підлягає статистичній обробці: обчислюються середнє, стандартне відхилення, довірчий інтервал та частки результатів, що потрапляють у кожен з трьох зон ризику, на основі чого і формуються управлінські висновки та рекомендації, наведені в табл. 7.

За витратами часу алгоритм невибагливий: оскільки обсяг обчислень зростає прямо пропорційно кількості ітерацій N і кількості критеріїв, повний прохід у 1000 ітерацій займає на звичайному персональному комп'ютері менше секунди, і жодного додаткового обчислювального обладнання для цього не потрібно.

Практична цінність описаного підходу значною мірою залежить від того, наскільки органічно він інтегрується в наявний інформаційно-аналітичний контур підприємства. У сучасних умовах фінансовий моніторинг дедалі частіше спирається не на разові розрахунки, а на автоматизоване, регулярне оновлення вхідних показників з облікових та звітних систем підприємства, що дозволяє переходити від епізодичної діагностики кризового стану до безперервного спостереження за його ймовірнісною динамікою. Саме цифровізація фінансового аналізу – можливість швидко перераховувати інтегральний індекс та його ймовірнісний розподіл за оновлених вхідних даних – перетворює запропоновану модель із одноразового дослідницького інструменту на елемент системи раннього попередження, здатний сигналізувати керівництву про зростання ризику ще до того, як кризові явища стануть очевидними за традиційними звітними показниками. Водночас роль інформаційних технологій тут суто інструментальна: вони забезпечують оперативність і регулярність розрахунків, тоді як змістовна інтерпретація отриманих ймовірнісних оцінок і ухвалення управлінських рішень залишаються прерогативою фінансового

менеджменту підприємства.

Водночас отримані результати доцільно сприймати з урахуванням кількох застережень, пов'язаних із прийнятими в моделі припущеннями. Перше з них стосується нормального закону розподілу вхідних показників: на практиці фінансові індикатори підприємств, особливо в кризові періоди, часто поводяться асиметрично і мають важчі хвости розподілу, тож імовірність екстремальних сценаріїв модель може недооцінювати.

Друге застереження пов'язане з тим, що чотири показники в моделі трактуються як незалежні, тоді як насправді між ними зазвичай існує кореляція. Погіршення рентабельності, приміром, зазвичай супроводжується і зниженням ліквідності, тож якщо цю кореляцію ігнорувати, оцінка сукупного ризику може спотворюватися. Третє застереження стосується самих порогових значень показників: нормативні й критичні межі визначено за загальноприйнятими орієнтирами, тож для конкретної галузі економічної діяльності підприємства їх варто було б уточнити.

Подальше вдосконалення моделі логічно пов'язане саме з усуненням цих застережень: переходом до емпіричних розподілів, побудованих на історичних даних, явним моделюванням кореляційної структури показників у межах того самого методу Монте-Карло та галузевим калібруванням порогових значень. Окремим напрямом подальшої роботи є емпірична валідація моделі на вибірці реальних підприємств із відомим ретроспективним фінансовим станом, що дозволило б перевірити прогностичну здатність індексу незалежно від ілюстративного прикладу, використаного в цьому дослідженні.

Висновки. У підсумку, запропонована система підтримки прийняття рішень для прогнозування кризового стану підприємства поєднує два доповнюючих один одного інструменти: інтегральний індекс на основі багатокритеріальної агрегації фінансових показників та імітаційне моделювання методом Монте-Карло, яке перетворює цей індекс на ймовірнісний розподіл в умовах невизначеності. Вагові коефіцієнти критеріїв обґрунтовано методом аналізу ієрархій, що підвищує об'єктивність моделі порівняно з довільним призначенням ваг, а проведений аналіз чутливості підтвердив стійкість отриманих результатів до варіювання цих коефіцієнтів. На ілюстративному прикладі показано, що запропонований підхід дозволяє виявити ймовірність переходу підприємства в кризовий стан навіть тоді, коли базові (детерміновані) показники формально відповідають лише помірному рівню ризику.

Порівняння з класичною моделлю Альтмана підтвердило узгодженість отриманих результатів, водночас демонструючи додаткову аналітичну цінність імітаційного підходу. Формалізовано управлінські рекомендації для кожної із трьох зон ризику, що підвищує практичну застосовність розробленої системи. Перспективи подальших досліджень пов'язані з переходом від нормального до емпіричних розподілів вхідних показників, урахуванням кореляційної структури критеріїв та галузевим калібруванням порогових значень на основі реальних даних фінансової звітності підприємств.

Список використаної літератури:

1. Altman E. I., Hotchkiss E., Wang W. Corporate Financial Distress, Restructuring, and Bankruptcy: Analyze Leveraged Finance, Distressed Debt, and Bankruptcy. 4th ed. Hoboken : John Wiley & Sons, 2019. 368 p. DOI: 10.1002/9781119541929.
2. Терещенко О. О. Дискримінантна модель інтегральної оцінки фінансового стану підприємства. Економіка України. 2003. № 8. С. 38–44.

3. Saaty T. L. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences*. 2008. Vol. 1, No. 1. P. 83–98. DOI: 10.1504/IJSSCI.2008.017590.
4. Литовченко О. Ю., Кузенко Т. Б. Метод аналізу ієрархій як інструмент антикризового фінансового управління підприємством. *Економічний аналіз*. 2021. № 31 (4). С. 46–54. DOI: 10.35774/econa2021.04.046.
5. Рузакова О. В., Юрчук Н. П. Використання апаратів штучного інтелекту для формалізації фінансових об'єктів при побудові СППР. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки*. 2021. № 1 (293). С. 45–51. URL: <https://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2021/08/10-1.pdf> (дата звернення: 10.06.2026).
6. Пугачевська К. Й., Лисенко Е. Р. Адаптивне управління підприємством в умовах невизначеності. *Молодий вчений*. 2021. № 9 (97). С. 158–161. DOI: 10.32839/2304-5809/2021-9-97-32.
7. Romanchukevych V., Khymych I., Prymostka A., Novikova L., Arkhireiska N., Kobushko I. The Assessment Model of the Financial Sustainability of the Fund for Financing Leasing Operations. *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики*. 2023. Т. 3, № 50. С. 151–163. DOI: 10.55643/fcaptp.3.50.2023.4085.
8. Добровольська О. В., Рондова М. А. Прогнозування банкрутства як методу оцінки фінансового стану підприємства. *Агросвіт*. 2021. № 20. С. 40–45. DOI: 10.32702/2306-6792.2021.20.40.
9. Крук О., Єлецьких С., Борисова С. Прогнозування вірогідності настання фінансової кризи на підприємстві. *Сталий розвиток економіки*. 2024. № 1 (48). С. 159–164. DOI: 10.32782/2308-1988/2024-48-21.
10. Савченко М., Свінціцька Л. Удосконалення антикризової діагностики агропромислових підприємств. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія Економіка*. 2023. Вип. 15 (30). DOI: 10.33296/2707-0654-15(30)-14.
11. Zopounidis C., Liadaki A., Eskantar M. (eds.). *Operational Research Methods in Business, Finance and Economics : Proceedings of the 31st European Conference on Operational Research*. Cham : Springer, 2023. 166 p. DOI: 10.1007/978-3-031-31241-0.
12. Glasserman P. *Monte Carlo Methods in Financial Engineering*. New York : Springer, 2003. 596 p. DOI: 10.1007/978-0-387-21617-1.

Дата надходження статті: 23.07.2026

Дата прийняття статті: 13.08.2026

Дата публікації статті: 30.09.2026