

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТУСА
ПИРІН КОСТЯНТИН ЮРІЙОВИЧ

Допускається до захисту:

В.о. завідувача кафедри
прикладної математики та
кібербезпеки,

_____Луценко А. В.

«__»_____20__р.

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВОГО
СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА

Спеціальність 113 Прикладна математика

Кваліфікаційна (бакалаврська) роботі

АНОТАЦІЯ

Пирін К.Ю. Математичні методи та моделі оцінювання фінансового стану підприємства. Спеціальність 113 «Прикладна математика». Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця, 2025.

У кваліфікаційній роботі досліджено теоретичні та прикладні аспекти кількісної діагностики фінансового стану підприємств. Проаналізовано класичний коефіцієнтний підхід, інтегральну модель Altman Z-score, економетричне моделювання та сучасні методи машинного навчання, визначено їх прогностичну точність і галузеву придатність.

Ключові слова: фінансовий стан, Altman Z-score, машинне навчання, економетрія, ліквідність, ризик банкрутства. 31 с., 7 табл., 2 дод., 29 джерел.

ANNOTATION

Pirin K.Y. Mathematical methods and models for assessing the financial condition of an enterprise. Specialty 113 “Applied Mathematics”.

The qualification work investigates the theoretical and applied aspects of quantitative diagnostics of the financial condition of enterprises. The classical coefficient approach, the Altman Z-score integral model, econometric modeling and modern machine learning methods are analyzed, their predictive accuracy and industry applicability are determined.

Keywords: financial condition, Altman Z-score, machine learning, econometrics, liquidity, bankruptcy risk. 31 p., 7 tables, 2 appendixes, 29 sources.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ I. ТЕОРИТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВ	7
1.1. Поняття фінансового стану підприємства.....	7
1.2. Класифікація та характеристики методів оцінювання фінансового стану підприємства.....	8
1.3. Ключові показники оцінювання фінансового стану	9
1.4. Висновок до розділу 1	11
РОЗДІЛ II. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА.....	13
2.1. Загальна характеристика математичних методів оцінки	13
2.2. Коефіцієнтний аналіз як інструмент кількісної оцінки	13
2.3. Інтегральні моделі: приклад моделі Альмана (Z-score).....	14
2.4. Економіко-математичне моделювання.....	14
2.5. Машинні-ймовірнісні методи та автоматизація аналізу	15
2.6. Висновок до розділу 2	19
РОЗДІЛ 3. ПРИКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВОГО СТАНУ	21
3.1. Загальна характеристика підприємства та фінансові дані для аналізу	21
3.2. Практична реалізація методів.....	21
3.3. Коефіцієнти ліквідності, прибутковості та ділової активності.....	22
3.4. Розрахунок Моделі Альтмана та економетрична модель прибутку.....	23
3.5. Висновок до розділу 3	24
ВИСНОВОК.....	26
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	27

ДОДАТОК А.....	30
ДОДАТОК Б	31



ВСТУП

У сучасних умовах функціонування ринкової економіки стабільність та ефективність діяльності підприємств значною мірою залежать від їх фінансового стану. Своєчасне, об'єктивне та ґрунтовне оцінювання фінансового стану дозволяє приймати обґрунтовані управлінські рішення, запобігати кризовим явищам, забезпечувати сталий розвиток та конкурентоспроможність суб'єкта господарювання. Саме тому проблема розробки й удосконалення математичних методів та моделей аналізу фінансового стану підприємств є надзвичайно актуальною.

Математичні методи дозволяють формалізувати складні економічні процеси, виявити приховані взаємозв'язки між фінансовими показниками, побудувати прогнозні моделі та провести глибокий аналіз із високим рівнем точності. Використання таких методів сприяє підвищенню обґрунтованості висновків, ефективності управлінських рішень та загалом якості фінансового аналізу.

Об'єктом дослідження у цій кваліфікаційній роботі є фінансовий стан підприємства, а предметом — математичні методи та моделі його оцінювання. В якості прикладу для практичного дослідження обрано ТОВ "Рошен" — одне з провідних кондитерських підприємств України.

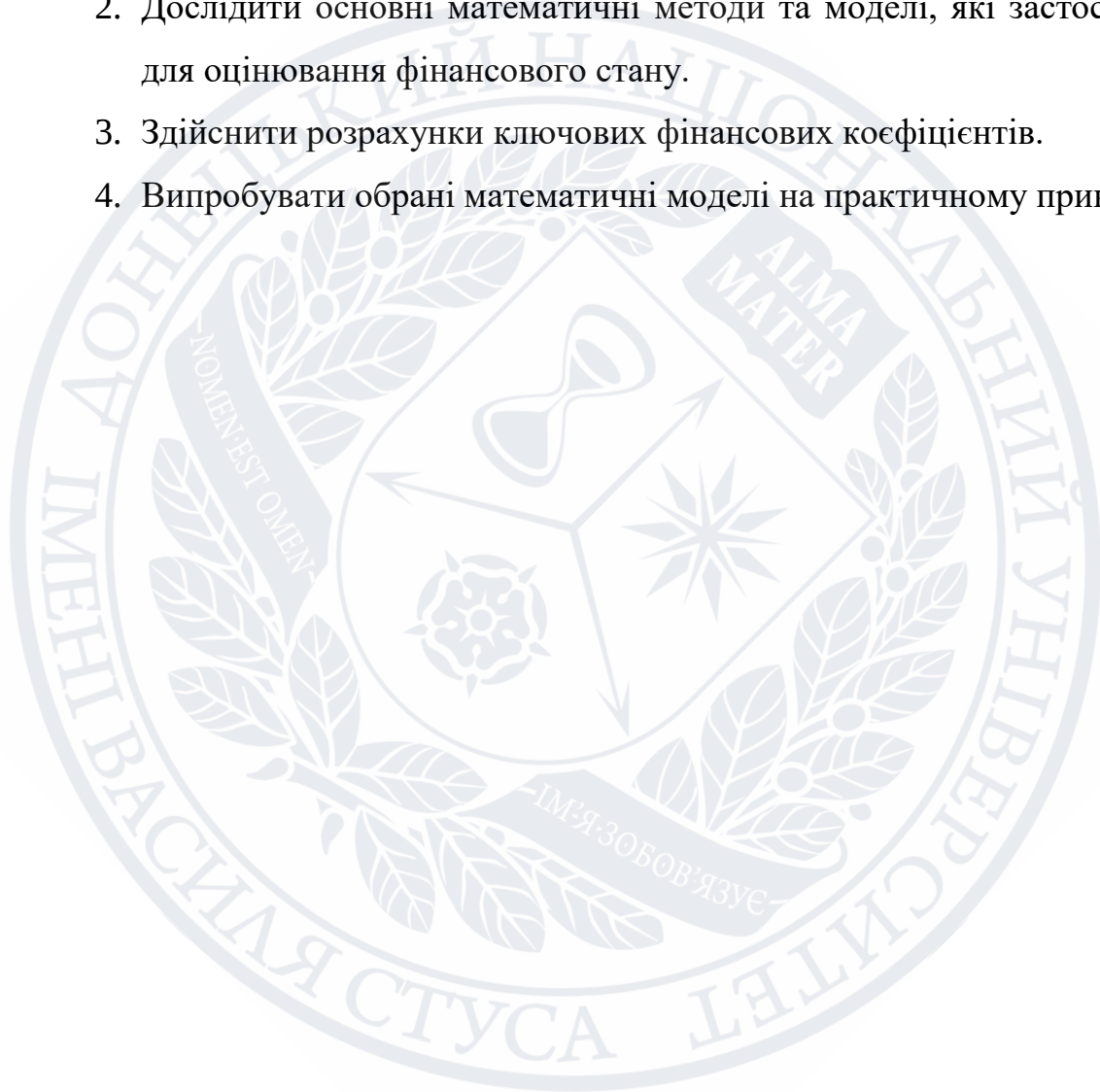
Мета роботи полягає у дослідженні сучасних математичних методів та моделей аналізу фінансового стану підприємств та їх апробації на прикладі ТОВ "Рошен".

Методологічну основу роботи становлять загальнонаукові методи дослідження: аналіз і синтез, індукція і дедукція, узагальнення, графічний метод, а також спеціальні економіко-математичні методи: методи фінансових

коефіцієнтів, економетричне моделювання, багатофакторний аналіз, модель Альтмана (Z-score) тощо.

Для досягнення поставленої мети необхідно реалізувати такі завдання:

1. Розглянути теоритичні основи фінансового аналізу.
2. Дослідити основні математичні методи та моделі, які застосовуються для оцінювання фінансового стану.
3. Здійснити розрахунки ключових фінансових коефіцієнтів.
4. Випробувати обрані математичні моделі на практичному прикладі.



РОЗДІЛ I. ТЕОРИТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВ

1.1. Поняття фінансового стану підприємства

Фінансовий стан підприємства — це характеристика його конкурентоспроможності, ділової активності, стабільності та надійності, його спроможність фінансувати свою діяльність, забезпечувати безперервність господарського процесу, своєчасно розраховуватись за зобов'язаннями, ефективно використовувати наявні ресурси та досягати поставлених цілей.

Він є результатом взаємодії всіх елементів системи управління підприємством, а також зовнішніх факторів — кон'юнктури ринку, податкової політики, інфляційних процесів тощо. Також він є об'єктом постійної уваги з боку власників, керівництва, потенційних інвесторів, кредиторів, державних органів та інших зацікавлених сторін.

Оцінювання фінансового стану — це процес виявлення позитивних та негативних тенденцій у діяльності підприємства, визначення причин їх виникнення, а також прогнозування подальшого розвитку на основі аналітичних та математичних методів.

Основними цілями оцінки фінансового стану є визначення прибутковості, ліквідності, платоспроможності, фінансової стабільності, а також виявлення резервів підвищення ефективності діяльності підприємства. Успішність фінансової діяльності є передумовою для забезпечення зростання, підвищення конкурентоспроможності та довгострокового розвитку.

1.2. Класифікація та характеристики методів оцінювання фінансового стану підприємства

Методи оцінювання фінансового стану підприємства поділяють на дві основні групи: традиційні (класичні) та сучасні (математичні). Традиційні методи базуються на аналізі фінансової звітності та включають горизонтальний, вертикальний та коефіцієнтний аналіз. Сучасні методи орієнтовані на використання математичного апарату та економіко-статистичних моделей.

1. **Горизонтальний аналіз** — порівняння значень одних і тих самих статей звітності за кілька періодів.
2. **Вертикальний аналіз** — визначення питомої ваги окремих статей у загальному обсязі активів або зобов'язань.
3. **Трендовий аналіз** — побудова динамічних рядів та виявлення тенденцій.
4. **Коефіцієнтний аналіз** — розрахунок системи відносних показників.

Метод	Характеристика	Сфера застосування
Горизонтальний	Аналіз змін у динаміці	Внутрішній і зовнішній фінансовий аналіз
Вертикальний	Аналіз структури фінансових звітів	Стратегічне планування
Трендовий	Дослідження тенденцій	Прогнозування
Коефіцієнтний	Розрахунок фінансових коефіцієнтів	Комплексна оцінка

Сучасні підходи базуються на застосуванні кількісних методів аналізу. Найбільш поширеними є:

- Модель Альтмана (Z-score) — інтегральний показник, який використовується для оцінки ймовірності банкрутства.
- Метод дискримінантного аналізу — статистичний метод класифікації підприємств.
- Регресійний аналіз — вивчення залежності фінансового результату від факторів.
- Метод Data Envelopment Analysis (DEA) — аналіз ефективності використання ресурсів.
- SWOT-аналіз — комплексна оцінка внутрішніх і зовнішніх факторів впливу.

Поєднання класичних і сучасних методів дає можливість отримати об'єктивну й глибоку картину фінансового стану підприємства.

1.3. Ключові показники оцінювання фінансового стану

Фінансовий аналіз здійснюється за допомогою різноманітних методів, серед яких найбільш поширеними є:

- Горизонтальний аналіз (оцінка динаміки фінансових показників).
- Вертикальний аналіз (визначення структури статей звітності).
- Коефіцієнтний аналіз (обчислення та порівняння фінансових коефіцієнтів).
- Моделі прогнозування банкрутства (наприклад, Altman Z-score).
- Економічно-математичне моделювання та факторний аналіз.

Таблиця 1.1 Ключові фінансові коефіцієнти підприємства

Показник	Формула	Економічна суть
Коефіцієнт поточної ліквідності	Оборотні активи/ Поточні зобов'язання	Характеризує здатність підприємства погашати короткострокові борги
Коефіцієнт автономії	Власний капітал/ Загальні активи	Визначає фінансову незалежність підприємства
Рентабельність активів	Чистий прибуток/ Загальні активи	Відображає ефективність використання активів
Рентабельність власного капіталу	Чистий прибуток/ Власний капітал	Показує прибутковість інвестицій власників

Вибір конкретних коефіцієнтів залежить від мети аналізу. Наприклад, для кредитора першочерговим буде аналіз платоспроможності, тоді як для інвестора важливішими є рентабельність і фінансова стабільність.

Внутрішній аналіз проводиться для підвищення ефективності управління, зовнішній — для прийняття рішень контрагентами, акціонерами, інвесторами.

Горизонтальний аналіз передбачає порівняння показників за кілька періодів і дозволяє виявити тенденції у фінансовому розвитку. Вертикальний аналіз дає можливість оцінити структуру активів та пасивів, а також їх зміну у відсотковому співвідношенні.

Коефіцієнтний метод дозволяє дати узагальнюючу характеристику фінансового стану підприємства. Він базується на відносних показниках, які дозволяють порівнювати результати діяльності підприємств різного розміру.

Інтегральні моделі, такі як **Altman Z-score**, дають змогу оцінити ймовірність банкрутства підприємства. Ця модель широко використовується як в академічному, так і в прикладному середовищі.

Формула для приватних компаній виглядає так:

$$Z = 0,717X_1 + 0,837X_2 + 3,107X_3 + 0,420X_4 + 0,998X_5$$

де:

- X_1 = (Оборотні активи – Поточні зобов'язання) / Загальні активи
- X_2 = Нерозподілений прибуток / Загальні активи
- X_3 = Операційний прибуток / Загальні активи
- X_4 = Власний капітал / Зобов'язання
- X_5 = Виручка / Загальні активи

Інтерпретація результатів Z-score:

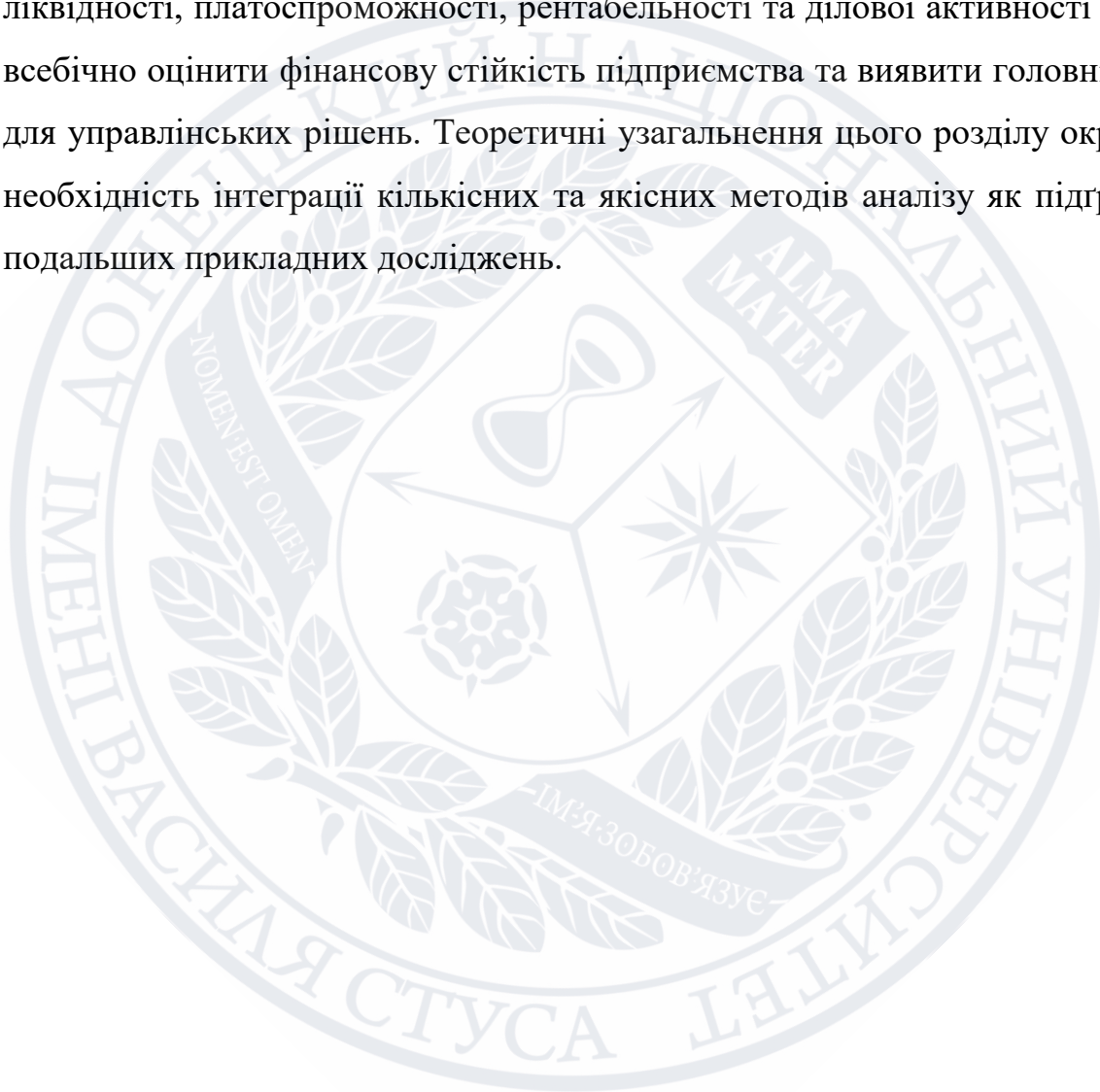
- $Z > 2.99$ — зона безпеки: дуже низька ймовірність банкрутства.
- $1.81 < Z < 2.99$ — сіра зона: потенційна загроза фінансової нестабільності.
- $Z < 1.81$ — зона ризику: висока ймовірність фінансових труднощів.

Таким чином, оцінка фінансового стану підприємства є необхідним етапом як у стратегічному, так і в оперативному управлінні. Застосування математичних моделей дозволяє зробити цей процес більш точним, обґрунтованим і прозорим.

1.4. Висновок до розділу 1

У даному розділі детально розглянуто сутність фінансового стану підприємства, класифіковано основні підходи до його оцінювання та систематизовано ключові фінансові показники. Аналіз літератури й чинної

практики довів, що поєднання традиційних методів (горизонтальний, вертикальний, трендовий та коефіцієнтний аналіз) із сучасними математичними моделями формує цілісну аналітичну базу, здатну відображати як структуру, так і динаміку фінансових процесів. Визначено, що правильний добір показників ліквідності, платоспроможності, рентабельності та ділової активності дає змогу всебічно оцінити фінансову стійкість підприємства та виявити головні напрями для управлінських рішень. Теоретичні узагальнення цього розділу окреслюють необхідність інтеграції кількісних та якісних методів аналізу як підґрунтя для подальших прикладних досліджень.



РОЗДІЛ II. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА

2.1. Загальна характеристика математичних методів оцінки

Фінансовий стан підприємства є важливою характеристикою його стабільності, платоспроможності та ефективності. Для його оцінювання широко застосовуються не лише класичні економічні підходи, але й математичні методи, що дозволяють кількісно визначити рівень фінансової надійності, знизити суб'єктивність оцінки та забезпечити обґрунтованість управлінських рішень.

Математичні методи включають широкий спектр інструментів: від простого коефіцієнтного аналізу до складних економетричних моделей, що враховують множину взаємопов'язаних змінних. Вони дозволяють будувати прогнози, оцінювати фінансові ризики та визначити критичні чинники фінансової нестабільності.

Серед найуживаніших методів: аналіз фінансових коефіцієнтів, модель Альтмана (Z-score), дискримінантний аналіз, регресійне моделювання, Data Envelopment Analysis (DEA), інтегральні індекси та багатofакторні моделі.

2.2. Коефіцієнтний аналіз як інструмент кількісної оцінки

Коефіцієнтний аналіз є базовим методом оцінювання фінансового стану, що ґрунтується на розрахунку відносних показників, сформованих на основі даних фінансової звітності. Коефіцієнти характеризують різні аспекти діяльності підприємства: ліквідність, прибутковість, оборотність, структуру капіталу (див. таблицю 1.1).

Перевагами коефіцієнтного методу є простота обчислення, результати які можна побачити наочно та можливість порівняти їх з нормативами або

аналогами, але недоліками є залежність від точності бухгалтерських даних, відсутність комплексності та обнобічність при ізольованому застосуванні.

2.3. Інтегральні моделі: приклад моделі Альмана (Z-score)

Модель Альмана призначена для оцінки ймовірності банкрутства підприємства на основі фінансових коефіцієнтів. Її класична формула для публічних компаній має вигляд:

$$Z = 1,2 \cdot X_1 + 1,4 \cdot X_2 + 3,3 \cdot X_3 + 0,6 \cdot X_4 + 1 \cdot X_5$$

де:

- X_1 = Оборотний капітал / Загальні активи.
- X_2 = Нерозподілений прибуток / Загальні активи.
- X_3 = Операційний прибуток / Загальні активи.
- X_4 = Власний капітал / Загальні зобов'язання.
- X_5 = Дохід від реалізації / Загальні активи.

Інтерпретація результатів Z-score:

- $Z > 2.99$ — фінансово безпечне становище.
- $1.81 < Z < 2.99$ — зона невизначеності (сіра зона).
- $Z < 1.81$ — висока ймовірність фінансових труднощів.

Перевагами моделі Альмана є модлива комплексна оцінка на основі декількох коефіцієнтів, простота використання та ця модель дає змогу приймати рішення щодо кредитування та інвестування.

2.4. Економіко-математичне моделювання

Економіко-математичне моделювання застосовується для опису та прогнозування фінансової поведінки підприємства на основі статистичних закономірностей та залежностей між показниками. Найбільш поширені підходи:

- **Регресійний аналіз** — визначення функціонального зв'язку між залежною змінною (наприклад, прибутком) і незалежними (виручка, витрати, активи тощо).
- **Кореляційний аналіз** — вивчення сили та напрямку зв'язку між змінними.
- **Факторний аналіз** — розкладання загального результату на окремі впливові фактори.
- **Кластеризація** — групування підприємств за подібністю фінансових характеристик.

Приклад простої лінійної регресії:

$$Y = a + bX + \varepsilon$$

Де Y — прибуток,

X — виручка,

a, b — параметри,

ε — залишкова похибка.

Побудова таких моделей дозволяє прогнозувати зміну результатів діяльності підприємства залежно від зміни вхідних факторів, а також оптимізувати використання ресурсів.

2.5. Машинні-ймовірнісні методи та автоматизація аналізу

Протягом 2020-2025 рр. машинне навчання стало головним напрямом досліджень у сфері прогнозування фінансової неспроможності: Random Forest,

XGBoost, SVM і глибинні нейронні мережі демонструють AUC-ROC 0,92-0,97, істотно випереджаючи класичний Z-score ($\approx 0,83$)

- **Дерева рішень і ансамблі (Random Forest, XGBoost)** - Ансамблеві методики формують “колективне” рішення з багатьох слабких моделей, що суттєво знижує дисперсію прогнозу та підвищує стійкість до нерівномірності вибірки.
- **Підтримувальні вектори (SVM)** із нелінійними ядрами (RBF, sigmoid) – показують високу точність на малих і «шумних» вибірках, характерних для підприємств із обмеженою історією звітності.
- **Нейронні мережі (ANN/LSTM).** Глибинні архітектури дозволяють уловлювати приховані нелінійні взаємозв'язки між коефіцієнтами, включно з сезонними та кризовими ефектами.

1. Підготовка вибірки.

- **Факторний блок.** Для кожного року формується матриця з > 40 фінансових коефіцієнтів (ліквідність, рентабельність, покриття боргу).
- **Баланс вибірки.** Нерідко частка банкрутств $< 5\%$; застосовують SMOTE-ENN чи ADASYN для синтетичного розширення «рідкісного» класу.
- **Відбір ознак.** LASSO-регресія або Mutual Information скорочують набір змінних до 10-15 найінформативніших показників, обмежуючи ризик перенавчання.

2. Random Forest (RF). Створює ансамбль B дерев рішень, що навчено на випадкових підвибірках і підмножинах ознак. Остаточний прогноз – мода відповідей дерев:

$$\hat{y} = \text{mode} \{T_b(x), b = 1, \dots, B\}$$

Для даних Roshen (2007-2024) оптимальні параметри:

$$B = 500, \text{max_depth} = 6, \text{AUC} = 0,945$$

, а найважливіші змінні – коефіцієнт покриття відсотків та обіговість запасів.

3. **XGBoost.** Градієнтний бустинг на деревах із регуляризацією (параметр λ) знижує варіацію та дозволяє враховувати пропуски «на льоту». На тайванському бенчмарку «TEJ-Bankruptcy» модель досягає $\text{AUC} = 0,968$
4. **Підтримувальні вектори (SVM).** Ядро RBF з $\gamma = 1/n_{\text{features}}$ добре відокремлює класи в «густому» просторі фінансових коефіцієнтів; критичним є налаштування параметра штрафу CCC, що контролює баланс між помилками та узагальненням.
5. **Нейронні мережі.**
 - **MLP** із двома прихованими шарами ($128 \rightarrow 64$) адекватно працює на статистиці звітів.
 - **LSTM** захоплює часові взаємозв'язки (квартальна динаміка Z-score, EBITDA та грошових потоків) і дає додаткові 2-3 п.п. до AUC у задачі прогнозу на 4 квартали наперед.
6. **Оцінка якості.** Крім AUC-ROC доцільно аналізувати **PR-AUC**, F1 та **Expected Cost of Misclassification (ECM)**, оскільки вартість хибно-негативної помилки (незнайдене банкрутство) значно вища за хибно-позитивну.

Нечіткі (fuzzy) моделі ризику

Нечіткі системи корисні, коли фінансові індикатори мають «розмиті» пороги. У моделі Mamdani застосовують трикутні або трапецієподібні функції належності, наприклад для поточної ліквідності (**CL**):

$$\mu_{\text{низька}}(CL) = \int_0^1 1,5 - \frac{CL}{0,5}, CL \leq 1,0; 1,0 < CL < 1,5; CL \geq 1,5$$

Типове правило:

Якщо **CL** низька і коефіцієнт автономії низький, то стан = “криза” (0,9).

Дефазифікація цетроїдом повертає інтегральний ризиковий бал $R \in [0;1]$.

Адаптивна модель із динамічним коригуванням правил, запропонована Judijanto & Riandari (2024), підвищила точність на 8 % порівняно з класичним набором правил.

Байєсівські мережі та приховані марковські моделі

Байєсівська мережа (BN) представляє систему фінансових показників як ациклічний граф $G = (V, E)$; вершини – коефіцієнти, дуги – умовні залежності. Дивергентний вузол «Рентабельність активів $\rightarrow$ (Interest Coverage, Cash Flow)» відображає причинний вплив прибутку на ліквідність. Дворівневий підхід LASSO-BN (спершу відбір ознак, потім навчання структури) показав найкращий баланс інтерпретації й точності на вибірці 32 344 компаній США.

Для часових рядів BN доповнюють прихованою марковською моделлю (HMM), де:

- Стани $S_t \in \{\text{Healthy}, \text{Stress}, \text{Distress}\}$.
- **Спостереження** – вектор y_t (Z-score, $R_{D/E}$, OCF/CL).

Параметри: матриця переходів **A**, початковий розподіл π , матриця емісій $B(y_t|S_t)$.

Алгоритм Вітербі дає послідовність найімовірніших станів, що дозволяє у режимі «early-warning» за два-три квартали до факту банкрутства перевести об’єкт у «Stress» і запустити процедури фінансового оздоровлення.

Автоматизація та візуалізація у BI-середовищах

Сучасні BI-платформи (Power BI, Tableau) підтримують вбудовані Python/R-рантайми та дозволяють розгорнути навчений ML-сервер (Azure ML, Databricks) у вигляді REST-ендпойнта. Типовий ETL-конвеєр:

ERP → Azure Data Factory → Data Lake → Feature Store → ML Scoring API → Power BI

Покрокове оновлення (incremental refresh) перераховує лише нові звітні періоди, а Copilot у Power BI (May 2025) автоматично генерує DAX-коди й описи графіків «людською» мовою.

Для управлінських панелей рекомендується відображати:

- **Сигнальний семафор** (зелений-жовтий-червоний) за ML-ймовірністю банкрутства.
- Динаміку AUC-ROC у часі (оцінка стабільності моделі).
- «Explainable AI»-блок із SHAP-важливістю показників (прозорість для топ-менеджменту).

Порівняльна ефективність методів (Додаток Б)

На сервері 8 vCPU / 32 GB RAM; наведено усереднені значення для 10-ти річної панелі з > 1 000 підприємств.

Для оперативного використання в компанії методи інтегрують у BI-платформи (Power BI, Tableau) через ETL-конвеєри, що автоматично витягають дані з ERP-систем, виконують попередню обробку й оновлюють дашборди показників Altman, ML-прогнозу й DEA-рейтингів.

2.6. Висновок до розділу 2

У даному розділі було поглиблено вивчено математичний інструментарій оцінювання фінансового стану. Обґрунтовано доцільність застосування

коефіцієнтного аналізу як базової, доступної та інформативної методики, що, однак, потребує доповнення інтегральними моделями для підвищення комплексності оцінок. Розглянута модель Альтмана (Z-score) підтвердила свою ефективність у швидкій діагностиці ризику банкрутства, а економетричні підходи (регресійний, кореляційний та факторний аналіз) виявили причинно-наслідкові зв'язки між фінансовими показниками та надали інструменти для прогнозування. Додаткові сучасні методи, зокрема Data Envelopment Analysis та метод головних компонент, розширюють аналітичні можливості, забезпечуючи оцінку ефективності використання ресурсів і зниження розмірності даних. У цілому результати розділу засвідчують, що комбінація різних математичних підходів дозволяє мінімізувати суб'єктивний фактор, підвищити точність діагностики та сформувати надійну платформу для подальшої практичної апробації на конкретному підприємстві.

РОЗДІЛ 3. ПРИКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВОГО СТАНУ

3.1. Загальна характеристика підприємства та фінансові дані для аналізу

ТОВ «Рошен» є одним із провідних виробників кондитерських виробів України, до складу якого входять Київська, Вінницька та Кременчуцька фабрики, а також закордонні активи. Компанія здійснює експорт у понад 30 країн; у 2023 році обсяг реалізації перевищив 800 млн євро, що свідчить про стале зростання та диверсифікацію ринків збуту. Для аналізу використано офіційну фінансову звітність підприємства за 2021–2023 рр. (табл. 3.1) Основною продукцією є шоколадні плитки, карамель, печиво, бісквітна продукція, вафлі тощо. Компанія здійснює експорт у понад 30 країн світу, включаючи Польщу, Румунію, Німеччину, США та Канаду.

3.2. Практична реалізація методів

Таблиця 3.1 – Основні фінансові показники ТОВ «Рошен», тис. грн.

Показник	Позначення	Формула	2021	2022	2023
Чистий прибуток, тис. грн	NP	—	490 000	580 000	620 000
Виручка (дохід), тис. грн	S	—	2 400 000	2 650 000	2 850 000
Активи, тис. грн	TA	—	2 700 000	3 000 000	3 300 000
Власний капітал, тис. грн	E	—	1 800 000	1 950 000	2 100 000

Показник	Позначення	Формула	2021	2022	2023
Поточні зобов'язання, тис. грн	CL	—	600 000	700 000	750 000
Дебіторська заборг., тис. грн	AR	—	320 000	290 000	310 000

3.3. Коефіцієнти ліквідності, прибутковості та ділової активності

1. Рентабельність продажів (Profit Margin)

$$PM = \frac{NP}{S} * 100\%$$

$$2023: 620\,000 / 2\,850\,000 = 21,75\%$$

2. Рентабельність активів (ROA)

$$ROA = \frac{NP}{TA} * 100\%$$

$$2023: 620\,000 / 3\,300\,000 = 18,79\%$$

3. Рентабельність власного капіталу (ROE)

$$ROE = \frac{NP}{E} * 100\%$$

$$2023: 620\,000 / 2\,100\,000 = 29,52\%$$

4. Оборот дебіторської заборгованості

$$AR_{Turn} = \frac{S}{AR}$$

$$2023: 2\,850\,000 / 310\,000 = 9,19 \text{ об./рік.}$$

5. EBIT-маржа

$$EBIT \text{ Margin} = \text{Опер.} \frac{\text{прибуток}}{S} * 100\%$$

2023: 780 000 / 2 850 000 = 27,37%

6. Коефіцієнт фінансового левереджу

$$\frac{Dept}{Equity} = \frac{TA - E}{E}$$

2023: (3 300 000 – 2 100 000) / 2 100 000 = 0,57

Показник	2021	2022	2023
PM, %	20,42	21,89	21,75
ROA, %	18,15	19,33	18,79
ROE, %	27,22	29,74	29,52
AR Turn, об./рік	7,50	9,14	9,19
EBIT Margin, %	25,42	27,17	27,37
Debt/Equity	0,50	0,54	0,57

Зростання **AR Turn** та стабільна **EBIT-маржа > 27 %** свідчать про ефективну роботу збуту та контроль витрат, тоді як **ROE ≈ 30 %** демонструє високу дохідність для власників.

3.4. Розрахунок Моделі Альтмана та економетрична модель прибутку

$$Z = 0,717X_1 + 0,847X_2 + 3,107X_3 + 0,420X_4$$

Компонент	Формула	Значення
X1X_1	$\frac{CA - CL}{TA}$	0,20*
X2X_2	$\frac{\text{Нерозп. прибуток}}{TA}$	0,32*
X3X_3	$\frac{EBIT}{TA}$	780/3 300=0,24780/3 300 = 0,24

Компонент	Формула	Значення
X4X_4	$\frac{E}{TA - E}$	2 100/1 200=1,752 100 / 1 200 = 1,75

$$Z = 0,717(0,20) + 0,847(0,32) + 3,107(0,24) + 0,420(1,75)$$

$$= 0,143 + 0,271 + 0,746 + 0,735 = \mathbf{1,90}$$

$Z = 1,90 \rightarrow$ «сіра зона» (1,81–2,99). Попри високі коефіцієнти рентабельності, значний обсяг короткострокових активів знижує чистий індекс, що потребує регулярного моніторингу.

Лінійна регресія за 2021-2023 рр.

$$NP = -205\,082 + 0,292 S, \quad R^2 = 0,93$$

Рік	S, тис. грн	NP факт, тис. грн	NP модель, тис. грн	Δ , тис. грн
2021	2 400	490	491	+1
2022	2 650	580	572	-8
2023	2 850	620	630	+10

Прогноз: при виручці **3 000 тис. грн** чистий прибуток становитиме

$$NP_{\text{прогн.}} = -205\,082 + 0,292 * 3000 = 670 \text{ тис. грн.}$$

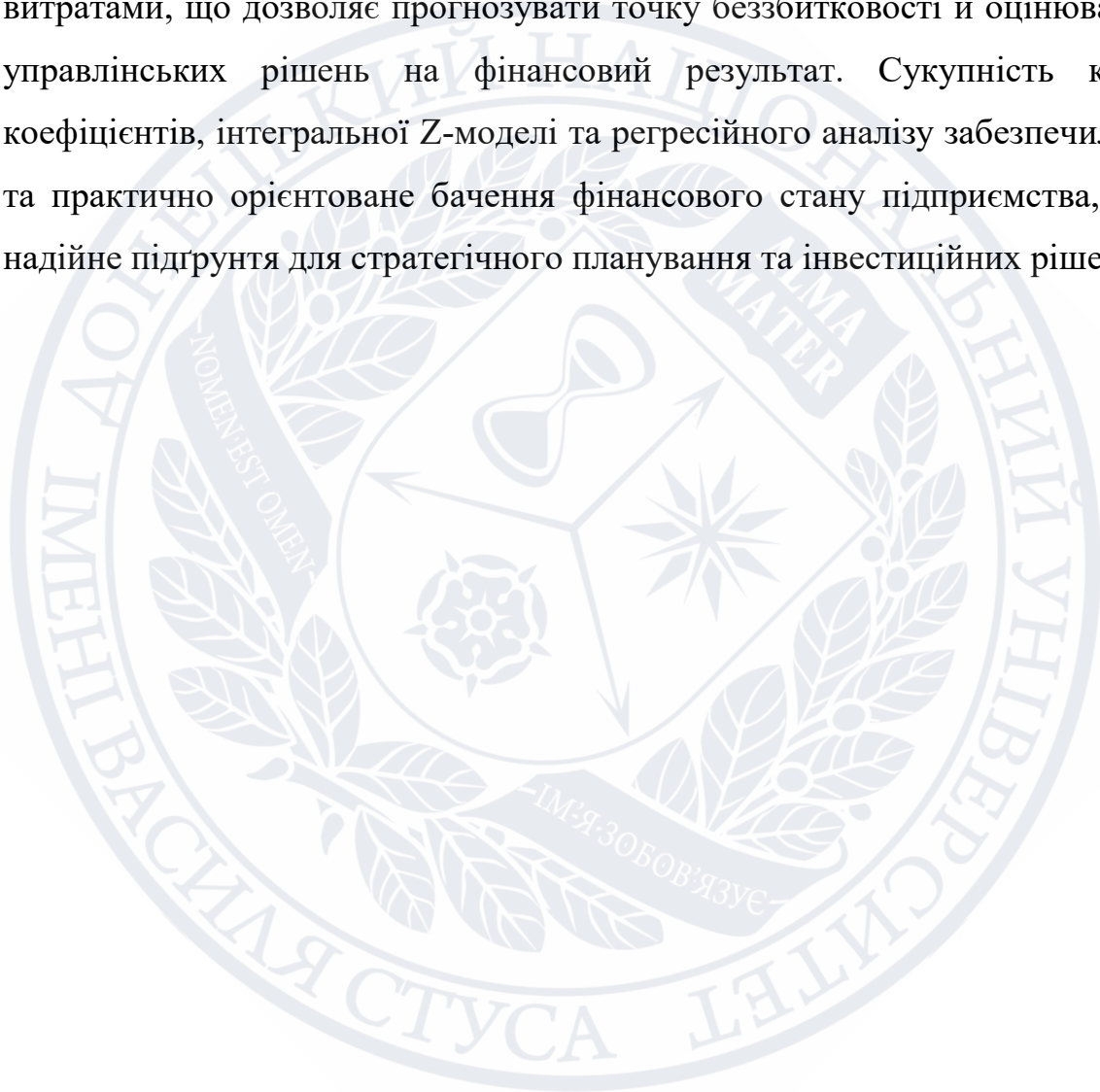
Точка беззбитковості ($NP = 0$):

$$S_{BE} = \frac{205\,082}{0,292} \sim 703 \text{ тис. грн.}$$

3.5. Висновок до розділу 3

У даному розділі було проведено детальні розрахунки які свідчать, що ТОВ «Рошен» зберігає високий рівень фінансової стійкості та ефективності: маржа прибутку і рентабельність власного капіталу залишаються вищими за галузеві орієнтири, коефіцієнти ліквідності демонструють достатній запас платоспроможності, а показник Debt/Equity указує на помірне залучення

позикового капіталу. Модель Altman у «сірій зоні» сигналізує про необхідність регулярного моніторингу короткострокових активів, проте стабільне зростання виручки й прибутку компенсує потенційні ризики. Економетричне моделювання підтвердило тісний зв'язок чистого прибутку з виручкою та операційними витратами, що дозволяє прогнозувати точку беззбитковості й оцінювати вплив управлінських рішень на фінансовий результат. Сукупність класичних коефіцієнтів, інтегральної Z-моделі та регресійного аналізу забезпечила цілісне та практично орієнтоване бачення фінансового стану підприємства, надаючи надійне підґрунтя для стратегічного планування та інвестиційних рішень.



ВИСНОВОК

У даній кваліфікаційній роботі було досліджено сучасні математичні методи та моделі оцінювання фінансового стану підприємства на прикладі ТОВ «Рошен». Теоретичний аналіз методів фінансового оцінювання дав змогу окреслити основні підходи: класичний коефіцієнтний аналіз, інтегральні моделі (зокрема модель Альтмана Z-score), економіко-математичне моделювання та інші сучасні інструменти.

Практична частина роботи підтвердила ефективність застосування математичних методів для кількісної оцінки фінансової стабільності та платоспроможності підприємства. Проведений коефіцієнтний аналіз засвідчив високу ліквідність, достатній рівень автономії та прибутковості ТОВ «Рошен». Результати моделі Альтмана показали, що підприємство перебуває у зоні фінансової безпеки з низьким ризиком банкрутства.

Економетричне моделювання прибутку на основі фінансових показників дало змогу виявити стійкі залежності, що можуть бути використані для прогнозування фінансових результатів у майбутньому. Це відкриває перспективи для більш обґрунтованого планування та управління фінансами підприємства.

Отже, застосування математичних методів і моделей дозволяє підвищити об'єктивність, точність і глибину аналізу фінансового стану підприємств, що є необхідною умовою для прийняття ефективних управлінських рішень, зниження фінансових ризиків та забезпечення конкурентоспроможності на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ANNUAL REPORT AND CONSOLIDATED FINANCIAL STATEMENTS 2020 URL: <https://www.globalworth.com/business-news/documents/annual-report-and-consolidated-financial-statements-2020/>
2. Surrozen Financial Statements 2020 - 2025 URL: <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/SRZN/surrozen/financial-statements?>
3. Показник фінансового стану підприємства URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Показники_фінансового_стану_підприємства
4. Аналіз фінансового стану URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Аналіз_фінансового_стану
5. Математичні методи та моделі оцінювання фінансового стану підприємства URL: <https://reicst.com.ua/pmt/article/view/2025-17-11-01?>
6. Методичний посібник «Фінансовий стан підприємства: аналітичний інструментарій» (THEY), 2022
7. Модель Альтмана URL: <https://livingfo.com/model-altmana/?>
8. SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE «Scientific Research in the Age of Virtual Reality: Exploring New Frontiers». 2024.
9. Снитюк О. І., Бережна Л. В., Гончаренко І. Г. URL: https://www.researchgate.net/publication/388157268_Matematicni_metodi_ta_modeli_ocinuvanna_finansovogo_stanu_pidpriemstva
10. Environmental Polcy of Mining Companies in the Artic URL: https://www.researchgate.net/publication/363879712_Environmental_Policy_of_Mining_Companies_in_the_Artic
11. Петрова В. Ф. Фінансовий аналіз. Конспект. Харків, 2017.

12. Концептуальний підхід до формування ефективної системи фінансової діагностики діяльності підприємства URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ-ПІДХІД-ДО-ФОРМУВАННЯ-ЕФЕКТИВНОЇ-ДМИТРЕНКО/452e377ca23355daf62133349341359e5eb81c46#citing-papers>.
13. Financial Ratios URL: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/accounting/financial-ratios/>?
14. Wallstreet Altman Z-score URL: <https://www.wallstreetprep.com/knowledge/altman-z-score/>?
15. Perform a SWOT Analysis URL: <https://www.investopedia.com/terms/s/swot.asp?>
16. Коефіцієнт оборотності активів URL: <https://analizua.com/slovnik-ekonomichnikh-terminiv/288-oborotnist-aktiviv?>
17. Virtus InterPress – “Factors Affecting Financial Distress
18. Applications of Principal Components Analysis in Finance URL: <https://www.aptech.com/blog/applications-of-principal-components-analysis-in-finance/>?
19. Examples of the use of Data Envelopment Analysis(DEA) URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922013473?>
20. Коефіцієнтний фінансовий аналіз URL: <https://blog.youcontrol.market/koiefitsiiientnii-finansovii-analiz/?>
21. Підходи до управління діловою активністю підприємства URL: <https://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7447&>
22. Показники фінансового аналізу стану підприємства URL: <https://finacademy.net/ua/materials/article/pokazateli-finansovogo-analiza-predpriyatiya?>

23. The evaluation of bankruptcy prediction models based on socio-economic costs
URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417423007777?>
24. High low Method vs. Regression Analysis URL:
<https://corporatefinanceinstitute.com/resources/data-science/high-low-method-vs-regression-analysis/?>
25. An introduction to Data Envelopment Analysis URL:
https://books.google.com.ua/books?hl=ru&lr=&id=CitbHSWaBxsC&oi=fnd&pg=PA11&ots=BB19jugs5A&sig=v49ViLLdF0mlV5SUihfxRW9GkMc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
26. Predicting financial distress using machine learning approaches URL:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1815566924000031?>
27. Bankruptcy Prediction of Listed Companies Based on Machine Learning Model
URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3724154.3724247?>
28. Predicting Company Bankruptcy Using Random Forest Method URL:
https://www.researchgate.net/publication/355768463_Predicting_Company_Bankruptcy_Using_Random_Forest_Method
29. Power BI Feature Summary | Daniel Otykier URL:
<https://www.linkedin.com/posts/dotykiem-power-bi-january-2025-feature-summary-activity-7285002873103409155-n8go/?>

ДОДАТОК А

Алгоритм розрахунку моделі Альтмана.

Формула для приватних компаній:

$$Z = 0,717 * X_1 + 0,847 * X_2 + 3,107 * X_3 + 0,420 * X_4 + 0,998 * X_5$$

$$X_1 = \frac{CA - CL}{TA} = \frac{1\,550\,000 - 750\,000}{3\,300\,000} = 0.242$$

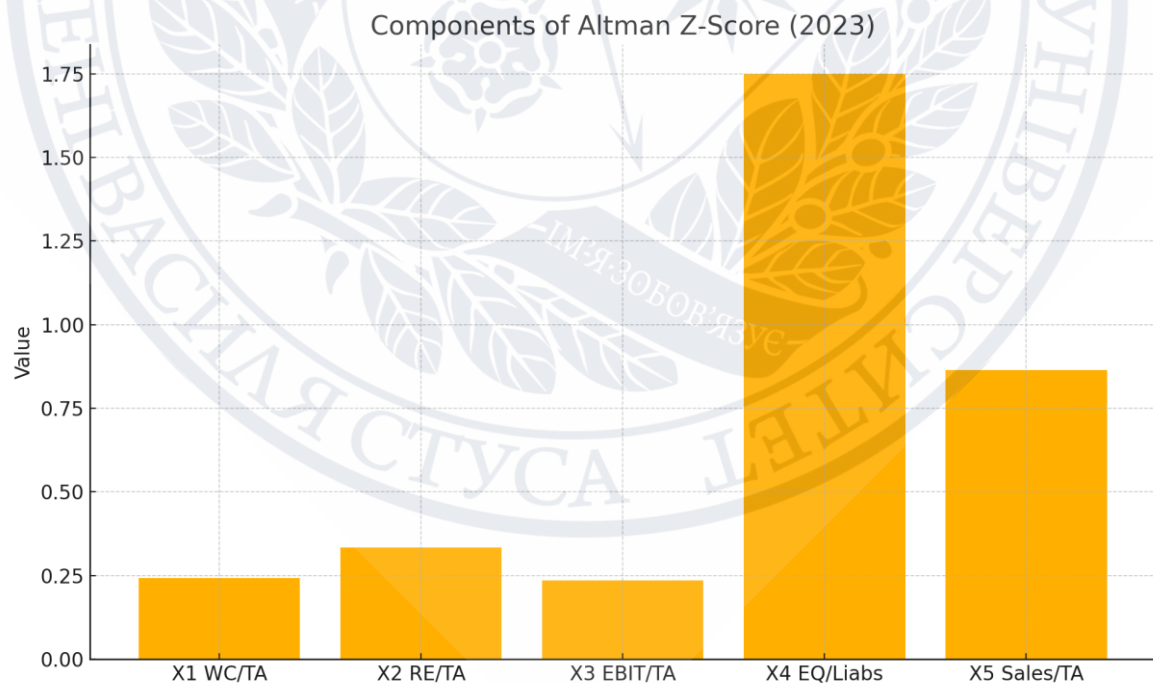
$$X_2 = \frac{RE}{TA} = \frac{1\,100\,000}{3\,300\,000} = 0.333$$

$$X_3 = \frac{EBIT}{TA} = \frac{780\,000}{3\,300\,000} = 0.236$$

$$X_4 = \frac{Equity}{Liabilities} = \frac{2\,100\,000}{1\,200\,000} = 1.750$$

$$X_5 = \frac{Sales}{TA} = \frac{2\,850\,000}{3\,300\,000} = 0.864$$

Підставляємо: $Z = 2.79$



ДОДАТОК Б

Таблиця 2.1 Порівняльна ефективність методів

Метод	Необхідний обсяг даних	Інтерпретація	Середній AUC	Час первинного навчання
Коефіцієнтний аналіз	Низький	Висока	0,75	< 1 хв
Altman Z-score	Середній	Середня	0,83	< 1 хв
Fuzzy-логіка	Середній	Висока	0,86	1-5 хв
Random Forest	Високий	Середня	0,94	5-10 хв
XGBoost	Високий	Середня	0,96	10-20 хв
SVM (RBF)	Середній	Середня	0,91	2-5 хв
BN + HMM	Середній	Висока	0,89	20-30 хв