

ОЦІНКА ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА  
МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯASSESSMENT OF CORPORATE FINANCIAL SECURITY  
USING MACHINE LEARNING METHODS

Стаття присвячена аналізу та вдосконаленню економіко-математичних моделей прогнозування банкрутства українських компаній на основі фінансових показників. Досліджено світовий досвід оцінки фінансової безпеки підприємств. Розглянуто можливість використання методів машинного навчання для прогнозування фінансової безпеки підприємства. Визначено фінансові показники, які впливають на ймовірність банкрутства компанії. Базою дослідження виступає фінансова звітність 570 українських компаній переробної промисловості. У дослідженні використано сучасні методи машинного навчання такі як логістична регресія, RandomForest, XGBoost, SVM та нейронні мережі, алгоритм XGBoost, для прогнозування ймовірності банкрутства українських компаній. Здійснено оцінювання якості прогнозів за допомогою показників F-beta 2, ROC AUC, Accuracy. Доведено, що саме модель XGBoost з налаштованими параметрами є найбільш оптимальною для задачі прогнозування банкрутства українських компаній. Обґрунтовано доцільність практичного використання побудованої моделі для управління підприємством, зокрема виявлення потенційних фінансових проблем і своєчасного впровадження антикризових заходів.

**Ключові слова:** фінансова безпека, прогнозування, банкрутство підприємства, машинне навчання, фінансові показники.

This article investigates the development and comparative analysis of advanced machine learning methodologies for bankruptcy prediction, utilizing financial indicators from a comprehensive dataset of Ukrainian companies. Additionally, it provides practical recommendations for the application of these models in domestic enterprises, specifically within the context of crisis management. The study addresses various methods and models from both international and domestic literature for evaluating financial security and bankruptcy probability, including well-known models by E. Altman and R. Liss, as well as models by O. Tereshchenko and A. Matviychuk. The article proposes a machine learning solution using a dataset of 570 Ukrainian companies, balanced and encompassing 22 financial indicators for the period of 2014 to 2018. The study employs classic Logistic Regression and four advanced algorithms – Random Forest, XGBoost, SVM, and neural networks. The quality of models was evaluated using F-beta 2, ROC AUC, and Accuracy metrics. The article emphasizes the importance of Recall in evaluating the models, as missing a bankruptcy prediction can be more detrimental than a false positive. The results show that, with proper parameter adjustments and regularization to avoid overfitting, XGBoost performs the best, making it a highly effective tool for predicting company bankruptcies. The findings underscore XGBoost superior predictive accuracy and stability, which is crucial for reducing risks and enhancing the financial stability of enterprises. The model's high accuracy and relevance offer substantial potential for practical applications in the financial sector, enterprise management, investment activities, and public policy. Implementing these advanced machine learning methods in Ukraine's relatively unstable economic conditions could provide critical support for maintaining business stability and fostering economic growth. The core of the research highlights the importance of financial security for businesses as a cornerstone of their economic stability, emphasizing that it allows for the identification of potential threats and risks, enabling timely and effective solutions through the company's strengths to ensure sustainable financial health and future growth.

**Key words:** financial security, forecasting, enterprise bankruptcy, machine learning, financial indicators.

УДК 330.4

DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.13-15>

**Біличенко М.М.**<sup>1</sup>

аспірант,

Національний авіаційний університет

**Bilychenko Maksym**

National Aviation University

**Постановка проблеми.** Сучасні економічні умови в Україні вимагають від підприємств високого рівня фінансової безпеки для забезпечення стійкості та конкурентоспроможності на ринку. Зростаючий рівень фінансових ризиків, викликаний повномасштабною війною, економічною невизначеністю та впливом глобальних ринкових тенденцій у довгостроковій перспективі, підкреслює необхідність мати та використовувати надійні методи оцінки фінансової безпеки. Особливо актуальним це питання стане при визначенні інвестиційної привабливості в період післявоєнної відбудови економіки України.

Традиційні методи аналізу часто не здатні враховувати всі фактори та швидкі зміни, що відбуваються на ринку, що може призводити до неточних прогнозів і неефективних управлінських рішень.

Використання методів машинного навчання для оцінки фінансової безпеки підприємств відкриває нові горизонти у точності та швидкості аналізу, дозволяючи враховувати велику кількість чинників впливу та виявляти складні взаємозв'язки між ними.

Актуальність цієї теми обумовлена необхідністю адаптації до нових викликів, що постають перед підприємствами в умовах швидкозмінного бізнес-середовища, та забезпечення фінансової стійкості як ключового фактору успішного розвитку. Правильна оцінка фінансової безпеки не лише допомагає знизити ризики, а й сприяє прийняттю обґрунтованих стратегічних рішень, що є критично важливим для довгострокового зростання українських підприємств.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В українській та світовій науковій літературі

<sup>1</sup> ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4657-1039>

досить повно розглядалися теоретичні засади оцінки та аналізу фінансової безпеки підприємства. Свій науковий доробок у розвиток теорії фінансової безпеки внесли такі зарубіжні вчені, як: М. Гордон [1], Р. Кларк [2], П. Крістофферсен [3], Ф. Кломан [4], а також вітчизняні – О. Ареф'єва [5], О. Барановський [6], Л. Козак [7], О. Журавка [8] та інші.

Практична оцінка фінансової безпеки компаній зазвичай зводиться до використання найбільш відомих дискримінантних моделей (таких як модель Е. Альтмана або О. Терещенка) для дослідження рівня ймовірності банкрутства одиничних українських компаній. Так, у роботі Волкова Н. та Степанко О. [9] проведена діагностика ймовірності банкрутства ТОВ «ВІНІНТЕРТРЕЙД – АВТО» за моделлю Е. Альтмана в період 2019–2023 рр, а в роботі Седікова І. [10] розраховані коефіцієнти фінансової безпеки підприємства з використанням моделей Е. Альтмана, Р. Ліса, О. Терещенка, А. Матвійчука та інших на прикладі трьох зернопереробних підприємств Одеської області протягом 2017–2019 років.

В той же час, міжнародні дослідження в більшості стосуються побудови та адаптації більш сучасних підходів машинного навчання для прикладної оцінки ймовірності банкрутства компаній на великому наборі даних компаній з різних галузей. Одним з прикладів таких робіт є дослідження [11], у якому використано кілька сучасних технік машинного навчання таких як методи опорних векторів (SVM), Naive Bayes, логістична регресія та інші для прогнозування банкрутства турецьких компаній у період 2015–2019 років. Загалом, проблемою оцінки фінансової безпеки на основі прогнозування банкрутства займалися багато іноземних вчених, що видно з кількості опублікованих робіт з використанням нових алгоритмів [12]. Але більшість існуючих робіт пов'язані з використанням класичних логістичних моделей або нейронних мереж, і дуже мала кількість досліджень використовує ансамблеві моделі машинного навчання такі як XGBoost та Random forest. Крім того, практичне використання сучасних методів машинного навчання до оцінки фінансової безпеки українських компаній раніше не було реалізовано.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Метою статті є порівняння найбільш сучасних підходів машинного навчання до проблеми прогнозування банкрутства підприємства переробної промисловості з використанням фінансових показників та побудова власної моделі на матеріалах статистичної звітності українських компаній.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Фінансова безпека суб'єктів підприємництва є складовою частиною їх економічної безпеки. В науковій літературі існує багато різноманітних

визначень цьому фундаментальному поняттю. Багато визначень було наведено та систематизовано у роботах Чеберяко О. та Кривовяз М. [13], Краснокутської Н. та Коптева Г. [14], Сердюкова К. та Головченко Ю [15]. Проаналізувавши різні визначення, можна узагальнити, що фінансова безпека підприємства – це система, яка дає змогу виявити потенційні загрози і ризики, оперативно знайти шляхи їх попередження за допомогою можливостей і сильних сторін підприємства, що дасть гарантію забезпечення стійкого фінансового стану компанії та можливість подальшого розвитку.

У фаховій літературі існує багато різних підходів до визначення рівня фінансової безпеки та її складових. Це пов'язано зі спробою авторів врахувати різні аспекти діяльності підприємства та необхідністю використовувати велику кількість фінансово-економічних показників. У роботі [16] представлена класифікація всіх підходів до оцінки фінансової безпеки підприємства на основі наступних груп: метод інтегрального оцінювання, метод індикаторного оцінювання та метод оцінювання на основі аналізу банкрутства. Перші дві групи методів є дуже спрощеними та використовуються при оцінці загального рівня фінансової безпеки підприємства, які потребують найменше витрат часу та спеціальних умінь. Метод оцінювання на основі аналізу ймовірності банкрутства дає більшу точність та є більш поширеним для якісного та повноцінного визначення рівня фінансової безпеки підприємства. Найпоширенішими є зарубіжні моделі Е. Альтмана, Р. Ліса, Р. Таффлера, Г. Тішоу, Г. Спрінгейта та моделі вітчизняних науковців О. Терещенка, А. Матвійчука. Кожна з них має свої переваги та недоліки, проте всі вони мають фіксовані індикативні коефіцієнти та не можуть бути адаптовані чи доповнені іншими фінансовими показниками. Які враховують особливості підприємства та вплив зовнішнього середовища компанії.

В процесі дослідження було сформовано навчальний набір даних, який був використаний для тренування та прогнозування банкрутства українських компаній. В якості основної галузі була обрана переробна промисловість, оскільки ця галузь є критично важливою для економіки України та характеризується високою динамікою та обсягами виробництва. Крім того, саме переробна промисловість є однією з найбільш вразливих до впливу економічних коливань. Аби забезпечити збалансованість даних для подальшого моделювання сформований набір включав як компанії-банкрути, так і аналогічну кількість компаній, які не стали банкрутами і продовжують функціонувати на ринку України.

Оскільки основна ідея дослідження полягає у прогнозуванні банкрутства компанії на основі фінансових показників, то для кожної компанії з

визначеного списку було підготовлено пакет відповідних фінансових показників на основі даних статистичної звітності (форма № 1 «Баланс» та форма № 2 «Звіт про фінансові результати»). Для врахування всіх факторів та побудови універсальної моделі періодом дослідження був обраний від 2014–2020 роки. Вибір саме такої періодичності пов'язано з економічної кризою під час пандемії Covid-19 та початком повномасштабних військових дій на території України, що стало форс мажорними обставинами з точки зору фінансової безпеки українських компаній. Крім того, щоб модель мала прикладний зміст, тобто її можна було практично використовувати на підприємствах і формувати рекомендації, було прийнято рішення залишити лише дані за один рік для однієї компанії за наступною логікою:

для компаній банкрутів: дані за два роки до дати банкрутства;

для компаній не-банкрутів: один рік із наявних даних, при цьому зберігаючи загальний розподіл по роках для аналізу компаній банкрутів і не банкрутів (табл. 1).

Таблиця 1

**Розподіл компаній за роками на основі яких будувались моделі**

Рік	Кількість компаній не банкрутів	Кількість компаній банкрутів
2014	82	70
2015	64	65
2016	60	50
2017	67	35
2018	46	31

Останнім кроком підготовки даних було створення набору фінансових індикаторів, на основі яких і відбувається побудова економіко-математичних моделей. Вибір показників здійснювався на основі аналізу міжнародної та вітчизняної наукової літератури щодо прогнозування банкрутств компаній, а також попередніх досліджень, щодо впливу фінансових показників на фінансово-економічну стабільність підприємства [17; 18]. Фінальний перелік змінних для моделювання наведено у табл. 2.

Таким чином, був сформований набір даних для 570 українських компаній, який включає 22 фінансові індикатори за один рік діяльності компанії в період 2014-2018 років. Важливо зазначити, що 44% компаній цієї вибірки стали банкрутами, що робить набір даних збалансованим і придатним для подальшого економіко-математичного моделювання.

В процесі підготовки даних було проведено нормування даних та заповнення пропущених значень середнім значенням відповідної змінної

для кожного підприємства. Кореляційний аналіз, результати якого у вигляді матриці попарної кореляції представлений на рис. 1, показав, що жодна змінна не має кореляції вище 0,8 з будь-якою іншою змінною, що є прийнятним результатом для використання цього набору змінних для подальшого моделювання. Отже, сформований набір фінансових індикаторів дозволяє здійснити ефективно моделювання для прогнозування банкрутства українських компаній, підтримуючи валідність і корисність моделі в практичному застосуванні.

Наступним етапом для побудови коректної моделі, яка повинна мати достатню узагальнюючу здатність, є поділ всього набору даних на дві групи: тренувальну та тестову. Подальше навчання та валідація моделей проводилась на тренувальному наборі даних, а тестовий набір даних використовувався як незалежний стандарт для оцінки якості фінальних моделей. В даному випадку весь набір даних було поділено у відношенні 70% на 30% відповідно, при цьому зберігаючи однакову пропорцію банкрутів в обох групах.

Існує велика кількість методів та моделей, які можна застосувати для прогнозування ймовірності банкрутства компаній, оскільки в даному випадку це зводиться до задачі бінарної класифікації. Для визначення найкращої моделі було обрано один класичний алгоритм – логістична регресія, а також чотири більш сучасних підходи – метод випадкових дерев (RandomForest), XGBoost, метод опорних векторів (SVM) та нейронні мережі.

Оцінка побудованих моделей проводилась з використанням різних метрик. У задачі прогнозування банкрутства компанії помилкові негативні результати можуть бути набагато гіршими за помилкові позитивні. Таким чином, модель повинна мати високий показник Recall, навіть якщо це трохи знизить Precision. F-beta 2 дає більше ваги Recall, що дозволяє оцінити модель з точки зору мінімізації критичних помилок, тобто можливості пропуску потенційної компанії банкрута. Таким чином, для було обрано наступні метрики для оцінки якості моделей:

1. F-beta 2 – метрика, що фокусується на важливості Recall для мінімізації критичних помилок.
2. ROC AUC – метрика для оцінки загальної здатності моделі розрізняти класи, що допомагає порівняти моделі по їх здатності до класифікації.
3. Accuracy – метрика корисна для загального уявлення якості моделей, оскільки тренувальний та тестовий набори даних були збалансованими.

Моделі тренувалися на навчальному наборі даних з використанням 5-fold крос-валідації, а фінальні оцінки на валідаційних наборах даних усереднювалися за кожним алгоритмом. На основі отриманих результатів щодо оцінки кожної моделі, які представлені в табл. 3, можна зробити висновок, що моделі RandomForest та

**Змінні моделі прогнозування банкрутств українських компаній**

<b>Змінна</b>	<b>Формула</b>	<b>Економічна сутність</b>
X1	Чистий прибуток / Загальна вартість активів	Є вимірником ефективності використання активів підприємства, і показує дохід, одержаний на грошову одиницю активів.
X2	Валовий прибуток / Загальні поточні зобов'язання	Показує, наскільки компанія здатна покрити свої короткострокові зобов'язання за рахунок валового прибутку.
X3	Валовий прибуток / Загальна вартість активів	Показує ефективність використання загальних активів компанії для генерування валового прибутку.
X4	Валовий прибуток / Загальний виторг	Показує частку валового прибутку у загальному обсязі продажів, що свідчить про здатність компанії генерувати прибуток.
X5	Запаси / Загальний виторг	Допомагає оцінити ефективність управління запасами та швидкість їх обертання
X6	Загальний виторг поточного року / Загальний виторг минулого року	Показує темп зростання продажів, дозволяючи оцінити динаміку розвитку бізнесу
X7	Чистий прибуток / Загальний виторг	Відображає прибутковість компанії після вирахування всіх витрат і податків.
X8	Валовий прибуток за 3 роки / Загальний виторг	Відображає ефективність використання активів для генерування прибутку в середньостроковій перспективі
X9	(Загальні оборотні активи – Загальні поточні зобов'язання) / Загальна вартість активів	Відображає здатність компанії покривати свої зобов'язання за рахунок найбільш ліквідних активів.
X10	(Загальні пасиви – Гроші та їх еквіваленти) / Загальний виторг	Допомагає оцінити навантаження на виручку компанії з боку її боргових зобов'язань.
X11	Загальні оборотні активи / Загальні поточні зобов'язання	Відображає короткострокову фінансову стійкість та ліквідність компанії
X12	Запаси / Собівартість реалізованої продукції	Показує ефективність управління запасами відносно витрат на виробництво продукції
X13	Загальні оборотні активи / Загальні зобов'язання	Показує здатність компанії покривати свої загальні зобов'язання за рахунок поточних активів
X14	Загальні поточні зобов'язання / Собівартість реалізованої продукції	Дозволяє оцінити, яка частка витрат фінансується за рахунок короткострокових зобов'язань
X15	Загальний власний капітал / Основні засоби	Відображає, якою мірою власний капітал покриває довгострокові інвестиції компанії
X16	Загальні довгострокові зобов'язання / Загальний власний капітал	Відображає рівень рентабельності власного капіталу за різних варіантів структури капіталу
X17	Загальний виторг / Запаси	Відображає ефективність управління запасами і швидкість їх реалізації
X18	Загальний виторг / Дебіторська заборгованість	Показує, як ефективно компанія управляє своєю дебіторською заборгованістю
X19	Загальний виторг / Основні засоби	Відображає продуктивність необоротних активів у створенні доходів
X20	Гроші та їх еквіваленти / Загальні поточні зобов'язання	Показує здатність компанії покривати свої короткострокові зобов'язання виключно за рахунок наявних грошових коштів
X21	Загальний власний капітал / Загальні пасиви	Показує, наскільки компанія фінансується власними коштами порівняно з залученими зобов'язаннями, що є показником її фінансової стійкості та незалежності.
X22	Загальний виторг / Загальна вартість активів	Характеризує ефективність використання ресурсів, залучених для організації виробництва

XGBoost показують найкращі результати, тому вони були вибрані для подальшого аналізу та перевірки.

Далі був проведений процес вибору найкращих параметрів з використанням методу Grid Search

для моделей RandomForest та XGBoost на тренувальному наборі даних, після чого заключним етапом була перевірка результатів на тестовому наборі даних, який не використовувався до цього. Варто зауважити, що в процесі перевірки модель

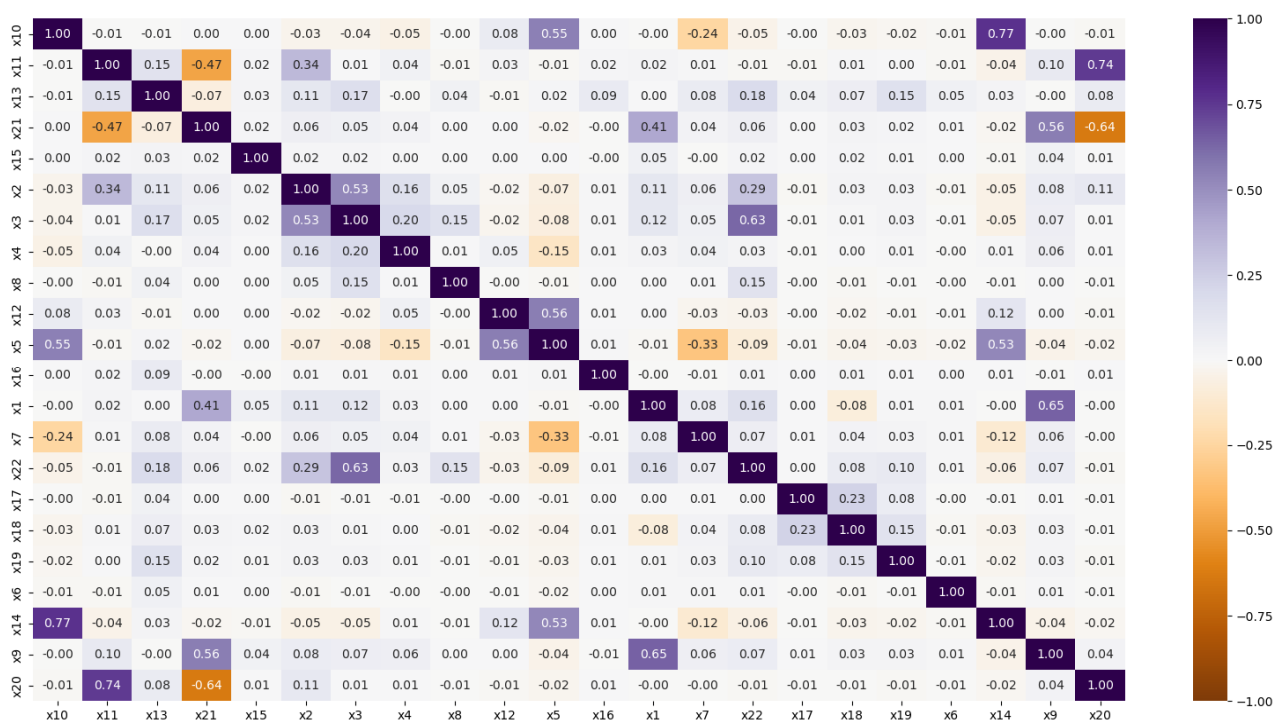


Рис. 1. Графік попарної кореляції змінних у сформованому наборі даних

XGBoost показала ознаки перенавчання, оскільки значення F-beta 2 на тренувальній вибірці було значно вище, ніж на тестовому наборі даних. Проблема перенавчання може мати негативні наслідки, зокрема погану генералізацію і погану якість прогнозів для компаній, які не були представлені у нашому наборі даних, тому для вирішення цієї проблеми було використано регуляризацію L1. Фінальні оцінки найкращих моделей після всіх налаштувань параметрів наведені у табл. 4.

Таблиця 3

### Результати оцінки всіх моделей на валідаційному наборі даних

Модель	Accuracy	ROC AUC	F-beta 2
Логістична регресія	73,2%	80,5%	65,1%
SVM	69,7%	81,0%	61,0%
Нейронна мережа	75,9%	81,5%	69,6%
RandomForest	80,0%	85,8%	77,6%
XGBoost	79,0%	85,9%	75,3%

З таблиці оцінок видно, що точність і консистентність моделі XGBoost з регуляризацією перевищують аналогічні показники RandomForest. Отже, саме модель XGBoost з налаштованими параметрами є найбільш оптимальною для задачі прогнозування банкрутства українських компаній.

**Висновки.** Дане дослідження фокусувалось на побудові та порівнянні передових підходів машинного навчання для прогнозування банкрутства українських компаній з використанням фінансових індикаторів. Проведене дослідження виявило, що модель XGBoost з належним налаштуванням параметрів, показує найвищу ефективність у порівнянні з іншими методами машинного навчання. Отримані результати підкреслюють високу точність і стабільність цієї моделі у прогнозуванні банкрутства, що є важливим кроком до зменшення ризиків і підвищення фінансової стабільності підприємств.

Використання описаного підходу може суттєво підвищити якість управлінських рішень, шляхом надання цінної інформації про можливі ризики

Таблиця 4

### Результати оцінки найкращих моделей після налаштувань параметрів

	Random forest		XGBoost	
	Тренувальний	Тестовий	Тренувальний	Тестовий
Accuracy	83,21%	80,70%	83,96%	81,29%
F Beta 2	79,61%	76,61%	81,44%	77,75%
ROC AUC	82,76%	80,19%	83,67%	80,85%

банкрутства для менеджерів та директорів українських компаній. Це дозволяє підприємствам не лише заздалегідь виявляти потенційні фінансові проблеми, але й своєчасно впроваджувати антикризові заходи. Прикладне використання моделі може полягати в тому, що менеджери та керівники компаній завчасно отримують інформацію про високу ймовірність банкрутства компанії за кілька років до відповідної дати, таким чином вже зараз можуть впроваджувати необхідні антикризові заходи. Завдяки своїй високій точності та релевантності, розроблений підхід може бути широко застосований у фінансовому секторі, управлінні підприємствами, інвестиційній діяльності та державній політиці, що робить його актуальним інструментом у сучасних економічних умовах. Впровадження сучасних методів машинного навчання у відносно нестабільних економічних умовах України може стати важливим інструментом для підтримки стабільності підприємств та розвитку економіки в цілому.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

- Gordon M.J. Towards a Theory of Financial Distress. *Journal of Finance, American Finance Association*. 1971. 26(2). P. 347–356.
- Clarke R.G. *Strategic Financial Management*. Irwin Professional Publishing, 1990. 241 p.
- Christoffersen P. *Elements of Financial Risk Management*. Academic Press, 2011. 344 p.
- Kloman F.H. A Brief History of Risk Management. *Enterprise Risk Management*. 2011. P. 19–29. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118267080.ch2>
- Ареф'єва О.В., Кузенко Т.Б. Планування економічної безпеки підприємств. Київ : Європейський університет, 2004. 170 с.
- Барановський О.І. Фінансова безпека. Київ : Фенікс, 1999. 338 с.
- Козак Л.С., Багровецька І.В. Концептуальні та методичні засади формування механізму забезпечення фінансової безпеки підприємства. *Економіка і управління*. 2008. № 13. С. 97–101.
- Журавка О.С., Бондаренко Є.К. Теоретичні аспекти формування системи фінансової безпеки підприємства. *Інноваційна економіка*. 2012. № 4. С. 234–237.
- Волкова Н., Степанко О. Прогнозування ризику настання банкрутства на підприємстві. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2022. № 2 (02). С. 173–178. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.2-29>
- Седікова І., Седіков Д., Коренман Є. Фінансова безпека підприємства: поняття та критерії оцінки. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2022. № 11. С. 86–94. DOI: <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2022.11.12>
- Aker Y., Karavardar A. Using machine learning methods in financial distress prediction: sample of small and medium sized enterprises operating in Turkey. *Ege Academic Review*. 2023. 23(2). P. 145–162. DOI: <https://doi.org/10.21121/eab.1027084>

12. Shi Y., Li X. An overview of bankruptcy prediction models for corporate firms: A systematic literature review. *Intangible Capital*. 2019. № 15(2). P. 114–127. DOI: <https://doi.org/10.3926/ic.1354>

13. Чеберяко О.В., Кривовяз М.А. Структурні елементи системи забезпечення фінансової безпеки підприємства. *Ефективна економіка*. 2015. № 10. С. 19–34.

14. Краснокутська Н.С., Коптєва Г.М. Дефініція поняття «фінансова безпека підприємства»: основні підходи та особливості. *БІЗНЕС-ІНФОРМ*. 2019. № 7. С. 14–19.

15. Сердюков К.Г., Головченко Ю.В. Теоретичні аспекти фінансової безпеки підприємства. *Економіка та суспільство*. 2017. № 9. С. 627–631.

16. Ситник Н., Бацман І. Оцінка рівня фінансової безпеки підприємства (на прикладі підприємства ТзОВ «Уніплит»). *Галицький економічний вісник*. 2023. Том 82. № 3. С. 98–105.

17. Пінчук С.С., Соколова Е.О. Оцінка рівня фінансової безпеки підприємства залізничного транспорту з використанням інтегрального показника банкрутства. *Ефективна економіка*. 2021. № 5. DOI: [10.32702/2307-2105-2021.5.73](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.5.73)

18. Hamdi M, Mestiri S, Arbi A. Artificial intelligence techniques for bankruptcy prediction of Tunisian companies: an application of machine learning and deep learning-based models. *Journal of Risk and Financial Management*. 2024. № 17(4):132. DOI: <https://doi.org/10.3390/jrfm17040132>

#### REFERENCES:

- Gordon M. J. (1971). Towards a Theory of Financial Distress [Towards a Theory of Financial Distress]. *Journal of Finance, American Finance Association*, 26(2), 347–356.
- Clarke, R. G. (1990). *Strategic Financial Management* [Strategic Financial Management]. Irwin Professional Publishing.
- Christoffersen, P. (2011). *Elements of financial risk management* [Elements of financial risk management]. Academic Press.
- Kloman F. H. (2011). A Brief History of Risk Management [A Brief History of Risk Management]. *Enterprise Risk Management*, 19–29. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118267080.ch2>
- Arefieva O. V., Kuzenko T. B. (2004). Planuvannia ekonomichnoyi bezpeky pidpriemstv [Planning of economic security of enterprises]. *Yevropeyskyi universytet*.
- Baranovskyi O. I. (1999). *Finansova bezpeka* [Financial security]. Feniks.
- Kozak L. S., Bahrovetska I. V. (2008). Kontseptualni ta metodychni zasady formuvannia mekhanizmu zabezpechennia finansovoi bezpeky pidpriemstva [Conceptual and methodical principles of the formation of the mechanism for ensuring the financial security of the enterprise]. *Ekonomika i upravlinnia*, 13, 97–101.
- Zhuravka O. S., Bondarenko Ye. K. (2012). Teoretichni aspekty formuvannia systemy finansovoi bezpeky pidpriemstva [Theoretical aspects of the formation of the system of financial security of the enterprise]. *Innovatsiina ekonomika*, 4, 234–237.

9. Volkova N., Stepanko O. (2022). Prohnozuvannia ryzyku nastannia bankrutstva na pidpriemstvi [Forecasting the risk of bankruptcy at the enterprise]. *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka*, 2 (02), 173–178. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.2-29>
10. Sedikova I., Sedikov D., Korenman Ye. (2022). Finansova bezpeka pidpriemstva: poniattia ta kryterii otsinky [Financial security of the enterprise: concepts and assessment criteria]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriya: Ekonomika*, 11, 86–94. DOI: <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2022.11.12>
11. Aker, Y., Karavardar, A. (2023). Using machine learning methods in financial distress prediction: sample of small and medium sized enterprises operating in Turkey [Using machine learning methods in financial distress prediction: sample of small and medium sized enterprises operating in Turkey]. *Ege Academic Review*, 23(2), 145–162. DOI: <https://doi.org/10.21121/eab.1027084>
12. Shi Y., Li X. (2019). An overview of bankruptcy prediction models for corporate firms: A systematic literature review [An overview of bankruptcy prediction models for corporate firms: A systematic literature review]. *Intangible Capital*, 15(2), 114–127. DOI: <https://doi.org/10.3926/ic.1354>
13. Cheberiyako O. V., Kryvoviaz M. A. (2015). Strukturni elementy systemy zabezpechennia finansovoi bezpeky pidpriemstva [Structural elements of the system of ensuring financial security of the enterprise]. *Efektivna ekonomika*, 10, 19–34.
14. Krasnokutska N. S., Koptieva H. M. (2019). Definiitsia poniattia «finansova bezpeka pidpriemstva»: osnovni pidkhody ta osoblyvosti [Definition of the concept of "financial security of the enterprise": main approaches and features]. *BIZNESINFORM*, 7, 14–19.
15. Serdiukov K. H., Holovchenko Yu. V. (2017). Teoretychni aspekty finansovoi bezpeky pidpriemstva [Theoretical aspects of financial security of the enterprise]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 9, 627–631.
16. Sytnyk N., Batsman I. (2023). Otsinka rivnia finansovoi bezpeky pidpriemstva (na prykladi pidpriemstva TzOV «Uniplyt») [Assessment of the level of financial security of the enterprise (on the example of Uniplyt LLC)]. *Halyskyi ekonomichnyi visnyk*, 82(3), 98–105.
17. Pinchuk S. S., Sokolova E. O. (2021). Otsinka rivnia finansovoi bezpeky pidpriemstva zaliznychnoho transportu z vykorystanniam intehralnogo pokaznyka bankrutstva [Assessment of the level of financial security of the railway transport enterprise using the integral indicator of bankruptcy]. *Efektivna ekonomika*, 5. DOI: [10.32702/2307-2105-2021.5.73](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.5.73)
18. Hamdi M, Mestiri S, Arbi A. (2024). Artificial intelligence techniques for bankruptcy prediction of Tunisian companies: an application of machine learning and deep learning-based models [Artificial intelligence techniques for bankruptcy prediction of Tunisian companies: an application of machine learning and deep learning-based models]. *Journal of Risk and Financial Management*, 17(4):132. DOI: <https://doi.org/10.3390/jrfm17040132>