

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Навчально-науковий інститут прикладного системного аналізу
Кафедра математичних методів системного аналізу**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Оксана ТИМОЩУК

«__» _____ 2025 р.

**Дипломна робота
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Системний аналіз і управління»
спеціальності 124 «Системний аналіз»
на тему: «Оцінка фінансових ризиків для підприємства»**

Виконав:

студент IV курсу, групи КА-15
Карпенко Денис Романович _____

Керівник:

доцент, доктор філософії з комп'ютерних наук,
Гуськова Віра Геннадіївна _____

Консультант з економічного розділу:

доцент, к.е.н. Рощина Надія Василівна _____

Консультант з нормоконтролю:

к.ф.-м.н. Статкевич Віталій Михайлович _____

Рецензент:

Асистент кафедри ШІ, к.т.н.

Осауленко В'ячеслав Миколайович _____

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2025 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий інститут прикладного системного аналізу
Кафедра математичних методів системного аналізу

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 124 «Системний аналіз»

Освітньо-професійна програма «Системний аналіз і управління»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Оксана ТИМОЩУК

«__» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

Карпенку Денису Романовичу

1. Тема роботи «Оцінка фінансових ризиків для підприємства», керівник роботи Гуськова Віра Геннадіївна, доцент, PhD, затверджені наказом по університету від «26» травня 2025 р. №1759-с.
2. Термін подання студентом роботи _____
3. Вихідні дані до роботи: навчально-методична література.
4. Зміст роботи: дослідження предметної області у сфері фінансових ризиків підприємства; вибір та обґрунтування підходів і методів оцінювання фінансових ризиків; побудова та реалізація прототипу моделі прогнозування фінансових ризиків; аналіз отриманих результатів та оцінка ефективності застосованого методу.
5. Перелік ілюстративного матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо): презентація для захисту дипломної роботи.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний	Рощина Н.В., доц., к.е.н.		

7. Дата видачі завдання

Календарний план

N з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування тематики дослідження	06.02.2025 – 10.02.2025	Виконано
2	Оформлення вступної частини	01.04.2025 – 05.04.2025	Виконано
3	Огляд літератури та аналіз предметної області	06.04.2025 – 15.04.2025	Виконано
4	Написання першого та другого розділів	16.04.2025 – 28.05.2025	Виконано
5	Програмна реалізація прототипу	29.04.2025 – 10.05.2025	Виконано
6	Затвердження теми дипломної роботи	01.05.2025 – 03.05.2025	Виконано
7	Написання третього розділу	11.05.2025 – 17.05.2025	Виконано
8	Написання економічного розділу	18.05.2025 – 23.05.2025	Виконано
9	Кінцеве оформлення дипломної роботи та переліку джерел посилання	24.05.2025 – 28.05.2025	Виконано
10	Попередній захист дипломної роботи	6.06.2025	Виконано
11	Захист дипломної роботи	17.06.2025 – 22.06.2025	

Студент

Денис КАРПЕНКО

Керівник

Віра ГУСЬКОВА

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 150 с., 15 табл., 13 рис., 4 додатки, 56 джерел.

ФІНАНСОВІ РИЗИКИ, ПРОГНОЗУВАННЯ, МАШИННЕ НАВЧАННЯ, РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ, ОЦІНКА РИЗИКУ, АНАЛІТИКА ДАНИХ, XGBOOST, RANDOM FOREST.

Об'єкт дослідження – фінансово-господарська діяльність підприємства в умовах невизначеності та впливу ризик-факторів.

Постановка задачі – провести дослідження предметної області, проаналізувати існуючі методи оцінки фінансових ризиків, вибрати та обґрунтувати ефективні підходи прогнозування, реалізувати програмний прототип оцінки ризиків із застосуванням моделей машинного навчання, а також проаналізувати точність прогнозування.

Мета роботи – розробка та експериментальне дослідження моделей для оцінки й прогнозування фінансових ризиків підприємства з використанням сучасних методів аналітики та інтелектуального аналізу даних.

Отримані результати – розроблено програмний прототип системи оцінки фінансових ризиків, реалізовано й протестовано кілька моделей прогнозування, визначено ключові фактори ризику, проведено порівняльний аналіз точності моделей та сформульовано практичні рекомендації щодо їх застосування.

Практичне значення – результати дослідження можуть бути використані керівництвом підприємств для підвищення ефективності управління фінансовими ризиками, ухвалення обґрунтованих рішень, зниження ймовірності втрат та забезпечення стабільного розвитку бізнесу.

Програмна реалізація – програмну частину реалізовано засобами мови Python із використанням відповідних бібліотек для аналізу та моделювання.

ABSTRACT

Thesis: 150 p., 15 tabl., 13 fig., 4 app., 56 ref.

FINANCIAL RISKS, FORECASTING, MACHINE LEARNING, REGRESSION MODELS, RISK ASSESSMENT, DATA ANALYTICS, XGBOOST, RANDOM FOREST.

Object of research – the financial and economic activity of an enterprise under uncertainty and risk influence.

Problem statement – to explore the subject domain, analyze existing financial risk assessment techniques, select and justify efficient forecasting approaches, implement a software prototype for risk assessment using machine learning models, and evaluate prediction accuracy.

Purpose of the thesis – to develop and experimentally study models for assessing and forecasting financial risks of an enterprise using modern data analysis and machine learning methods.

Results obtained – a software prototype for financial risk assessment was developed, several forecasting models were implemented and tested, key risk factors were identified, model performance was compared, and practical recommendations for application were proposed.

Practical significance – the research results can be used by enterprise management to enhance financial risk management, make informed decisions, reduce potential losses, and support sustainable business development.

Software implementation – the solution was implemented using Python programming language and relevant analytical and modeling libraries.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА	
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ ПІДПРИЄМСТВ	
УКРАЇНИ.....	
1.1. Об’єкт дослідження.....	12
1.2. Актуальність побудови прогнозів для оцінки банкрутства підприємств України.....	16
1.3. Економічна сутність, класифікація та особливості фінансових ризиків у діяльності підприємств.....	21
1.4. Класифікація фінансових ризиків.....	31
1.5. Вплив ризиків на стабільність підприємства.....	38
1.6. Огляд існуючих інструментів для прогнозування банкрутства.....	44
1.7. Наукова новизна та практична значущість.....	47
1.8. Висновки до розділу 1.....	49
РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ	
ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ.....	
2.1. Методи Value at Risk (VaR).....	52
2.2. Регресійні моделі.....	58
2.3. Логіт і пробіт моделі.....	59
2.3.1. Логістична регресія.....	60
2.3.2. Пробіт-модель.....	62
2.4. Інтелектуальні методи аналізу даних.....	65
2.4.1. Деревя рішень.....	65
2.4.2. Мережі Байєса.....	68
2.5. Аналіз фінансової звітності (коефіцієнтний аналіз, Zscore).....	72
2.6. Оцінка якості результатів.....	75
2.6.1. Показники якості моделей.....	82
2.6.2. Показники якості прогнозів.....	84

2.7. Висновки до розділу 2.....	89
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ПОЧАТКОВИХ ДАНИХ ТА ПОБУДОВА ОЦІНКИ	
ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ.....	91
3.1 Структура фінансових ризиків підприємства.....	91
3.2 Аналіз початкових даних для оцінки ризику банкрутства.....	92
3.2.1 Опис початкових даних.....	92
3.2.2 Аналіз складових колонок початкового набору даних.....	95
3.2.3 Перетворення колонок початкового набору даних.....	97
3.3 Підготовка даних до моделювання та моделювання.....	98
3.3.1 Логістична регресія.....	99
3.3.2 Дерево рішень.....	103
3.3.3 Модель Z-score.....	107
3.3.4 Наївний байєсівський класифікатор.....	111
3.4 Висновки до розділу 3.....	112
РОЗДІЛ 4 ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО	
ПРОДУКТУ.....	115
4.1 Постановка задачі проектування.....	116
4.2 Обґрунтування функцій програмного продукту.....	117
4.3 Обґрунтування системи параметрів програмного продукту.....	122
4.4 Аналіз експертного оцінювання параметрів.....	125
4.5 Аналіз рівня якості варіантів реалізації функцій.....	129
4.6 Економічний аналіз варіантів розробки ПП.....	130
4.7 Вибір кращого варіанту ПП техніко-економічного рівня.....	134
4.8 Висновки до розділу 4.....	135
ВИСНОВКИ.....	136
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	138
ДОДАТОК А ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУП ТА ВИДІВ ФІНАНСОВИХ	
РИЗИКІВ.....	145
ДОДАТОК Б ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДІВ ФІНАНСОВИХ	
РИЗИКІВ.....	146

ДОДАТОК В МЕТОДИ ОЦІНКИ РИЗИКІВ ПІДПРИЄМСТВА.....	148
ДОДАТОК Г АЛГОРИТМИ АНАЛІЗУ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ.....	150
ДОДАТОК Д ПРЕЗЕНТАЦІЯ.....	151

ВСТУП

Актуальність дослідження. У сучасних умовах господарювання, особливо в період повномасштабної війни в Україні, підприємства функціонують у середовищі підвищеної невизначеності, що зумовлює зростання рівня усіх видів ризиків, передусім фінансових. Воєнні дії, руйнування логістичних зв'язків, коливання валютного курсу, обмеження на зовнішні ринки та нестабільність податково-бюджетної політики створюють серйозні виклики для фінансової стійкості суб'єктів господарювання. У таких умовах проблема ефективного управління фінансовими ризиками набуває виняткового значення як на національному рівні, так і безпосередньо в межах окремих підприємств.

Фінансові ризики є невід'ємною складовою системи підприємницьких ризиків, що виникають внаслідок коливань ринкової кон'юнктури, інфляційних процесів, зміни вартості капіталу, нестабільності макроекономічного середовища та дефіциту достовірної інформації для прийняття управлінських рішень. Їхня своєчасна ідентифікація, оцінка та мінімізація є необхідними умовами забезпечення стабільності, рентабельності та конкурентоспроможності підприємства в умовах воєнного та післявоєнного відновлення економіки.

В умовах економічної турбулентності, що посилюється не лише глобальними кризовими процесами, а й тривалою воєнною агресією Російської Федерації проти України, стратегічне управління фінансовими ризиками є критично важливим елементом системи фінансового управління. Формування ефективної системи управління ризиками дозволяє підприємствам адаптуватися до зовнішніх викликів, мінімізувати можливі втрати та зберігати операційну стабільність.

Актуальність теми зумовлена також необхідністю удосконалення методичних підходів до оцінювання фінансових ризиків, адаптації сучасних

інструментів ризик-менеджменту до українських реалій, а також впровадження системного контролінгу як підсистеми фінансового управління. Зокрема, контролінг фінансових ризиків забезпечує інформаційно-аналітичну підтримку процесу прийняття рішень, однак його цілісна концепція у вітчизняній науковій і прикладній площині поки не сформована повною мірою.

Питання теоретико-методологічного забезпечення управління фінансовими ризиками розглядалися у працях вітчизняних і зарубіжних учених, серед яких: І. А. Бланк, В. В. Вітлінський, В. І. Грачов, М. І. Диба, О. В. Лактіонова, І. В. Томащук, А. Дайле, Т. Райхман, Д. Хан, П. Хорват та інші. У своїх дослідженнях вони акцентують на важливості використання сучасних інструментів ризик-менеджменту, а також на необхідності адаптації світового досвіду управління ризиками до умов функціонування українських підприємств.

Метою даного дослідження є комплексна оцінка фінансових ризиків суб'єктів господарювання та визначення ефективних підходів до їх ідентифікації, аналізу й управління задля забезпечення фінансової стійкості в умовах економічної нестабільності.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:

- 1) з'ясувати економічну сутність, класифікацію та характерні риси фінансових ризиків у діяльності підприємств;
- 2) охарактеризувати основні види фінансових ризиків та визначити їх роль у системі корпоративного ризик-менеджменту;
- 3) дослідити функції управління фінансовими ризиками та розглянути сучасні методичні підходи до їх прогнозування й мінімізації;
- 4) проаналізувати актуальні інструменти оцінки ймовірності настання кризових ситуацій, зокрема моделей прогнозування банкрутства;
- 5) здійснити оцінювання рівня фінансових ризиків на основі системи показників та економіко-математичних методів;

б) визначити ефективність запропонованих підходів до ризик-менеджменту на основі порівняльного аналізу.

Об'єктом дослідження є процес управління фінансовими ризиками в діяльності суб'єктів господарювання в умовах ринкової економіки.

Предметом дослідження виступає система теоретичних, методичних і прикладних підходів до ідентифікації, оцінювання та управління фінансовими ризиками підприємств.

Методи дослідження. У дослідженні використано комплекс загальнонаукових та спеціалізованих методів: діалектичний метод – для розкриття сутності фінансових ризиків та їх взаємозв'язків із фінансовими результатами діяльності; методи теоретичного узагальнення та порівняльного аналізу – для систематизації існуючих підходів до класифікації та управління ризиками; логіко-історичний метод – для вивчення еволюції концепцій ризик-менеджменту; структурно-хронологічний підхід – для аналізу фінансових показників у динаміці; економіко-математичне моделювання – для прогнозування рівня ризиків і ймовірності банкрутства; методи аналізу та синтезу – для розробки рекомендацій щодо удосконалення системи управління фінансовими ризиками; прогнозування та оцінювання сценаріїв – для визначення можливих відхилень та ризиків у фінансовій діяльності.

Практична значущість дослідження полягає в можливості застосування його результатів у процесі вдосконалення системи управління фінансовими ризиками в організаціях різних галузей економіки. Запропоновані підходи сприятимуть своєчасному виявленню потенційних загроз, мінімізації негативного впливу ризиків на фінансову стабільність та підвищенню ефективності стратегічного планування в умовах невизначеності.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

1.1 Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження в межах теми «Оцінка фінансових ризиків для підприємства» виступає фінансово-господарська діяльність суб'єкта підприємницької діяльності в умовах ринкової трансформації та високого рівня економічної нестабільності, зокрема її елементи, що пов'язані з виникненням, оцінкою та управлінням фінансовими ризиками в умовах воєнного стану, глобальних економічних зрушень і зміни регуляторного середовища.

Сучасне фінансово-економічне середовище характеризується високим рівнем турбулентності, що зумовлюється комплексом взаємопов'язаних чинників: зростанням зовнішніх загроз, зміною структури споживчого попиту, інфляційним тиском, дефіцитом кредитних ресурсів, волатильністю валютних курсів та обмеженістю державних антикризових механізмів. У такому контексті фінансові ризики виступають центральним об'єктом аналітичного та управлінського впливу, оскільки їх реалізація безпосередньо впливає на ключові параметри фінансової стабільності економічних агентів: рівень ліквідності, платоспроможність, прибутковість, ефективність інвестицій, стійкість грошових потоків та загальну вартість бізнесу.

Фінансово-господарська діяльність у ринкових умовах розглядається як багаторівнева динамічна система, у межах якої одночасно реалізуються операційні, інвестиційні, фінансові та зовнішньоекономічні процеси. Кожен з цих процесів містить потенціал для виникнення окремих груп фінансових ризиків, зокрема:

- 1) в операційній площині – ризики порушення платіжної дисципліни, розривів у ланцюгах постачання, нестабільності виробничих витрат;
- 2) в інвестиційній – ризики втрати капіталу, затримки реалізації проєктів, неотримання запланованої дохідності;
- 3) у фінансовій – ризики неплатоспроможності, процентні, валютні, інфляційні ризики, а також ризики структури капіталу;
- 4) у зовнішньоекономічній – ризики, пов'язані з коливанням валютних курсів, митною політикою, політичною нестабільністю та міжнародними обмеженнями.

У сучасних умовах ефективного функціонування будь-якої господарської системи неможливе без цілісного розуміння природи фінансових ризиків та побудови адекватної моделі управління ними, що базується на адаптивності, прогнозуванні та здатності до антикризового реагування.

Фінансові ризики є невід'ємним компонентом усіх ключових напрямів економічної активності, що реалізуються у межах функціонування будь-якого суб'єкта господарювання. Їх прояви є багатогранними, а джерела походження – різноспрямованими, що вимагає структурного аналізу за видами діяльності. Визначення основних зон ризику дозволяє систематизувати підходи до управління ними та сформувану інтегровану стратегію мінімізації фінансових втрат.

Операційна діяльність є базовим напрямом функціонування будь-якої економічної системи та включає в себе повсякденні виробничо-господарські процеси. У межах цього напрямку домінують ризики, пов'язані з:

- 1) дефіцитом обігових коштів, що призводить до втрати платоспроможності у короткостроковому періоді;
- 2) порушенням виробничо-логістичних ланцюгів, особливо в умовах воєнного часу або глобальних економічних зрушень;
- 3) нестабільністю попиту та обсягів реалізації продукції, що безпосередньо впливає на рівень прибутковості та фінансову стабільність;

- 4) зростанням виробничих витрат, включаючи витрати на енергоносії, логістику, сировину тощо.

Інвестиційна діяльність пов'язана з довгостроковими капіталовкладеннями, а отже – з вищим рівнем ризику через обмежену можливість швидкої реакції на зміни зовнішнього середовища. Основні ризики інвестиційного напрямку включають:

- 1) ризик втрати капіталу внаслідок нереалізованих або збиткових проєктів;
- 2) ризик порушення строків реалізації інвестицій, що викликає затримку повернення вкладених коштів і зниження очікуваної доходності;
- 3) нестабільність джерел фінансування, включаючи ускладнений доступ до кредитних ресурсів, зниження рівня довіри інвесторів;
- 4) інноваційний ризик, що виникає при впровадженні нових технологій або продуктів.

Фінансова діяльність охоплює мобілізацію, розподіл та використання фінансових ресурсів. У цьому контексті домінують:

- 1) інфляційні ризики, що призводять до знецінення грошових потоків та активів;
- 2) процентні ризики, пов'язані зі зміною облікової ставки НБУ та ринкових ставок за кредитами/депозитами;
- 3) ризики капітальної структури, зумовлені диспропорцією між власними і позиковими коштами;
- 4) ризик неплатоспроможності, що є наслідком перевищення зобов'язань над активами.

Зовнішньоекономічна діяльність характеризується підвищеною залежністю від глобальних фінансових і політичних процесів. Основні фінансові ризики в цій площині включають:

- 1) валютні ризики, які виникають через коливання курсів обміну іноземної валюти та можуть спричинити суттєві втрати під час експортно-імпортних операцій;
- 2) ризики порушення договірних зобов'язань, що пов'язані з недобросовісністю або неплатоспроможністю закордонних контрагентів;
- 3) митні та регуляторні ризики, що зумовлюються раптовими змінами у зовнішньоекономічній політиці держав;
- 4) геополітичні ризики, пов'язані з впливом міжнародних конфліктів, санкцій або торгових бар'єрів.

Поряд з аналізом видів діяльності, важливо виділити детермінанти ризику, що формують ризикогенне середовище, у якому діють економічні суб'єкти. Вони умовно поділяються на зовнішні (екзогенні) та внутрішні (ендогенні).

До зовнішніх чинників належать:

- 1) макроекономічна нестабільність (рецесія, інфляція, зростання безробіття);
- 2) податково-бюджетна політика (зміни у ставках, порядок сплати податків);
- 3) валютні коливання та девальваційні очікування;
- 4) воєнно-політична ситуація, ризики фізичної деструкції активів;
- 5) зниження купівельної спроможності населення;
- 6) обмеження доступу до зовнішніх ринків капіталу та ресурсів.

До внутрішніх чинників належать:

- 1) нераціональна структура фінансування та дисбаланс між власними і залученими коштами;
- 2) високий рівень дебіторської заборгованості та порушення строків її погашення;
- 3) неефективна система внутрішнього фінансового контролю;

- 4) низький рівень фінансового планування та стратегічного бюджетування;
- 5) недостатня кваліфікація управлінського персоналу та недосконалість інформаційної підтримки;
- б) відсутність сучасної автоматизованої системи ризик-менеджменту.

Таким чином, фінансові ризики формуються в результаті багатофакторної взаємодії внутрішніх і зовнішніх детермінант, а їх прояв залежить від здатності суб'єкта господарювання вчасно виявляти загрози, прогнозувати наслідки та впроваджувати інструменти нейтралізації. Комплексна оцінка цих факторів є передумовою формування дієвої стратегії управління ризиками, що забезпечує довгострокову фінансову стійкість та адаптивність в умовах кризових змін.

1.2 Актуальність побудови прогнозів для оцінки банкрутства підприємств України

В умовах трансформаційної економіки України, яка зазнає глибоких структурних зрушень через тривалу війну, політичну невизначеність, енергетичні виклики та фінансову фрагментацію, суттєво загострюється проблема платоспроможності суб'єктів господарювання. Поєднання воєнного конфлікту, часткової деіндустріалізації, втрати зовнішніх ринків і девальвації національної валюти призвело до суттєвого зниження фінансової стійкості бізнесу в усіх секторах економіки. У цих умовах питання прогнозування фінансової неспроможності перестає бути локальним елементом фінансового аналізу – воно перетворюється на ключову складову управління ризиками як на рівні окремого економічного агента, так і в системі національного фінансового моніторингу.

Актуальність побудови прогнозів щодо ймовірності банкрутства суттєво зростає, оскільки дозволяє не лише вчасно виявити симптоми фінансової деструкції, а й попередити її розвиток через реалізацію антикризових управлінських рішень. У разі ігнорування ранніх сигнальних ознак неплатоспроможності підприємства втрачають можливість рекапіталізації, втрачають кредитну довіру з боку фінансових установ і контрагентів, що призводить до ефекту «доміно» у діловому середовищі.

Національні економічні тенденції останніх років лише підтверджують системність цих загроз: зростає частка суб'єктів господарювання з критичним співвідношенням зобов'язань до активів, зменшується чистий прибуток у базових галузях економіки, скорочується фонд обігових коштів. Зростання дебіторської заборгованості, яка не конвертується в грошові потоки, на тлі одночасного тиску кредиторських зобов'язань призводить до системного дефіциту ліквідності та руйнування фінансової рівноваги.

У цьому контексті надзвичайно важливим є впровадження систем раннього попередження, які базуються на формалізованих моделях прогнозування. Їхня ефективність пояснюється здатністю адаптуватися до змін середовища та оперативно генерувати інформацію про ймовірність настання критичних фінансових станів. Особливу увагу слід приділяти інструментам, що враховують:

- 1) високу динамічність змін макроекономічних показників, таких як облікова ставка НБУ, рівень інфляції, курсова політика;
- 2) нестабільність податково-бюджетного регулювання, що впливає на обсяг фіскального навантаження;
- 3) невизначеність зовнішніх ринків, обмеження експорту, введення квот або санкцій;
- 4) порушення логістичних ланцюгів, які дестабілізують операційні цикли;

- 5) обмеження доступу до банківського кредитування та зовнішнього інвестування, зумовлені високим рівнем ризику та недостатністю заставного забезпечення.

Таким чином, формалізоване прогнозування банкрутства є не лише аналітичним інструментом, а й базовим індикатором фінансової життєздатності суб'єктів економіки, що забезпечує ґрунт для розробки адаптивної стратегії реагування на виклики фінансового середовища. Це підвищує стійкість економіки загалом і створює передумови для її відновлення в умовах пост воєнної реконструкції.

Використання сучасних прогностичних інструментів у системі оцінки фінансових ризиків забезпечує можливість реалізації цілого спектра прикладних і стратегічних завдань, що є критично важливими для забезпечення стабільності суб'єктів господарювання. Насамперед це стосується:

- 1) кількісної оцінки ймовірності банкрутства на основі результатів фінансової звітності та ключових аналітичних показників, що дозволяє ідентифікувати потенційні загрози задовго до їх матеріалізації;
- 2) класифікації суб'єктів господарювання за рівнем фінансового ризику, що є передумовою для вибору релевантних управлінських стратегій та ефективного розподілу ресурсів;
- 3) виявлення найбільш значущих чинників зниження фінансової стійкості, які впливають на динаміку платоспроможності, прибутковості та оборотності капіталу;
- 4) розробки та впровадження адаптивної антикризової політики, спрямованої на посилення фінансової гнучкості, оптимізацію структури зобов'язань і забезпечення достатнього рівня ліквідності в умовах нестабільного економічного середовища.

Застосування таких моделей сприяє підвищенню якості управлінських рішень, зниженню ймовірності фінансових втрат і формуванню дієвої системи превентивного реагування в межах стратегічного планування.

У процесі прогнозування фінансових ризиків та ймовірності банкрутства особливу ефективність демонструють інтегровані економіко-математичні моделі, здатні враховувати багатofакторну природу ризиків та складність взаємозв'язків між фінансовими показниками. Застосування таких інструментів дозволяє забезпечити комплексний підхід до діагностики фінансової стійкості та своєчасного виявлення кризових тенденцій.

Серед найбільш ефективних інструментів прогнозування ймовірності банкрутства та оцінки фінансових ризиків виділяється низка методів, що поєднують у собі економетричний апарат, математичне моделювання та сучасні інтелектуальні системи аналізу. Їх застосування забезпечує глибоку діагностику фінансової ситуації, формалізацію рівня ризику, а також розробку стратегії антикризового реагування. Розглянемо докладніше сутність і переваги кожного з методів:

1. Z-score-аналіз (модель Альтмана) є одним із найвідоміших класичних підходів до ранньої діагностики фінансової нестійкості підприємств. Він ґрунтується на обчисленні інтегрального показника, який формується як зважена сума декількох ключових фінансових коефіцієнтів (рентабельність активів, оборотність капіталу, ліквідність, структура власного капіталу тощо). Отриманий Z-індекс дозволяє класифікувати підприємства за рівнем ймовірності банкрутства: низький ризик, зона невизначеності або висока ймовірність дефолту. Модель широко використовується в міжнародній практиці завдяки простоті застосування та високій прогностичній здатності.

2. Логіт- та пробіт-регресії використовуються для моделювання бінарних подій, зокрема, ймовірності банкрутства (наприклад, 0 – платоспроможність, 1 – неплатоспроможність). Ці моделі дозволяють кількісно оцінити, як зміни фінансових показників (коефіцієнт покриття, співвідношення боргу до активів, рентабельність тощо) впливають на ризик

фінансової неспроможності. Їх перевага – в гнучкості, точності та можливості врахування нелінійних залежностей у фінансових даних.

3. Регресійні моделі дають змогу встановити причинно-наслідкові зв'язки між рівнем фінансового ризику та сукупністю факторів, що його формують. Залежно від цілей дослідження застосовуються однофакторні або багатфакторні моделі, в яких визначаються коефіцієнти чутливості фінансових результатів до окремих ризикових чинників (наприклад, зміни цін, валютних курсів, вартості кредитів тощо). Регресійний аналіз є надзвичайно важливим для кількісного оцінювання ризиків на основі історичних фінансових даних.

4. Метод Value-at-Risk (VaR) широко використовується в інституційному ризик-менеджменті, оскільки дозволяє визначити максимальний очікуваний рівень збитків підприємства за певного горизонту часу при заданій імовірності. Він дає змогу оцінити, яку частину капіталу може бути втрачено у разі реалізації несприятливого фінансового сценарію. Існують декілька підходів до розрахунку VaR (історичне моделювання, метод монте-карло, параметричний підхід), що дозволяє адаптувати його під специфіку аналізованого об'єкта.

5. Мережі Байєса та дерева рішень – це інструменти інтелектуального аналізу даних, що дозволяють будувати прогнози сценарії розвитку подій на основі умовної ймовірності та логіко-структурованих залежностей. Байєсівські мережі ефективні для аналізу латентних (прихованих) взаємозв'язків між ризиками, зокрема, коли пряме статистичне моделювання ускладнене нестачею даних. Дерева рішень, у свою чергу, дозволяють візуалізувати процес прийняття управлінських рішень у ситуаціях невизначеності та оптимізувати вибір стратегії, враховуючи ймовірності й очікувані наслідки.

Впровадження вказаних методів у практику фінансового аналізу сприяє не лише підвищенню точності прогнозів, а й ефективності ризик-менеджменту загалом. Механізми раннього попередження, побудовані на основі зазначених

моделей, дозволяють вчасно коригувати фінансову стратегію, здійснювати реструктуризацію активів, оптимізувати витрати, адаптувати кредитну політику та мінімізувати репутаційні ризики. Це, у свою чергу, підвищує фінансову стійкість суб'єкта господарювання та створює підґрунтя для зміцнення загальноекономічної безпеки держави, особливо в умовах високої невизначеності та структурної трансформації економіки.

Отже, прогнозування ймовірності банкрутства підприємств виступає не лише інструментом діагностики фінансових проблем, але й стратегічною основою для побудови системи антикризового управління. Його актуальність зумовлена потребою в підвищенні ефективності ризик-менеджменту, забезпеченні фінансової гнучкості та збереженні життєздатності бізнесу в умовах турбулентного економічного середовища.

1.3. Економічна сутність, класифікація та особливості фінансових ризиків у діяльності підприємств

Досягнення максимального фінансового результату за умов раціонального використання ресурсів і капіталу в умовах конкурентного середовища є ключовою метою підприємницької діяльності. Це передбачає необхідність зіставлення обсягів авансованих коштів із очікуваним прибутком, що формується в результаті господарської діяльності. Водночас будь-яка підприємницька активність супроводжується потенційною загрозою непередбачених втрат, які мають ймовірнісний характер і зумовлені як специфікою діяльності, так і впливом зовнішнього середовища. Прибуток, як очікуваний результат, тісно пов'язаний із ризиком, оскільки невизначеність є невід'ємною ознакою господарських процесів.

У науковій і нормативній літературі термін «ризик» трактується як ймовірність виникнення несприятливих подій, що можуть спричинити

фінансові втрати. Наприклад, у Постанові Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про управління ризиками, пов'язаними з наданням державних гарантій...» ризик визначається як «можливість настання непередбачених подій (обставин), що призведе до збільшення витрат» [25, с. 78]. Етимологічно термін походить від грецького *risikon* – «скеля», італійського *risico* – «загроза», французького *risque* – «небезпека», що відображає його первісну суть як потенційної загрози втрат у процесі прийняття рішень.

Серед численних підходів до тлумачення поняття «ризик» найбільш поширеним є визначення, запропоноване В.В. Вітлінським, який розглядає ризик як економічну категорію, що відображає специфіку сприйняття невизначеності та конфліктності суб'єктами економічних відносин. Ці характеристики є невід'ємними складовими процесів цілепокладання, управління, прийняття рішень та оцінювання, і водночас обмежуються як можливими загрозами, так і нереалізованими можливостями [5, с.89]. Водночас це визначення має загальний характер і не розкриває специфіки фінансових ризиків, які мають власну природу та форми прояву в умовах господарської діяльності.

У зв'язку з цим доцільно звернутися до вузькоспеціалізованого визначення поняття «фінансовий ризик», яке відображає його як невід'ємну складову фінансової діяльності підприємства. Фінансовий ризик розглядається як сукупність можливих втрат, що виникають внаслідок об'єктивної нестачі, неточності або надлишковості економічної інформації, яка стосується ймовірних або випадкових подій у процесі здійснення господарської діяльності. Такий ризик є кількісно вимірюваним і може бути обґрунтовано оцінений на підставі ймовірності виникнення негативних фінансових наслідків [6, с. 78].

У вітчизняній науковій літературі фінансовий ризик здебільшого трактується як «ризик, що характеризується ймовірністю втрат фінансових ресурсів (грошових коштів) у підприємницькій діяльності» [7]. У такому

формулюванні поняття «фінансовий ризик» фактично ототожнюється з поняттям «комерційний (підприємницький) ризик», що є некоректним із наукової точки зору, оскільки ці терміни позначають різні класи у межах загальної класифікації економічних ризиків. Крім того, ототожнення фінансових ресурсів із грошовими коштами є ще одним суттєвим недоліком, що спотворює розуміння фінансової сутності ризику [8, с. 18].

Більш коректним є визначення, відповідно до якого фінансовий ризик розглядається як ймовірність виникнення непередбачуваних фінансових втрат (зниження доходу, прибутку, часткової чи повної втрати капіталу) в умовах невизначеності фінансової діяльності підприємства [9, с. 501].

Варто зазначити, що у більшості наукових підходів фінансовий ризик асоціюється виключно з негативними наслідками, такими як зниження фінансової результативності чи втрата активів. Проте в реальній практиці ризик є не лише джерелом потенційних втрат, а й чинником, що створює умови для отримання додаткового прибутку. Ігнорування цієї особливості спотворює розуміння сутності фінансового ризику та унеможлиблює побудову ефективної системи ризик-менеджменту. Система управління ризиками, заснована виключно на уникненні ризиків, знижує гнучкість та адаптивність підприємства, що у підсумку негативно впливає на загальну ефективність його діяльності.

Доцільно підкреслити, що фінансовий ризик виникає не лише в межах фінансової діяльності підприємства, а й відображає вартісний вимір змін, що відбуваються в інших видах господарської діяльності. У більшості праць із фінансового менеджменту фінансовий ризик часто трактують як можливу втрату частини фінансових ресурсів [10, с. 99]. Однак таке тлумачення є обмеженим і не враховує багатогранність проявів цього явища.

Характерною рисою фінансового ризику є його тісний зв'язок з рухом фінансових потоків та трансформацією структури фінансових активів підприємства. Це свідчить про те, що виникнення будь-якої форми економічного ризику так чи інакше зумовлює появу фінансового ризику.

Більше того, впровадження методів мінімізації економічних ризиків прямо впливає на зміну рівня та структури фінансових ризиків, що потребує системного підходу до управління ними.

Ще однією важливою особливістю є універсальний характер фінансових ризиків – вони супроводжують підприємство на всіх етапах виробничо-господарського процесу. Їхні прояви можуть бути різними за природою: від ризику процентної ставки при залученні кредитів до ризику неплатоспроможності при реалізації продукції. У цьому контексті доречно навести визначення, згідно з яким фінансовий ризик слід розглядати як випадковий характер формування фінансових потоків, що виникають у процесі функціонування суб'єкта господарювання [11, с. 34].

Економічний ризик характеризується як міра відхилення фактичного значення економічного критерію від його прогнозованого або нормативного рівня, що має чітке економічне наповнення (наприклад, обсяг виробництва, рівень ВВП тощо). Натомість фінансовий ризик відображає можливість зміни вартості економічних результатів, яка формується на основі зазначених економічних параметрів і розподіляється або перерозподіляється через фінансові механізми. Інакше кажучи, фінансовий ризик є проявом нестабільності фінансових відносин у контексті загальної економічної динаміки. Як зазначається в літературі, фінансовий ризик виникає і проявляється в процесі функціонування фінансів, а також завдяки цьому функціонуванню [12, с. 66].

Водночас таке розуміння фінансового ризику суперечить чинному законодавству, відповідно до якого окремі його форми мають чітке правове визначення у сфері страхування. Зокрема, фінансовими ризиками визнаються: страхування кредитів (включаючи відповідальність позичальника за непогашення зобов'язань), страхування інвестицій, страхування валютних втрат, а також страхування гарантій і порук [13, с. 58].

З огляду на викладене, доцільним є розширене трактування фінансового ризику як ризику, що виникає у процесі фінансово-економічної діяльності

суб'єкта господарювання внаслідок відхилення фактичних результатів або засобів їх досягнення від запланованих показників, причому ці відхилення мають вартісне вираження та фінансову природу.

Ризик є невід'ємною складовою підприємницької діяльності, що супроводжує будь-який суб'єкт господарювання незалежно від стадії його розвитку. Повністю усунути ризики неможливо навіть за умов стабільного функціонування підприємства. Неефективне реагування на ризикогенні ситуації з боку керівництва може призвести до негативних наслідків, зокрема фінансових втрат, зниження рентабельності чи банкрутства. Водночас ризик не завжди має суто деструктивний характер – за належного управління він може слугувати джерелом додаткового прибутку та відкривати нові можливості для розвитку [14, с. 69].

Фінансові ризики зумовлені передусім високим рівнем невизначеності зовнішнього середовища, до якого належать економічні, соціальні, політичні та регуляторні чинники. Ці чинники не підконтрольні підприємству, змінюються динамічно та можуть істотно впливати на його фінансову стабільність. Зокрема, їхній несприятливий вплив здатен спричинити збитки або загрожувати ліквідності й платоспроможності суб'єкта господарювання.

Фінансові ризики є ключовими загрозами для фінансової безпеки підприємства, що обумовлює потребу в їх постійному моніторингу, оцінці та розробці ефективних механізмів управління. Варто розрізнити поняття ризику як імовірної загрози втрат і збитку як фактичного прояву реалізованого ризику. Тобто збиток є наслідком, що настає в разі матеріалізації ризикової події [15, с. 77].

У сучасній економічній літературі існує значна кількість підходів до трактування поняття «фінансовий ризик підприємства», що зумовлено складністю, багаторівневістю та багатофакторністю цього явища. Фінансові ризики мають як об'єктивну природу виникнення, пов'язану з невизначеністю зовнішнього середовища, так і суб'єктивну – пов'язану з особливостями прийняття рішень у межах фінансово-господарської діяльності.

Згідно з позицією авторського колективу (Г. Крамаренко, О. Чорна), фінансовий ризик являє собою можливість як втрат, так і отримання додаткового прибутку, що обумовлено коливаннями процентних ставок, валютного курсу, ринкової кон'юнктури, а також управлінськими рішеннями щодо інвестування в ризиковані активи чи диверсифікації діяльності. Вони підкреслюють, що фінансові ризики є постійним супутником підприємницької діяльності, а тому потребують системного аналізу та управління з метою мінімізації ймовірних втрат і максимізації фінансових вигод [16, с. 78].

На думку В.Г. Бабенка, фінансовий ризик є невід'ємною складовою економічної діяльності, яка постає як «тінь» господарських процесів і виникає в умовах невизначеності та суперечностей у відносинах між економічними суб'єктами. Автор зазначає, що фінансовий ризик може бути не лише джерелом негативних наслідків, а й стимулом для інноваційного розвитку та пошуку нових шляхів підвищення ефективності діяльності [17, с. 68].

У свою чергу, М. Діба інтерпретує фінансовий ризик як небезпеку невідповідності фактичних результатів фінансової діяльності суб'єкта господарювання його встановленим цілям і плановим показникам. Така невідповідність може як погіршити фінансовий стан підприємства, так і, навпаки, сприяти розширенню його фінансових можливостей за умови ефективного управління [19].

Фінансовий ризик виступає складним та багатofакторним економічним явищем, яке органічно поєднує в собі невизначеність, динамічність і варіативність наслідків, що виникають у процесі фінансово-господарської діяльності підприємства. Його наявність зумовлена дією широкого спектра зовнішніх і внутрішніх чинників, що не завжди піддаються точному прогнозуванню та контролю. У зв'язку з цим управління фінансовими ризиками потребує системного, інтегрованого підходу, заснованого на всебічному аналізі потенційних загроз, визначенні рівня ризику та оцінці його впливу на фінансову безпеку й стабільність суб'єкта господарювання [5, с. 78]

У науковій літературі виокремлюється низка властивостей фінансового ризику, які визначають його економічну сутність та функціональну роль у системі управління підприємством. Ці характеристики дозволяють більш глибоко зрозуміти механізми виникнення та реалізації фінансових ризиків, а також сформувані ефективні підходи до їх ідентифікації, оцінки та мінімізації.

У таблиці 1.1 подано систематизований перелік основних властивостей фінансового ризику, які доцільно враховувати при побудові сучасної стратегії ризик-менеджменту на підприємстві.

Таблиця 1.1 – Основні властивості фінансового ризику

№	Властивість	Суть характеристики
1	Невизначеність	Неможливість точно передбачити настання подій та їхні фінансові наслідки.
2	Альтернативність	Наявність кількох варіантів рішень з різним рівнем ризику і потенційним результатом.
3	Ймовірність	Оцінка імовірності настання фінансових втрат або вигод.
4	Динамічність	Змінність рівня ризику під впливом внутрішніх та зовнішніх чинників.
5	Значущість	Потенційний вплив ризику на фінансову стійкість підприємства.
6	Стохастичність	Непередбачуваність конкретних наслідків навіть за умов наявної інформації.
7	Флуктуаційність	Здатність ризику змінюватися в межах певного діапазону значень.
8	Спадковість	Імовірність повторної появи аналогічних ризикових ситуацій у майбутньому.
9	Суперечливість	Можливість одночасного існування позитивних і негативних наслідків ризику.
10	Керованість	Здатність частково або повністю впливати на ризик через управлінські рішення.
11	Взаємопов'язаність	Взаємозалежність різних видів фінансових ризиків та посилення їхнього впливу.

Аналіз наведених властивостей фінансового ризику свідчить про складну, багатовимірну природу цього явища, яке водночас поєднує як об'єктивні, так і суб'єктивні чинники. Зокрема, такі характеристики, як невизначеність, стохастичність, флуктуаційність і динамічність, вказують на

нестабільність зовнішнього середовища та неможливість повного контролю за перебігом фінансових процесів. Водночас керованість, альтернативність і взаємопов'язаність підкреслюють важливість активного управлінського впливу на ризик-фактори. Системне врахування цих властивостей у процесі розробки механізмів ризик-менеджменту дозволяє сформувати більш гнучку, адаптивну та ефективну модель управління фінансовими ризиками, спрямовану на підтримку фінансової стійкості підприємства в умовах невизначеності та економічної турбулентності [6, с. 100]

Більш детально охарактеризуємо кожен із видів ризиків (рис. 1.1):

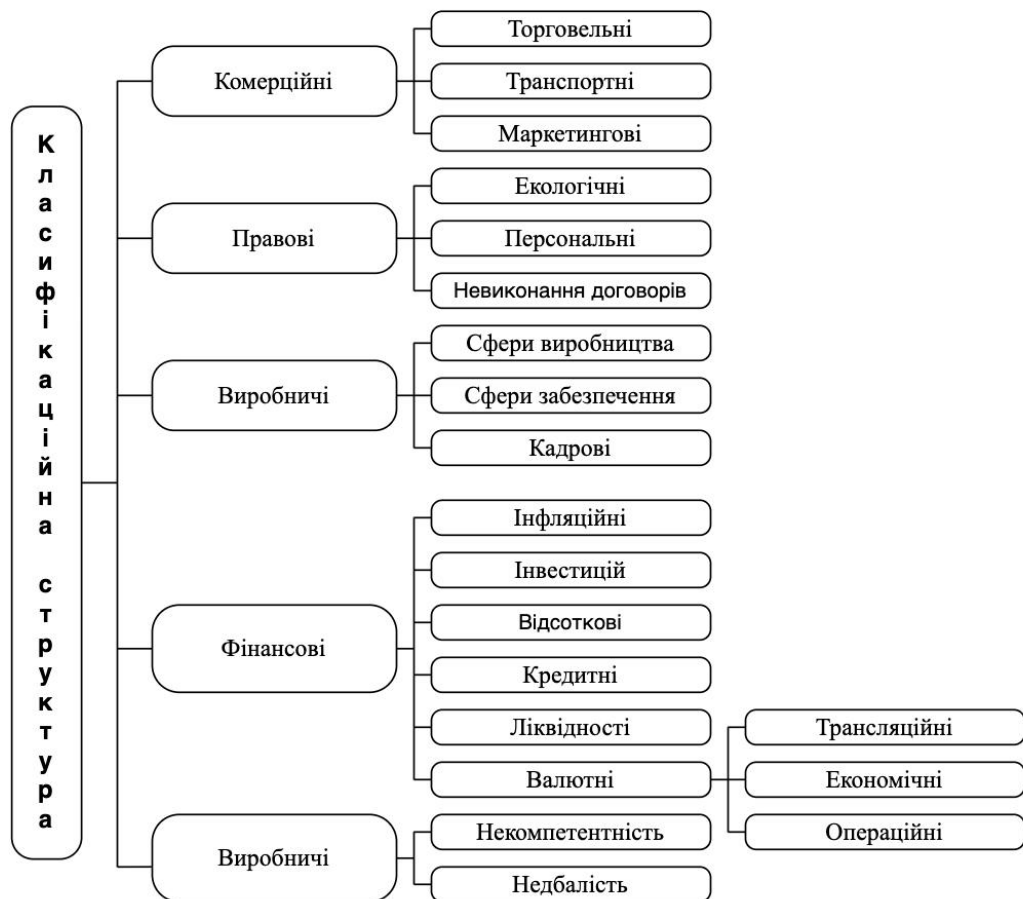


Рисунок. 1.1 – Класифікаційна структура ризиків у діяльності підприємства

Таким чином, валютний ризик слід розуміти як загрозу недоотримання очікуваного фінансового результату внаслідок коливань валютного курсу. Цей

вид ризику є особливо актуальним для підприємств, що здійснюють зовнішньоекономічну діяльність або мають зобов'язання в іноземній валюті. У випадку зниження курсу національної валюти щодо іноземної, підприємство може зазнати втрат у результаті збільшення витрат на обслуговування валютних кредитів, що безпосередньо зменшує його прибутковість або призводить до збитків. Аналогічна ситуація можлива при виконанні контрактів із закордонними партнерами, якщо оплата за продукцію або послуги здійснюється в іноземній валюті. У разі її знецінення підприємство фактично отримає менше коштів у перерахунку на національну валюту, що негативно позначається на фінансових результатах [12, с. 78].

Аналіз наукових підходів до трактування фінансових ризиків дає підстави узагальнити, що це широке економічне поняття, яке охоплює всі види ризиків, пов'язаних із фінансовою діяльністю підприємства. Вони можуть виникати під впливом низки факторів, зокрема змін валютних курсів, відсоткових ставок, ринкової кон'юнктури, інвестиційних умов та інших макро- і мікроекономічних змін. Розуміння природи цих ризиків є важливою умовою для формування ефективної фінансової стратегії підприємства в умовах невизначеності.

Фінансові ризики становлять сукупність загроз, що формують портфель ризиків підприємства – комплекс усіх потенційних ризиків, які супроводжують його фінансово-господарську діяльність. Портфель ризиків може мати як позитивний, так і негативний баланс. У першому випадку домінує ймовірність отримання прибутку, у другому – підвищується ризик понесення збитків. Для забезпечення ефективного управління фінансовими ризиками підприємство має здійснювати систематичний аналіз і оцінку їх значущості. Аналіз дає змогу виявити найбільш критичні загрози, тоді як оцінка дозволяє кількісно визначити ймовірність настання подій та оцінити їхній вплив на фінансовий стан підприємства [13, с. 98].

На основі отриманих результатів формується система управлінських заходів, яка може передбачати зниження ймовірності виникнення ризикових

подій, мінімізацію їхніх наслідків або часткову передачу ризику третім сторонам (страховим компаніям, контрагентам тощо). Окремі види фінансових ризиків мають специфічний вплив на діяльність підприємства. Зокрема, процентний ризик виникає в умовах змін облікових ставок і може призвести до зростання витрат на обслуговування боргових зобов'язань. Інфляційний ризик полягає в знеціненні грошових потоків і активів, що знижує реальну прибутковість фінансових операцій. Інвестиційний ризик пов'язаний із можливістю втрат від реалізації інвестиційних проєктів і здатен суттєво послабити фінансову стабільність підприємства або навіть призвести до його неплатоспроможності [14, с. 50].

Інноваційний ризик виникає в умовах запровадження нових технологій, продуктів або послуг і полягає у ймовірності недоотримання запланованого прибутку або зазнання збитків. Основна причина цього ризику – обмежена прогнозованість ринкової реакції на інновації, що унеможливорює точне оцінювання їх економічної ефективності. Найчастіше інноваційний ризик виявляється в процесі модернізації виробництва, де підприємство стикається з невизначеністю щодо ефективності впроваджуваних змін.

Фінансовий ризик як економічне явище виконує низку важливих функцій, які визначають його сутність і роль у фінансовій системі підприємства. Зокрема, інформаційно-аналітична функція полягає в тому, що фінансовий ризик є джерелом аналітичної інформації про поточний стан фінансового середовища. Аналіз ризиків дає змогу суб'єктам господарювання та органам державного регулювання приймати обґрунтовані управлінські рішення. Регулятивна функція виявляється у впливі на фінансові потоки шляхом стимулювання або стримування активності в окремих секторах фінансової системи [15, с. 77].

Інноваційна функція означає, що наявність ризику спонукає підприємства до пошуку нових підходів в управлінні активами, інвестиціями та зобов'язаннями, тим самим активізуючи інноваційний розвиток. Захисна функція передбачає використання фінансового ризику як інструменту

мінімізації негативних наслідків потенційно небажаних подій, зокрема через систему страхування або диверсифікацію активів.

Таким чином, фінансовий ризик є складною багатокomпонентною категорією, яка не лише відображає рівень невизначеності у фінансовій діяльності, але й виконує важливі аналітичні, регулятивні, мотиваційні та захисні функції. Його багатогранна природа зумовлює як потенційні загрози для суб'єкта господарювання, так і нові можливості для зростання в умовах динамічного ринкового середовища.

1.4 Класифікація фінансових ризиків

Класифікація ризиків є одним із базових та ключових етапів процесу управління ними, оскільки дозволяє структуровано ідентифікувати загрози та обрати відповідні інструменти їх нейтралізації. У практиці побудови системи корпоративного ризик-менеджменту часто застосовується класифікаційна модель, розроблена на основі Generally Accepted Risk Principles (GARP), ініційована аудиторською компанією Coopers & Lybrand. Згідно з нею, ризики поділяються на шість основних груп: ринкові, кредитні, концентраційні, ризики ліквідності, операційні ризики та ризики бізнес-подій [3, с. 89]. Однак зазначена класифікація охоплює переважно фінансові ризики та частково підприємницькі, залишаючи поза увагою ширший спектр економічних загроз, характерних для діяльності суб'єкта господарювання.

У межах фінансової сфери ризики також класифікують за критерієм тривалості можливого настання ризикової події. Виділяють короткострокові фінансові ризики, які мають часово обмежений період дії, та довгострокові (постійні), за яких інтервал потенційної реалізації ризикової ситуації є невизначеним або відкритим у часі [14, с. 20]. Такий підхід дозволяє

ефективніше формувати адаптивні заходи управління ризиками в контексті планування та прогнозування фінансових результатів.

Згідно з науковими джерелами, до найпоширеніших фінансових ризиків, що виникають в умовах невизначеності внутрішнього і зовнішнього середовища фінансової діяльності підприємства, належать: ризик зниження фінансової стійкості, ризик неплатоспроможності, інвестиційний, інфляційний, процентний, валютний, депозитний, кредитний, податковий тощо [15, с. 10]. Така класифікація дозволяє не лише деталізувати джерела потенційних загроз, а й забезпечити їх пріоритетну оцінку в системі ризик-менеджменту підприємства.

Фінансові ризики виникають у процесі фінансової діяльності або під час укладання фінансових угод. Основними їх видами є: валютні, інфляційні, дефляційні, ризики ліквідності та інвестиційні. Серед інвестиційних ризиків виокремлюють: ризик фінансових втрат, нереалізованих можливостей, процентний, кредитний та портфельний, що відображає їхню внутрішню диференціацію за джерелами та впливом на фінансову стабільність підприємства. Фінансові ризики за джерелами походження поділяють на систематичні (ринкові) та несистематичні (специфічні) [16, с. 20]. Перші зумовлені макроекономічними змінами, другі – особливостями діяльності окремих підприємств або галузей. Утім, частина наявних класифікацій не відповідає принципам наукової систематизації, що ускладнює їх практичне застосування. Також бракує цілісної класифікаційної моделі, здатної враховувати всі види фінансових ризиків з урахуванням специфіки підприємства.

З огляду на зазначене, виникає необхідність удосконалення існуючих підходів до класифікації фінансових ризиків. Це передбачає не лише врахування галузевих і організаційних особливостей підприємств, а й поділ усіх ризиків за джерелами виникнення на внутрішні та зовнішні, що є важливою передумовою для побудови уніфікованої карти ризиків і ефективної системи ризик-менеджменту. Такий підхід забезпечує адаптацію інструментів

управління до специфіки внутрішнього середовища та зовнішніх умов функціонування суб'єкта господарювання.

Поділ фінансових ризиків на зовнішні та внутрішні зумовлений домінуванням відповідних факторів їх виникнення. До зовнішніх фінансових ризиків, які формуються під впливом макроекономічного середовища й не залежать від дій підприємства, належать: інфляційні, дефляційні, валютні, депозитні, податкові. Вони є типовими для всіх суб'єктів господарювання в умовах ринкової економіки, за винятком окремих великих або монопольних структур, здатних впливати на нормативно-правове поле.

Натомість внутрішні фінансові ризики виникають у межах самого підприємства внаслідок управлінських рішень або їхньої відсутності. До них належать: інвестиційні (портфельні, процентні, кредитні, дивідендні), ризики бізнес-процесів (ліквідності, прибутковості, оборотності, фінансової стійкості), а також інші – структурний, емісійний, ризик невикористаних можливостей. Ці ризики піддаються моніторингу, контролю та управлінню, що дозволяє підприємству впливати на їх масштаб і наслідки [22, с. 15]. Складено наступну діаграму автором на основі даних на рисунку 1.2.

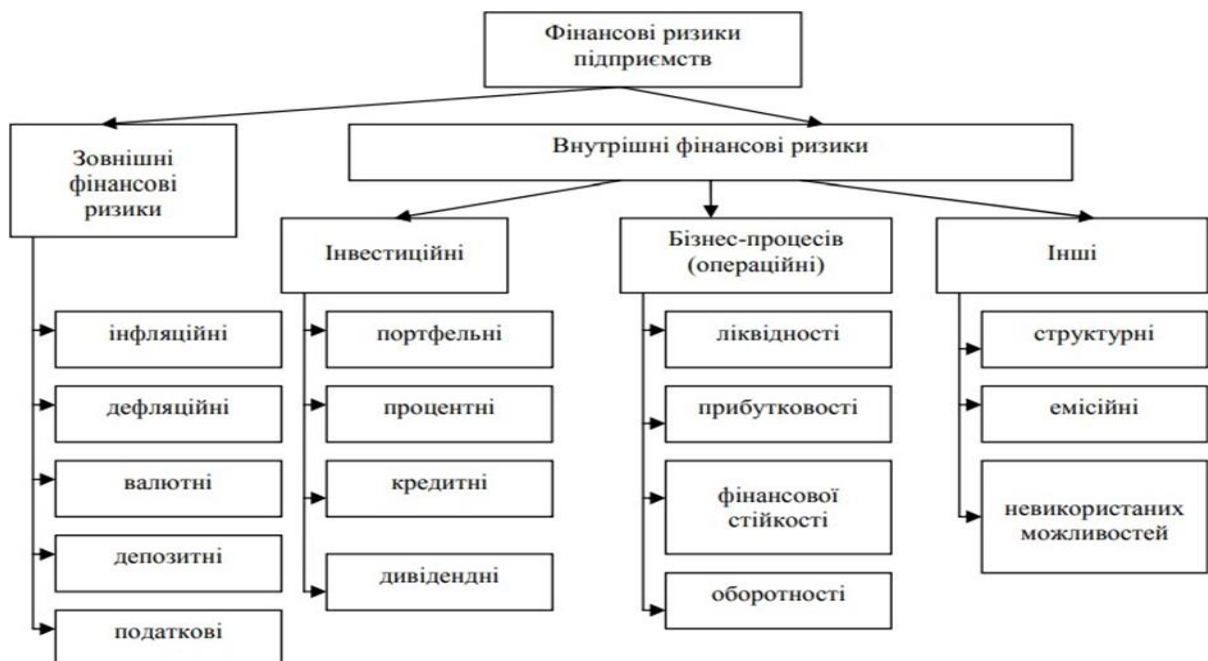


Рисунок 1.2 – Види фінансових ризиків підприємства

Інфляційні ризики пов'язані зі знеціненням національної валюти, що спричиняє низку негативних наслідків як на внутрішньому, так і на зовнішньому рівні. До внутрішніх ефектів інфляції належать: зниження вартості активів, скорочення прибутку та доходів підприємства, уповільнення оборотності капіталу. Зовнішні наслідки проявляються через падіння купівельної спроможності споживачів, загострення конкурентної боротьби, фінансову нестабільність або банкрутство контрагентів. Особливо уразливими до інфляційних ризиків є імпортоорієнтовані підприємства, що використовують закордонну сировину, матеріали чи комплектувальні вироби. Водночас для експортерів інфляція може мати позитивний ефект, підвищуючи їхню цінову конкурентоспроможність на зовнішніх ринках [4, с. 15].

Дефляційні ризики, навпаки, виникають унаслідок укріплення національної валюти, що призводить до зменшення доходів експортерів і водночас створює сприятливі умови для імпортерів та підприємств, які закупають іноземні ресурси. Таким чином, інфляційні та дефляційні ризики мають протилежний вектор впливу, однак обидва можуть суттєво змінювати фінансові результати діяльності підприємства. Валютні ризики, за своєю суттю, є похідними від інфляційних і дефляційних ризиків. Вони виникають внаслідок коливань валютних курсів і здатні безпосередньо впливати на результати зовнішньоекономічної діяльності підприємств, особливо у разі здійснення розрахунків в іноземній валюті або залучення валютних зобов'язань [4, с. 17].

Депозитні ризики відображають імовірність виникнення втрат, пов'язаних із невиконанням банком зобов'язань за депозитними вкладками або сертифікатами, змінами умов депозитного договору чи регуляторних вимог щодо надання банківських послуг. Такі ризики особливо актуальні в умовах нестабільності фінансової системи та зниження надійності банківських установ.

Податкові ризики виникають унаслідок недосконалого адміністрування та змін у податковому законодавстві, зокрема щодо ставок, пільг і строків

сплати податків. Особливо критичним є ризик невідшкодування ПДВ для експортерів, що негативно впливає на ліквідність, фінансову стійкість і може зумовити появу інших фінансових ризиків. Інвестиційні ризики пов'язані з можливою невідповідністю між очікуваним і фактичним доходом від реалізації інвестиційних проєктів. Підприємства, вкладаючи ресурси в активи, орієнтуються на отримання прибутку або соціально-економічного ефекту, однак коливання ринкових умов можуть поставити це під загрозу.

Портфельний ризик є сукупним фінансовим ризиком, пов'язаним з усіма активами інвестиційного портфеля. Управління цим ризиком вимагає комплексного підходу, оскільки він охоплює кілька взаємопов'язаних фінансових факторів [10, с. 25].

Процентний ризик виникає внаслідок змін відсоткових ставок на фінансові ресурси та капітал. Хоча цей ризик здебільшого класифікується як зовнішній, для окремих суб'єктів (банки, кредитні спілки, лізингові компанії, підприємства з товарними кредитами) він має внутрішній характер. Його негативні наслідки можуть проявлятися в емісійній, дивідендній політиці, короткострокових фінансових вкладеннях і операціях на фінансовому ринку.

Вплив кредитних ризиків на діяльність українських підприємств наразі є менш вагомим порівняно з аналогічними процесами у фінансово-економічних системах розвинених країн. Це пояснюється низьким рівнем розвитку національного фондового ринку та обмеженим масштабом банківського кредитування. Крім того, спостерігається тенденція до скорочення обсягів товарного кредитування з боку постачальників, що підтверджується динамікою показників дебіторської та кредиторської заборгованості вітчизняних підприємств [11, с. 69].

Ризики бізнес-процесів структуровано відповідно до основних напрямів фінансового аналізу підприємства, зокрема: ліквідності, оборотності, прибутковості та фінансової стійкості. Зокрема, ризик ліквідності визначається здатністю активів підприємства швидко трансформуватися у грошові кошти. Чим вища ліквідність активів, тим нижчий рівень ризику

втрати платоспроможності. Зі зменшенням ліквідності активів, відповідно, зростає ймовірність виникнення фінансових труднощів. Згідно з класифікаційною ієрархією ліквідності активів, найвищу ліквідність мають готівкові кошти, залишки на розрахункових рахунках і депозитах до запитання. Водночас найнижчий рівень ліквідності притаманний капіталомістким активам – таким як виробничі будівлі, споруди та об'єкти незавершеного будівництва [12, с. 20].

Ризик оборотності активів характеризується ступенем швидкості трансформації фінансових активів у процесі операційної діяльності підприємства. Динаміка обороту активів залежить переважно від внутрішніх чинників: чіткості стратегічних цілей, ефективності управлінської структури, узгодженості фінансової стратегії та функціонування системи ризик-менеджменту. Водночас на рівень цього ризику суттєво впливають зовнішні обставини: швидкість банківського обслуговування, регуляторні обмеження у фінансовій сфері, рівень адміністративного втручання та правова нестабільність [11, с. 98].

Ризик прибутковості проявляється через коливання очікуваного рівня прибутку, що може бути зумовлено змінами у внутрішньому фінансовому плануванні, варіативністю витрат, обраною амортизаційною політикою, податковими механізмами та зовнішніми економічними умовами. В умовах ринкової економіки прибутковість є чутливим індикатором фінансової ефективності підприємства.

Ризик фінансової стійкості полягає в загрозі втрати фінансової рівноваги та стабільності розвитку підприємства. Такий ризик, як правило, виникає внаслідок нераціональної структури капіталу – надмірного залучення позикових коштів або, навпаки, відмови від них на етапі зростання. Основою виникнення цього ризику є дисбаланс між вхідними та вихідними грошовими потоками за їхнім обсягом і структурою, що створює загрозу фінансової дестабілізації [17, с. 69].

Структурний фінансовий ризик виникає внаслідок неефективного співвідношення різних видів витрат (постійних і змінних, інвестиційних і операційних тощо). Емісійний ризик пов'язаний із відсутністю попиту або його надлишковістю на цінні папери, що емітуються підприємством. Ризик невикористаних можливостей виникає через дії або бездіяльність підприємства, внаслідок яких втрачається шанс отримати прибуток за сприятливих внутрішніх або зовнішніх умов.

Фінансові ризики доцільно поділяти на причинні та наслідкові, адже вони часто є взаємопов'язаними. Виникнення одного ризику може спровокувати появу інших. Як зазначають дослідники, фінансова сфера є ключовою в системі ризик-менеджменту, оскільки фінансові ризики мають найбільший вплив на інші сфери діяльності підприємства. Особливо це помітно в кризових умовах, коли фінансові ризики породжують економічні (виробничі, трудові, інноваційні) загрози, хоча й можливий зворотний зв'язок, коли економічні чинники стають джерелом фінансових втрат [18, с. 30].

Класифікація фінансових ризиків за ознакою причинності є важливим аналітичним інструментом, що дозволяє визначити першопричини ризикогенних ситуацій у діяльності підприємства. Ефективне управління причинними ризиками сприяє зменшенню ймовірності виникнення наслідкових фінансових ризиків, які мають негативний вплив на фінансову стійкість підприємства. За масштабом впливу фінансові ризики доцільно поділяти на: глобальні, загальнодержавні, регіональні, галузеві та локальні. Залежно від сили впливу ризик може зумовити позитивні, нейтральні або негативні ефекти. До позитивних належать отримання додаткового прибутку, доходів або дивідендів; нейтральні проявляються у відповідності фактичних результатів очікуваним; негативні – у формі фінансових втрат, як прямих, так і непрямих.

У контексті етапів виробничо-господарської діяльності виділяють фінансові ризики залучення, перетворення та розподілу ресурсів. За джерелами формування фінансових ресурсів ризики класифікують як

пов'язані із власними, позиченими та залученими коштами. Важливим є також поділ фінансових ризиків за сегментами фінансового ринку, зокрема: ризики, пов'язані з корпоративними та державними цінними паперами, валютний ризик, а також ризик міжбанківського кредитування. Зазначені ризики перебувають у тісному взаємозв'язку, оскільки самі фінансові ринкові сегменти демонструють взаємну кореляцію, що підтверджується результатами наукових досліджень [25, с. 78].

Таким чином, висновок: системна класифікація фінансових ризиків за різними критеріями дозволяє не лише деталізувати їх природу, а й оптимізувати процес управління. Розподіл ризиків на окремі елементи та їх аналітичне опрацювання сприяє зниженню рівня невизначеності та формуванню ефективної стратегії ризик-менеджменту.

1.5 Вплив ризиків на стабільність підприємства

Управління ризиками на підприємстві є окремою, спеціалізованою сферою фінансового менеджменту, що впродовж останніх десятиліть трансформувалася у самостійний напрям діяльності – ризик-менеджмент. Згідно з дослідженнями, ключовим завданням фахівців у цій сфері є саме управління фінансовими ризиками, які безпосередньо впливають на результати господарської діяльності підприємства [26, с. 10].

Сутність управління фінансовими ризиками полягає у формуванні системи принципів, підходів і методів розробки та реалізації управлінських рішень, спрямованих на ідентифікацію, оцінку, моніторинг і мінімізацію потенційних фінансових загроз. Такий підхід дозволяє не лише нейтралізувати можливі негативні наслідки, а й формувати умови для стабільного функціонування підприємства в умовах невизначеності.

В умовах становлення та розвитку ринкової економіки проблема ефективного управління фінансовими ризиками набуває особливої актуальності. Як важливий елемент загальної системи фінансового менеджменту, ризик-менеджмент забезпечує досягнення основних фінансових цілей підприємства, сприяє зміцненню його фінансової стійкості та адаптивності до змін зовнішнього середовища [27, с. 36].

Основною метою управління фінансовими ризиками є забезпечення належного рівня фінансової безпеки підприємства в процесі його стратегічного розвитку, а також запобігання зниженню ринкової вартості суб'єкта господарювання. Як зазначають дослідники, ключовим завданням ризик-менеджменту є прогнозування потенційних загроз та мінімізація пов'язаних із ними фінансових втрат. Ефективне управління ризиками повинно ґрунтуватися на попередній оцінці їхнього рівня, здійсненні профілактичних заходів та реалізації механізмів нейтралізації їх наслідків [28, с. 78].

У структурі управління фінансовими ризиками розрізняють загальні та специфічні функції. До загальних функцій управління фінансовими ризиками відносять:

- 1) формування ефективної інформаційної системи, що дозволяє обґрунтовано розглядати альтернативні управлінські рішення;
- 2) проведення ризик-аналізу за окремими аспектами фінансової діяльності підприємства;
- 3) ризик-планування у межах ключових напрямів фінансової політики;
- 4) контроль за реалізацією прийнятих рішень, включаючи створення систем внутрішнього контролю, визначення контрольних показників та розподіл функцій між структурними підрозділами.

До специфічних функцій управління фінансовими ризиками належать:

- 1) формування портфеля фінансових ризиків, які підприємство готове прийняти;

- 2) оцінювання рівня та вартості ризиків, що включає вибір відповідних методик оцінки й аналіз потенційних втрат;
- 3) управління нейтралізацією негативних наслідків реалізації фінансових ризиків;
- 4) застосування інструментів страхового захисту, як способу часткової передачі ризику [30, с. 14].

Успішна діяльність підприємства в умовах ринкової нестабільності потребує системного управління ризиками, яке базується на попередньому прогнозуванні ймовірності настання ризикових подій. Це дозволяє вчасно реалізувати заходи щодо їх запобігання або зменшення шкоди від наслідків, які не підлягають повному усуненню.

Механізм управління фінансовими ризиками передбачає, насамперед, ідентифікацію факторів ризику, оцінку їх інтенсивності, масштабів можливих втрат і формування комплексу заходів з мінімізації впливу. Особливу роль у цьому процесі відіграють внутрішні інструменти нейтралізації, тобто методи управління ризиками, реалізовані безпосередньо в межах самого підприємства.

У процесі оцінки та аналізу ризиків зазвичай приймаються такі аналітичні припущення [31, с. 55]:

- 1) потенційні втрати є незалежними одна від одної;
- 2) збитки в одному сегменті діяльності не обов'язково збільшують імовірність втрат в іншому, за винятком форс-мажорних ситуацій;
- 3) максимальний розмір можливого збитку не повинен перевищувати фінансові ресурси підприємства, необхідні для покриття таких втрат;
- 4) у науково-практичній площині оцінка фінансових ризиків здійснюється трьома основними методологічними підходами [43, с. 45];
- 5) на основі фундаментальних показників фінансово-господарської діяльності підприємства;

- б) шляхом порівняльного аналізу макроекономічних індикаторів та фінансових мультиплікаторів;
- 7) за допомогою ринкових показників інвестиційної привабливості сектору, таких як обсяг вільних грошових потоків, рівень дивідендної дохідності, а також технічних індикаторів. На рис. 1.3 складено наступну діаграму автором на основі даних [24, с. 17].

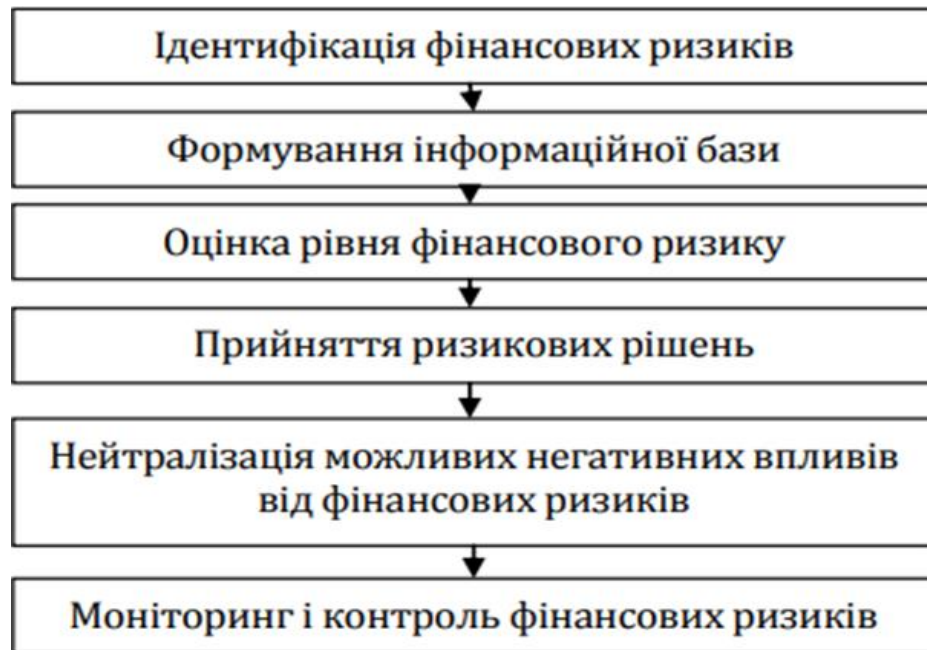


Рисунок. 1.3 – Етапи управління фінансовими ризиками

Ефективне управління фінансовими ризиками передбачає використання фінансових нормативів як інструментів їх обмеження. До них належать: допустимий рівень позикового капіталу, частка високоліквідних активів, максимальний розмір депозитів в одному банку тощо. Конкретні значення нормативів встановлюються з урахуванням специфіки підприємства. Мінімізація ризиків реалізується через впровадження управлінських рішень, спрямованих на зниження ймовірності їх виникнення або пом'якшення наслідків. Основні інструменти – диверсифікація, страхування, лімітування, резервування коштів, розподіл ризику та підвищення інформованості [44, с. 20].

Мінімізація фінансових ризиків може здійснюватись методами наведеними в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Методи мінімізації фінансових ризиків у системі управління фінансовою діяльністю підприємства

Метод	Сутність методу
Локалізація ризиків	Встановлення чітких меж відповідальності та розподілу повноважень для ізоляції наслідків ризикових ситуацій і недопущення їхнього впливу на ключові управлінські рішення.
Утримання ризику в межах допустимого рівня	Визначення нормативів для обмеження впливу ризику: мінімального обсягу високоліквідних активів, граничного рівня позикових коштів, допустимого депозиту в одному банку, концентрації ризиків, а також отримання гарантій від контрагентів.
Розсіювання ризиків	Зниження ризиків за рахунок диверсифікації видів діяльності, інструментів, контрагентів або географічних ринків.
Ухилення від ризиків	Відмова від участі у високоризикових проєктах, співпраці з ненадійними партнерами, або залучення гарантій третіх осіб для зменшення потенційних втрат.

Лімітування фінансових ризиків реалізується шляхом встановлення фінансових нормативів, які визначають граничні обсяги використання коштів або ресурсів за окремими напрямками фінансової діяльності. Метою цього підходу є обмеження можливих фінансових втрат до рівня, прийняттого для підприємства. Одним із ефективних методів зниження фінансових ризиків є хеджування, яке передбачає страхування підприємства від несприятливих коливань цін на товарно-матеріальні цінності, що пов'язані з виконанням контрактних зобов'язань у майбутніх періодах [45, с. 47].

Хеджування передбачає використання фінансових інструментів похідного типу, зокрема деривативів: ф'ючерсів, опціонів і свопів. Суть механізму полягає у здійсненні протилежних за напрямом фінансових операцій з відповідними контрактами на товарних або фондових біржах, що дозволяє знизити вплив цінових коливань на фінансові результати підприємства.

Слід зауважити, що хеджування є складним інструментом мінімізації ризиків, адже потребує високої точності у прогнозуванні ринкової кон'юнктури та глибокого розуміння закономірностей функціонування

фінансових ринків. Використання цього механізму є недоцільним у випадках, коли:

- 1) підприємство не усвідомлює характеру потенційних ризиків або не володіє інструментами їх зниження;
- 2) існують обґрунтовані очікування щодо стабільності обмінного курсу чи процентних ставок або їх сприятливих змін [46, с. 14].

Таким чином, застосування лімітування та хеджування в межах системи ризик-менеджменту дозволяє підприємствам ефективно контролювати рівень фінансових ризиків і знижувати ймовірність фінансових втрат в умовах невизначеності.

Диверсифікація підприємницької діяльності передбачає розподіл ресурсів і капіталу між різними, не пов'язаними між собою напрямками. Вона може здійснюватися у формах вертикальної (між несхожими видами діяльності) та горизонтальної (між підприємствами спорідненого профілю) диверсифікації [46]. Такий підхід дозволяє знизити виробничі, комерційні й інвестиційні ризики. Водночас за недостатньої компетентності в новій сфері діяльності диверсифікація може, навпаки, збільшити ризики.

Страховання фінансових ризиків є ефективним, хоч і складним інструментом ризик-менеджменту. В Україні воно належить до добровільного майнового страхування відповідно до Закону «Про страхування». Його мета – захист майнових інтересів підприємства у разі настання страхової події за рахунок страхових резервів, сформованих із внесків страхувальників [47, с. 69].

Передача фінансових ризиків здійснюється шляхом укладання зовнішніх договорів, зокрема факторингу, поручительства або біржових контрактів. Факторинг передбачає уступку дебіторської заборгованості спеціалізованій компанії в обмін на дострокове отримання частини грошових коштів (до 95% суми), що дозволяє зменшити ризик неплатежів.

Серед поширених методів компенсації ризиків у практиці фінансового управління виділяють [48, с. 15]:

- 1) створення резервів для покриття можливих фінансових втрат;
- 2) впровадження премії за ризик і штрафних санкцій;
- 3) стратегічне планування ризиків;
- 4) формування ефективної маркетингової стратегії;
- 5) лобіювання законодавчих ініціатив, спрямованих на зменшення ризиків;
- 6) випуск привілейованих конвертованих акцій;
- 7) протидію економічному шпигунству;
- 8) створення асоціацій і фондів взаємної підтримки.

Таким чином, різноманіття наявних інструментів свідчить про високий рівень розвитку системи управління фінансовими ризиками, яка ґрунтується на прогнозуванні потенційних загроз та реалізації заходів щодо їх нейтралізації або компенсації.

1.6 Огляд існуючих інструментів для прогнозування банкрутства

У сучасній фінансовій науці та управлінській практиці прогнозування банкрутства суб'єктів господарювання є одним із найважливіших напрямів у сфері антикризового менеджменту та управління фінансовими ризиками. Актуальність використання прогнозних інструментів зумовлюється необхідністю завчасного виявлення симптомів фінансової нестійкості, своєчасного реагування на негативні тенденції та запобігання дефолтним станам підприємств, що мають суттєві соціально-економічні наслідки.

Існуючі інструменти прогнозування банкрутства умовно поділяються на традиційні фінансово-економічні методи та сучасні математико-статистичні й інтелектуальні системи аналізу даних.

1. Традиційні методи прогнозування:

Коефіцієнтний аналіз. Це найпростіший інструмент оцінки фінансового стану підприємства, що ґрунтується на обчисленні та інтерпретації ключових фінансових коефіцієнтів: платоспроможності, ліквідності, рентабельності, оборотності та фінансової стійкості. Виявлення критичних значень цих показників дозволяє зробити попередній висновок щодо наявності фінансових загроз. Однак цей метод не забезпечує комплексної оцінки ймовірності банкрутства, не враховує взаємозв'язків між показниками та чутливості до зовнішніх змін.

Інтегральні моделі (модель Альтмана Z-score). Модель Альтмана є одним із найвідоміших і найпоширеніших інструментів ранньої діагностики фінансової неспроможності. Вона базується на лінійній комбінації кількох фінансових коефіцієнтів з певними ваговими коефіцієнтами. Z-score дозволяє класифікувати підприємства за рівнем ризику банкрутства: низький ризик, зона невизначеності, високий ризик. Модель довела свою ефективність у міжнародній практиці, проте потребує адаптації до особливостей національної економіки.

2. Економіко-математичні методи:

Логістичні та пробіт-регресії. Ці моделі належать до категорії бінарної класифікації та дозволяють оцінити ймовірність настання банкрутства залежно від набору пояснювальних змінних. Вони широко використовуються в кредитному скорингу та фінансовій діагностиці, забезпечують високу точність прогнозу за наявності великого масиву даних.

Багатофакторний регресійний аналіз. Метод дає змогу виявити залежності між рівнем фінансової стабільності підприємства та впливовими чинниками: фінансовими, економічними, організаційними. Він дозволяє побудувати кількісні моделі ризику, оцінити внесок кожного з факторів у загальну ймовірність банкрутства.

Метод Value-at-Risk (VaR). VaR дає можливість оцінити максимально можливий обсяг збитків за певного рівня довіри й часових рамок. У контексті банкрутства метод використовується для оцінки граничного рівня втрат, що

може спричинити порушення платоспроможності. Перевагою є можливість застосування в реальному часі до великих портфелів активів.

3. Інтелектуальні системи аналізу

Байєсівські мережі. графічні моделі, що використовуються для прогнозування банкрутства шляхом побудови умовно-імовірнісних зв'язків між змінними. Перевагою є здатність працювати з неповною або нечіткою інформацією, ідентифікувати латентні ризики, а також адаптація до змін середовища.

Дерева рішень (Decision Trees). Метод дозволяє побудувати логічну модель прийняття рішень, яка ґрунтується на ієрархії ознак ризику. Дерева рішень ефективно використовуються у класифікації підприємств за ризик-профілем та моделюванні можливих сценаріїв розвитку кризових подій.

Штучні нейронні мережі. Нейромережеві моделі забезпечують високу точність прогнозування банкрутства завдяки здатності до самообучення, виявлення складних нелінійних зв'язків та обробки великого обсягу даних. Однак вони вимагають значних обчислювальних ресурсів і ретельної підготовки тренувального датасету.

Таким чином, огляд існуючих інструментів для прогнозування банкрутства свідчить про наявність широкого спектра аналітичних підходів, кожен з яких має свої переваги, обмеження та галузі застосування. Найбільш результативним є інтегративний підхід, який поєднує класичні фінансові методи з інтелектуальними технологіями прогнозування. Застосування таких моделей у системі фінансового менеджменту забезпечує зниження ризику дефолту, своєчасне виявлення критичних точок фінансової дестабілізації та прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо реструктуризації, санації або оптимізації фінансових потоків.

1.7 Наукова новизна та практична значущість

У межах теми «Оцінка фінансових ризиків для підприємства» дослідження має як теоретико-методологічну новизну, так і прикладну цінність, що обумовлює його актуальність у контексті сучасних викликів трансформаційної економіки України. Наукова новизна дослідження полягає у наступному.

1. Уточнено сутність поняття «фінансовий ризик» з позицій його мультифакторності, стохастичності та взаємозв'язку з іншими категоріями фінансового менеджменту. У дослідженні запропоновано трактування фінансового ризику як детермінованої категорії, що поєднує характеристики невизначеності, потенційних втрат і стратегічної реакції суб'єкта на зміну середовища.

2. Удосконалено класифікацію фінансових ризиків, запропонувавши поділ за функціональною ознакою (операційні, інвестиційні, зовнішньоекономічні), рівнем контролюваності (керовані / некеровані), часовими параметрами (короткострокові / довгострокові) та походженням (ендогенні / екзогенні).

3. Систематизовано сучасні математичні інструменти оцінки ризиків та прогнозування ймовірності банкрутства підприємств із урахуванням специфіки функціонування економіки України в умовах воєнного стану. Особливу увагу приділено поєднанню традиційних підходів (коефіцієнтний аналіз, Z-score) з інтелектуальними технологіями (дерева рішень, логіт-моделі, мережі Байєса).

4. Запропоновано адаптивну структуру оцінки фінансових ризиків, що включає в себе: багаторівневу діагностику фінансової стійкості, ідентифікацію критичних індикаторів, моделювання сценаріїв ризику, побудову системи раннього попередження та інтеграцію результатів у систему управлінських рішень.

Практична значущість результатів дослідження полягає у можливості їх використання:

- 1) для розробки ефективної антикризової стратегії вітчизняними підприємствами в умовах високої економічної нестабільності та інституційної невизначеності;
- 2) у фінансовій аналітиці та внутрішньому аудиті, з метою виявлення слабких місць у структурі фінансового управління, прогнозування платоспроможності та прийняття рішень щодо санації або реструктуризації;
- 3) у діяльності банків, страхових компаній, інвестиційних фондів та консалтингових організацій, які здійснюють оцінку фінансового стану клієнтів або проєктів у контексті кредитного ризику та ризику дефолту;
- 4) у навчальному процесі закладів вищої освіти, як приклад комплексного застосування економіко-математичних методів до практичних задач сучасного фінансового менеджменту.

Отже, результати дослідження мають важливе значення як для подальшого розвитку наукового напрямку оцінювання фінансових ризиків, так і для вдосконалення інструментів фінансового прогнозування в умовах нестабільного національного економічного середовища.

1.8 Висновки до розділу 1

У межах першого розділу було здійснено системний аналіз теоретичних, методологічних і практичних засад оцінки фінансових ризиків як ключового чинника впливу на ефективність і стабільність діяльності суб'єктів господарювання в Україні. Узагальнення результатів дає змогу сформулювати наступні висновки.

1. Визначено об'єкт дослідження як фінансово-господарську діяльність підприємств у контексті їх взаємодії з внутрішнім і зовнішнім ризиковим середовищем. Обґрунтовано, що фінансові ризики формуються на всіх рівнях діяльності – операційному, інвестиційному, фінансовому та зовнішньоекономічному – і мають системний вплив на загальну фінансову стійкість.

2. Доведено актуальність побудови прогностичних моделей для оцінки ймовірності банкрутства в умовах трансформаційної економіки, воєнної кризи, зростання рівня неплатоспроможності суб'єктів господарювання, інфляційного тиску та обмеженості інвестиційних ресурсів. Зазначено, що сучасні антикризові стратегії мають базуватися на проактивній діагностиці ризиків та своєчасному виявленні ознак фінансової дестабілізації.

3. Розкрито економічну сутність та специфіку фінансових ризиків, підкреслено їх стохастичну природу, мультифакторність і стратегічне значення в системі управління підприємством. Уточнено сутнісні характеристики фінансових ризиків як таких, що не тільки загрожують втратами, але й відкривають потенційні можливості при ефективному управлінні.

4. Удосконалено класифікацію фінансових ризиків, доповнену критеріями походження, масштабу впливу, тривалості, причинно-наслідкового зв'язку, рівня контрольованості. Запропоновано розгляд ризиків у контексті ризик-орієнтованої моделі функціонування підприємств із урахуванням кризових макроекономічних умов.

5. Здійснено огляд наслідків впливу фінансових ризиків на стабільність підприємства: встановлено, що ризики платоспроможності, ліквідності, прибутковості, валютні, кредитні та інфляційні ризики безпосередньо загрожують не лише фінансовій рівновазі, але й загальному виживанню підприємства на ринку.

6. Систематизовано сучасні інструменти прогнозування банкрутства, серед яких особливо результативними визнано: Z-score-аналіз, логіт- і пробіт-

моделі, економетричні регресійні моделі, метод Value-at-Risk (VaR), дерева рішень та мережі Байєса. Наголошено на доцільності використання гібридних підходів, які поєднують класичну фінансову аналітику з інтелектуальними системами обробки даних.

7. Окреслено наукову новизну та прикладну значущість дослідження, яка полягає в удосконаленні методології оцінки фінансових ризиків, адаптації математичних моделей до умов української економіки та розробці практичних рекомендацій для підвищення стійкості фінансової системи підприємств.

Загалом, матеріали розділу 1 створюють теоретико-методологічне підґрунтя для подальшої емпіричної оцінки ризиків і формування ефективних інструментів антикризового фінансового управління у наступних розділах дослідження.

РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

У сучасних умовах формування ефективних систем раннього попередження банкрутства підприємств вимагає інтеграції як традиційних інструментів фінансового аналізу, так і сучасних методик машинного навчання. Метою розділу 2 є всебічне висвітлення основних підходів до кількісного прогнозування фінансових ризиків, які застосовуються в міжнародній практиці та адаптовані до реалій українського ринку. В першому підрозділі аналізується методика Value-at-Risk (VaR), що дає можливість кількісно оцінити граничний обсяг потенційних збитків за заздалегідь визначеного рівня довіри та часових горизонтів. Далі розглядаються регресійні моделі, які дозволяють формалізувати причинно-наслідкові зв'язки між фінансовими індикаторами і величиною фінансових втрат. Особливу увагу приділено логіт- та пробіт-моделям, котрі забезпечують гарантоване знаходження оцінки ймовірності дефолту в інтервалі $[0; 1]$ та надають можливість безпосередньо інтерпретувати ризик неспроможності.

У наступному блоці описано інтелектуальні методи аналізу даних: Дерева рішень (Decision Trees), що завдяки своїй ієрархічній структурі й критеріям розбиття (ентропія, індекс Джині) забезпечують інтерпретованість і дозволяють моделювати як лінійні, так і нелінійні залежності між факторами ризику; Байєсівські мережі (Bayesian Networks), які на основі орієнтованого ациклічного графа та системи умовних ймовірностей забезпечують моделювання складних причинно-наслідкових зв'язків і дозволяють працювати з неповними чи фрагментованими даними. Класичний аналіз фінансової звітності представлено через: Коефіцієнтний аналіз, що передбачає розрахунок та інтерпретацію ключових показників ліквідності, фінансової стійкості, рентабельності й ділової активності; Модель Z-score Альтмана, яка агрегує декілька фінансових коефіцієнтів у єдиний

індекс для кількісної діагностики ймовірності банкрутства. У завершальному підрозділі систематизовано критерії оцінювання якості економетричних моделей та якості прогнозів. Зокрема, наведено показники RSS, R^2 , критерій Дарбіна–Уотсона, інформаційні критерії AIC і BIC для верифікації адекватності моделей, а також метрики прогнозної точності (MSE, САПП, СПП, МАП), необхідні для порівняльного аналізу результатів різних методик. Поєднання зазначених підходів—від методів вимірювання ринкового ризику до класичних регресійних моделей, методів машинного навчання й детального аналізу фінансової звітності—створює впорядковану та теоретично обґрунтовану основу для побудови ефективної системи моніторингу фінансової стійкості українських підприємств.

2.1. Методи Value at Risk (VaR)

Value-at-Risk (VaR) – це загальновизнаний інструмент кількісного аналізу, що використовується для оцінки потенційного розміру фінансових втрат за заданого рівня довіри та протягом певного періоду часу. Даний показник відображає максимально можливий збиток у вартісному вираженні, який, з імовірністю, що не перевищує заздалегідь визначену межу, не буде перевищено в межах заданого часово-прогнозного інтервалу. Його застосування особливо актуальне для організацій, що здійснюють активну торгівельну діяльність та піддаються значному ринковому впливу.

У рамках системи внутрішнього регулювання торгових установ застосовується власна модель VaR, адаптована до особливостей діяльності відповідного суб'єкта. Згідно з міжнародними регуляторними рекомендаціями (зокрема, Базельським документом), такі моделі затверджуються для розрахунку регулятивного капіталу з урахуванням загальних та специфічних

ринкових ризиків. Надалі вони зазнають постійної модернізації з метою врахування динаміки фінансових інструментів та структури ризиків.

Модель VaR базується на трьох основних параметрах:

1. Часовий горизонт, що визначає період, у межах якого оцінюється ризик втрат. За рекомендаціями Базельського комітету, цей період становить 10 днів для визначення потреб у капіталі, хоча в операційній практиці найчастіше застосовується горизонт у 1 день.

2. Рівень довіри (confidence level) – це статистичний параметр, який визначає ступінь упевненості у межі потенційних втрат. Для регулятивних цілей стандартно використовується рівень у 99%, що означає: лише в 1% випадків реальні втрати можуть перевищити розраховану межу.

3. Базова валюта, в якій фіксується обсяг потенційних втрат, що забезпечує зіставлення показників VaR в межах багатовалютного портфеля.

Упродовж останніх десятиліть VaR перетворився на галузевий стандарт у сфері вимірювання ринкового ризику, як у межах внутрішньокорпоративного управління ризиками, так і в регуляторній практиці. Ускладнення фінансових інструментів, зокрема розвиток похідних продуктів (деривативів), таких як багатовалютні опціони, свопи, структуровані облігації тощо, призвело до істотного підвищення вимог до точності, гнучкості та аналітичної спроможності моделей VaR.

У глобальних фінансових установах кількість ризикових факторів, що враховуються у VaR-розрахунках, часто сягає кількох тисяч, а подекуди й понад 10 000. У зв'язку з цим спостерігається зростаюча інтеграція VaR із методами стрес-тестування, здатними моделювати складні макроекономічні сценарії з урахуванням політичної нестабільності, регуляторних змін та волатильності світових ринків. Такий підхід сприяє зміцненню стійкості фінансових систем та підвищенню адаптивного потенціалу установ у кризових умовах.

У сучасній практиці застосування методики Value-at-Risk (VaR), попри її широке розповсюдження та нормативне закріплення в банківському секторі,

залишається низка критичних обмежень, які обумовлюють потребу в постійному вдосконаленні моделей оцінювання ризиків. Особливо яскраво недосконалість моделей VaR проявилася під час глобальної фінансової кризи 2008 року, коли значна кількість великих фінансових установ виявилася неспроможною точно ідентифікувати рівень ринкового ризику. Аналогічна ситуація спостерігалась і в передкризовий період європейської суверенної боргової кризи 2011 року, коли моделі ринкових ризиків, які широко використовувались банками, помилково інтерпретували державні облигації країн Єврозони як безризикові активи.

Основними причинами недосконалості VaR вважаються:

- 1) залежність від припущення про нормальний розподіл прибутків, який часто не відповідає реальній ринковій поведінці, особливо в умовах кризових явищ та високої волатильності;
- 2) припущення про миттєву ліквідність активів, що не є реалізованим у разі ринкових шоків або браку ліквідності;
- 3) неврахування хвостових ризиків, тобто рідкісних, але катастрофічних подій, які мають низьку ймовірність, але великі наслідки.

У відповідь на кризові події, Базельський комітет з банківського нагляду впровадив оновлену редакцію вимог до ринкових ризиків (Basel II.5), яка набула чинності у 2011 році. В межах цієї реформи були введені стресові сценарії VaR (stressed VaR), що змусили фінансові установи враховувати не лише поточну ринкову волатильність, а й історичні періоди криз для оцінки резервного капіталу. Це, у свою чергу, суттєво збільшило регуляторні вимоги до капіталу, іноді в 2–3 рази, що було спрямовано на посилення стійкості банківської системи, однак водночас продемонструвало обмеження самої методології VaR.

Сучасні підходи до оцінки VaR включають наступні.

1. Параметричний метод – базується на припущенні щодо відомої форми розподілу прибутків (зазвичай нормального або логнормального).

Серед параметричних варіантів найпоширеніші:

- 1) дельта-нормальний метод – передбачає, що всі ринкові чинники мають нормальний розподіл, а зміни у вартості портфеля лінійно залежать від змін ринкових факторів. У цьому випадку сукупна зміна вартості портфеля також буде нормально розподіленою випадковою величиною;
- 2) дельта-гамма метод – вдосконалена версія, яка дозволяє враховувати деякі нелінійності у зміні вартості інструментів (наприклад, для похідних цінних паперів);

2. Історичний (непараметричний) метод – базується на емпіричному розподілі прибутків, отриманому з реального часового ряду. Основне припущення полягає у сталій поведінці ринку в майбутньому аналогічно до минулого.

3. Метод Монте-Карло – ґрунтується на великій кількості випадкових симуляцій ринкових сценаріїв з використанням заданих розподілів та кореляцій. Метод забезпечує високу гнучкість, але є ресурсоемним і вимагає потужних обчислювальних засобів.

Попри наявні вдосконалення, зокрема запровадження стрес-тестування, більшість банків погоджуються з тим, що існуючі моделі оцінки ринкових ризиків мають суттєві обмеження, потребують високоякісних ринкових даних та балансування між аналітичною точністю і прозорістю моделей. Оцінка VaR залишається важливим, але недостатньо самодостатнім інструментом, який має застосовуватися у взаємозв'язку з іншими аналітичними методиками (наприклад, Expected Shortfall, Conditional VaR, stress VaR) для формування повноцінної стратегії управління фінансовими ризиками [36].

Значення показника Value-at-Risk (VaR) у рамках дельта-нормального підходу може бути обчислено за допомогою наступного математичного виразу:

$$VaR = K \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} D_i D_j},$$

де D_i – дельта (чутливість) портфеля до i -го фактору ризику, що визначається як сума коефіцієнтів лінійного зв'язку результатів за всіма компонентами портфеля;

σ_{ij} – елемент коваріаційної матриці, що характеризує взаємозв'язок між i -им та j -им факторами ризику;

K – коефіцієнт, залежний від обраного рівня довіри, що відображає кількість стандартних відхилень у нормальному розподілі, відповідну заданій довірчій ймовірності;

N – загальна кількість факторів ризику.

Для реалізації даного методу необхідно мати коваріаційну матрицю ринкових факторів, яка включає як міжфакторні взаємозв'язки, так і волатильність кожного окремого фактора (через коваріацію із самим собою). Така матриця може бути побудована на основі як ретроспективного аналізу історичних даних, так і прогнозних моделей. У практиці найчастіше застосовуються значення коефіцієнта K , що відповідають рівням довіри 0,95 ($K = 1,65$) та 0,99 ($K = 2,33$).

Перевагами дельта-нормального підходу є його концептуальна простота, висока обчислювальна ефективність, а також можливість врахування різних варіантів параметрів волатильності та кореляцій. Водночас, даний метод має і суттєві обмеження, серед яких – припущення нормального розподілу (що не враховує «важкі хвости»), неможливість коректного відображення ризиків у разі використання нелінійних фінансових інструментів, а також імовірність значущих похибок у застосовуваних моделях [36].

Найбільш складним, але водночас потенційно найточнішим методом оцінювання VaR є метод Монте-Карло. Цей підхід передбачає моделювання значної кількості випадкових сценаріїв розвитку ринкової ситуації, що дозволяє отримати розподіл можливих фінансових результатів портфеля. На

основі цього розподілу визначається величина VaR шляхом відсікання найгірших результатів відповідно до обраного рівня довіри.

Використання методу Монте-Карло вимагає побудови:

- 1) математичної моделі залежності вартості портфеля від змін значень факторів ризику;
- 2) моделей волатильності та кореляцій між зазначеними факторами.

Таким чином, метод Монте-Карло забезпечує гнучкість та адаптивність до будь-якої форми розподілу, хоча і вимагає значних обчислювальних ресурсів та точного налаштування параметрів моделі.

Одним із найскладніших, проте водночас найбільш гнучких та точних методів оцінювання Value-at-Risk (VaR) є метод Монте-Карло. Незважаючи на значну обчислювальну складність, цей підхід забезпечує вищу точність у порівнянні з іншими методиками, особливо в умовах високої нестабільності ринку та застосування нелінійних фінансових інструментів.

Сутність методу полягає у проведенні великої кількості імітаційних випробувань, кожне з яких є окремою моделлю сценарію розвитку ринкової ситуації з відповідним розрахунком фінансового результату портфеля. Результатом імітаційного моделювання є ймовірнісний розподіл можливих фінансових результатів (зокрема втрат), на основі якого формується VaR-оцінка шляхом відсікання найгірших сценаріїв, що не перевищують обраний рівень довірчої ймовірності.

Як і в параметричних підходах до розрахунку VaR, застосування методу Монте-Карло передбачає побудову двох ключових типів моделей:

- 1) математичної залежності між вартістю портфеля і змінами факторів ризику;
- 2) моделі, що описують поведінку волатильності та кореляцій між відповідними ризиковими факторами.

На відміну від аналітичних підходів, метод Монте-Карло не ґрунтується на спрощених формулах чи загальних виразах для портфельної оцінки. Це дозволяє залучати до розрахунків надзвичайно складні моделі залежностей та

ймовірнісних характеристик, що реалізуються через спеціалізовані програмні модулі та алгоритми. Таким чином, зазначений підхід створює умови для моделювання практично необмеженої складності сценаріїв ринкової динаміки [36].

Основними перевагами методу Монте-Карло є:

- 1) можливість моделювання VaR для фінансових інструментів з нелінійною залежністю;
- 2) врахування довільних законів розподілу ймовірностей;
- 3) здатність описувати складну ринкову динаміку, зокрема наявність трендів, кластеризації волатильності (періоди високої чи низької мінливості), нестабільність кореляцій між факторами ризику, а також реалізацію умовних сценаріїв типу «що, якщо»;
- 4) відсутність жорстких обмежень у розвитку та модифікації моделей ризику [36].

До основних недоліків методу належать:

- 1) висока складність реалізації та потреба у значних обчислювальних ресурсах;
- 2) ризик виникнення істотних похибок у застосованих моделях через неправильне формалізоване відображення ринкових умов або залежностей.

2.2 Регресійні моделі

Регресійні моделі використовуються для встановлення причинно-наслідкових залежностей між спостережуваними індикаторами та рівнем фінансових ризиків. У рамках цього підходу виділяють дві основні категорії змінних, які можуть виступати як пояснювальні.

1. Змінні оточення – кількісні характеристики зовнішнього середовища, що впливають на діяльність суб'єкта.

2. Фактори ризику – числові показники, що описують реалізовані випадки ризикованих ситуацій та їх наслідки [29].

Математичне представлення такої моделі має вигляд:

$$x = Af + b + \varepsilon,$$

де x – прогнозоване значення втрат, пов'язаних з кредитним ризиком;

f – вектор спостережуваних змінних (індикаторів);

ε – випадкова похибка моделі, яка враховує невизначеність та можливі відхилення;

A і b – параметри, що підлягають оцінюванню в процесі моделювання та визначають силу і напрям впливу кожної змінної на результуючу величину x .

Для коректного застосування регресійного аналізу необхідною умовою є наявність репрезентативного обсягу статистичних даних, що забезпечує надійність і точність отриманих оцінок [30].

2.3 Логіт і пробіт моделі

Недосконалість лінійних методів прогнозування спонукала до пошуку та аналізу більш ефективних методів. Очевидно, що недосконалість полягає в тому, що оцінена ймовірність не обов'язково знаходиться в інтервалі $[0; 1]$. Проблему можна вирішити, якщо вдасться знайти відповідне перетворення, що гарантує знаходження оцінки в цьому інтервалі [30]. У вище описаній моделі залежна змінна y є бінарною, тобто приймає тільки два значення і являється функцією параметрів особи-заявника.

Кумулятивні функції розподілу являють собою набір перетворень, що переводять значення ймовірності в інтервал $[0; 1]$. Також ці функції мають властивість монотонності, - або монотонно зростають, або монотонно спадають.

2.3.1 Логістична регресія

Логістична регресія є одним із найпоширеніших методів класифікації, що застосовується для оцінювання ймовірності настання бінарної події (наприклад, банкрутство чи неплатоспроможність підприємства). На відміну від звичайної лінійної регресії, де результат може набувати будь-яких значень на числовій прямій, логістична регресія гарантує, що прогнозована ймовірність належить інтервалу $[0;1]$.

Інтуїтивна сутність моделі: У центрі цієї моделі лежить припущення, що існує певна мінімальна кількість фінансових і макроекономічних показників (коефіцієнтів ліквідності, рентабельності, співвідношення власного та позикового капіталу, рівня інфляції чи облікової ставки), які спільно визначають ризик банкрутства. Логістична регресія встановлює нелінійну зв'язок між цими змінними та ймовірністю негативного фінансового результату. Замість прямої лінійної залежності вона використовує S-подібну («логістичну») криву, яка починається біля нуля, швидко зростає в проміжному діапазоні значень усього набору показників і потім згладжує свій ріст, наближаючись до одиниці. Така форма функції дозволяє «скасувати» небажаний ефект виходу прогнозу за межі $[0; 1]$.

Вибір пояснювальних змінних: При побудові моделі насамперед потрібно відібрати той набір фінансових коефіцієнтів і зовнішніх макроіндикаторів, які, на думку аналітиків або попереднього статистичного аналізу, найбільш суттєво впливають на ймовірність неспроможності підприємства. Наприклад:

- 1) коефіцієнт поточної ліквідності (співвідношення оборотних активів до короткострокових зобов'язань);
- 2) рентабельність активів або власного капіталу;
- 3) співвідношення власного та позикового капіталу (дефт-ту-еквіті);

- 4) показник оборотності дебіторської заборгованості;
- 5) темпи росту ВВП у регіоні чи індекс облікової ставки НБУ.

Кожна з таких змінних пояснює частину загальної картини: порушення ліквідності чи різке зростання боргового навантаження можуть сигналізувати про можливість дефолту. Усі обрані фактори збираються в єдиний набір, який ми будемо позначати як X_i для кожного підприємства i . Логістична регресія оцінює умовну ймовірність того, що $y_i = 1$ (тобто, підприємство «банкрутує»), за відомими значеннями вектору незалежних змінних X_i . Інтуїтивно скриньтеся так: модель шукає таку функціональну залежність між кожним коефіцієнтом у наборі X_i і «лог-співвідношенням шансів» (log-odds) події $y_i = 1$. У фінальному результаті ми отримуємо число від 0 до 1, яке трактуємо як ймовірність банкрутства. Найчастіше вигляд цієї «S-подібної» залежності можна уявити приблизно так:

- 1) за дуже низьких значень ключових коефіцієнтів (коли ліквідність висока, боргове навантаження помірне тощо) прогнозована ймовірність банкрутства близька до нуля;
- 2) у середніх діапазонах зміни показників відбувається швидкий «перехід» ймовірності з «низької» до «високої»;
- 3) за екстремально несприятливих значень (коли фінансові індикатори свідчать про критичний дефіцит обігових коштів і надмірний борг) ймовірність наближається до одиниці.

Перевага логістичної регресії полягає в інтерпретованості: для кожної незалежної змінної x_j можна оцінити, у скільки разів змінюються відношення шансів банкрутства, якщо x_j підвищиться або зменшиться на одну умовну одиницю, за незмінності інших факторів. Іншими словами, досить просто оцінити, чи суттєво підвищить банкрутний ризик збільшення фінансового коефіцієнта x_j на заданий відсоток.

1. Математична постановка:

Нехай $y_i \in \{0, 1\}$ – бінарна залежна змінна, де

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{якщо підприємство } i \text{ банкрутує (стан неплатоспроможності),} \\ 0, & \text{якщо не банкрутує} \end{cases}$$

Вхідні (пояснювальні) змінні $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$ – фінансові коефіцієнти та макроіндикатори.

Модель задається через логіт-функцію:

$$P(y_i = 1 | X_i) = \sigma(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip}) = \frac{1}{1 + \exp(-(\beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}))},$$

де $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ – невідомі параметри.

2. Оцінка параметрів:

Параметри β оцінюють методом максимальної правдоподібності, тобто максимізують функцію

$$l(\beta) = \sum_{i=1}^n [y_i \log P(y_i = 1 | X_i) + (1 - y_i) \log(1 - P(y_i = 1 | X_i))].$$

3. Умови застосування:

Потрібно достатньо велика вибірка, відсутність сильної мультиколінеарності серед X_j , лінійна залежність логіту від X_i .

2.3.2 Пробіт-модель

Пробіт-модель є одним із класичних підходів до побудови двійкових (бінарних) класифікаторів, аналогічно до логістичної регресії, але з трохи іншим припущенням щодо розподілу ймовірності. Основна ідея полягає в тому, що ми визнаємо існування деякого «прихованого» (латентного) показника $u^*y^*u^*$, який є лінійною комбінацією наших пояснювальних змінних (фінансових коефіцієнтів та макроіндикаторів), але не спостерігається безпосередньо. І лише коли цей прихований індикатор досягає певного порогу, ми фіксуємо факт банкрутства (чи навпаки – виживання підприємства). Такий підхід дозволяє описати ймовірність банкрутства не просто як лінійну

функцію фінансових показників, а як розподіл цієї прихованої змінної за допомогою кумулятивної функції нормального розподілу.

Уявімо, що ми намагаємося оцінити «ризиковий індекс» для кожного підприємства на основі сукупності фінансових коефіцієнтів (ліквідності, рентабельності, співвідношення власного й позикового капіталу тощо) та макростатистик (інфляція, облікова ставка, динаміка ВВП). Саме цей індекс у* ніколи безпосередньо не вимірюється—ми бачимо лише результат: «банкрут» або «не банкрут». Пробіт-модель постулює, що латентна величина у* узгоджується з нормальним розподілом помилок. Якщо у перевищує деяку умовну «нулеву» точку, ми спостерігаємо банкрутство ($y=1$). Якщо $y < 0$, підприємство лишається платоспроможним ($y=0$).

Важлива відмінність від логіт-моделі полягає в тому, що зміни «крайніх» ймовірностей (дуже близько до 0 чи до 1) в пробіті відбуваються трохи повільніше, ніж у логіті. У практичних термінах це означає, що коли фінансові коефіцієнти свідчать про крайній позитив або крайній негатив, пробіт-модель «згладжує» ці хвостові ефекти і рідше видає надто високі чи надто низькі ймовірності. Це буває корисно у ситуаціях, коли ми хочемо уникнути надто радикальних прогнозів (наприклад, коли невелика похибка в даних не має призводити до того, що ймовірність банкрутства раптово стрибне з 20 % до 99 %).

Математична постановка: Аналогічна логістичній, але замість сигмоїдальної функції використовується функція нормального розподілу:

$$P(y_i = 1 | X_i) = \Phi(a_0 + a_1x_{i1} + \dots + a_px_{ip}),$$

де $\Phi(\cdot)$ – кумулятивна функція стандартного нормального розподілу,

a_j – параметри моделі.

Незважаючи на те, що дескриптивно пробіт-модель виглядає трохи складнішою, ніж логістична регресія, процедура оцінювання параметрів зазвичай організована аналогічно. Ми також застосовуємо метод максимальної правдоподібності: підбираємо такі значення параметрів $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_p$, при яких спостережувані дані (списки банкрутств і компаній, що

лишилися платоспроможними) найкраще «відповідають» припущенню про нормальний розподіл латентної змінної. На практиці сучасні статистичні пакети (R, Python, Stata тощо) приховують усі складності – ми просто передаємо у функцію «probit» своє навчальне множення (матрицю фінансових та макроіндикаторів плюс колонку результатів), і програма повертає нам оцінки параметрів.

Головна різниця полягає в тому, що замість того, щоб максимізувати «логарифм відношення шансів», ми максимізуємо «логарифм нормальної кумулятивної функції» для кожного спостереження. Алгоритмічно це трохи складніше, оскільки кумулятивні функції нормального розподілу не мають простих аналітичних виразів, але комп'ютери нині досить швидкі, щоб витягувати такі оцінки навіть для великих датасетів.

Після оцінювання коефіцієнтів α_j інтерпретація пробіт-моделі нагадує інтерпретацію логіт-моделі, але з невеликою відмінністю. Збільшення одного із фінансових показників x_j на одиницю (за фіксованих інших змінних) призводить до зсуву латентного індексу u^* . Цей зсув перетвориться в зміну ймовірності « $y=1$ » залежно від того, у якій частині нормального розподілу перебуває u^* . Якщо підприємство вже показує високий ризик (тобто u^* лежить у правому «хвості»), навіть невелика зміна показника може відносно слабо змінити фінальну ймовірність (оскільки хвіст нормальної крива практично вирівнюється). Якщо ж ризик поки навіть невисокий (центр розподілу), зміна x_j дає більший зсув у прогнозованій ймовірності.

На практиці, коли аналітик дивиться на оцінену пробіт-модель, він бачить не прямий коефіцієнт «у скільки разів зростають шанси», як у логіті, а в обчислених «marginal effects» або «partial effects»: тобто, як зміниться ймовірність банкрутства (в абсолютних відсотках), якщо x_j зросте на одну одиницю або зменшиться на одну одиницю. Ці нюанси обчислюються окремо для кожного спостереження і залежать від самого значення u^* відповідному вузлі розподілу.

Переваги й недоліки: Пробіт-модель може краще моделювати випадки, коли ймовірність $P(y=1)$ лежить близько до 0 або 1 (когерентні хвости нормального розподілу). Недолік – складніша оцінка на не дуже великих вибірках.

2.4 Інтелектуальні методи аналізу даних

У сучасному аналізі фінансових ризиків дедалі частіше застосовують методи машинного навчання, що дозволяють виявляти складні взаємозв'язки між показниками та прогнозувати настання небезпечних подій. Одним із найпоширеніших та візуально інтерпретованих підходів є дерева рішень та мережа Байєса. Вони поєднують простоту пояснення з достатньою гнучкістю, аби враховувати численні кількісні й якісні ознаки.

2.4.1 Дерева рішень

Дерева рішень (англ. Decision Trees) є потужним інструментом аналітики даних, що широко застосовується для вирішення задач класифікації, регресії та прогнозування. Цей метод базується на ієрархічній структурі, яка дозволяє моделювати складні залежності між вхідними змінними та цільовими показниками, зокрема в контексті оцінювання фінансових ризиків. Процес побудови дерева проводиться наступним чином.

1. Вибір вихідного набору даних: Спочатку формується навчальна множина, що містить фінансові показники підприємств і відомі результати (наприклад, ознака «банкрутство спостерігалось/не спостерігалось»). Бажано, щоб даних було достатньо багато і було представлено достатню кількість

прикладів обох категорій ($y=1$ і $y=0$), а також різних варіантів фінансових коефіцієнтів.

2. Вибір критерію розбиття: Щоб зрозуміти, яку ознаку взяти для першого розгалуження (кореневого вузла), алгоритму потрібно оцінити, наскільки «чистими» стануть підмножини після розбиття. Найчастіше використовують такі показники:

3. Індекс Джині (Gini impurity). Він вимірює, наскільки у підмножині зберігається неоднорідність цільового класу. Якщо набір цілком складається з однорідних записів (лише банкрути чи лише «здорові»), індекс Джині дорівнює нулю. Чим ближче до нуля, тим чистішою є група.

4. Ентропія (Information Gain). Це міра невизначеності: чим нижча ентропія, тим більше інформації ми отримуємо від розбиття. Розрахунок ентропії спирається на розподіл двох (або більше) класів у кожному підмножині після розбиття.

5. Рекурсивне розбиття:

6. Обираємо ознаку та поріг розбиття, які мінімізують невизначеність (індекс Джині чи ентропію) або, навпаки, максимально її зменшують.

7. Поділяємо вибірку на дві (або більше, якщо розбиття по категоріях) частини.

8. Для кожної частини знову повторюємо вибір «кращого» поділу, доки не виконаються умови зупинки (наприклад, мінімальна кількість об'єктів у вузлі, максимальна глибина дерева, відсутність суттєвого зменшення невизначеності).

9. Формування листових вузлів. Коли розбиття завершене, кожен лист відповідає невеликій групі підприємств із приблизно однорідним станом. Наприклад, якщо у вузлі 95 % записів належить до класу «банкрутства не спостерігалось», то для цього листа можна дати однозначний прогноз $y=0$. Якщо ж класи майже порівну (скажімо, 55 % проти 45 %), часто визначають

прогноз як більш ймовірний клас або залишають вагове передбачення (ймовірність банкрутства = 0,55).

Процес побудови дерева рішень зазвичай реалізується за допомогою жадібних алгоритмів, таких як ID3, C4.5 або CART, які рекурсивно розділяють дані на підмножини, мінімізуючи певні критерії, наприклад, ентропію або індекс Джині.

Застосування в аналізі ризиків

У сфері фінансового аналізу дерева рішень використовуються для:

- 1) класифікації: визначення ймовірності настання певних ризикових подій, наприклад, дефолту позичальника;
- 2) регресії: прогнозування величини потенційних фінансових втрат або прибутків.

Цей метод дозволяє враховувати як кількісні, так і якісні фактори, що робить його особливо корисним у ситуаціях з великою кількістю змінних та складними взаємозв'язками між ними.

Приклад використання в фінансовому аналізі

1. Оцінка дефолту позичальника:

Припустімо, є база клієнтів із такими ознаками:

- 1) кредитний коефіцієнт (відношення заборгованості до активів);
- 2) вік компанії;
- 3) рік її заснування (індикатор циклічності);
- 4) відношення поточних активів до поточних зобов'язань (поточна ліквідність);
- 5) галузь, в якій працює клієнт (категоріальна);
- 6) кількість обслуговуваних рахунків тощо.

2. Дерево рішень може з'ясувати, що найважливішими для прогнозу дефолту є коефіцієнт поточної ліквідності та галузь, і на їхній основі відразу відокремити «ризикові» групи, а вже всередині кожної групи – надалі дробити за іншими ознаками. Наприклад:

- 1) якщо поточна ліквідність $< 1,0$ то група «дуже високий ризик» (ймовірність дефолту близько 70 %);
- 2) якщо поточна ліквідність $\geq 1,0$ і галузь = «будівництво», то середній ризик (ймовірність дефолту ≈ 30 %);
- 3) якщо поточна ліквідність $\geq 1,0$ і галузь \neq «будівництво», то «низький ризик» (ймовірність дефолту < 10 %).

3. Прогноз розміру збитків: можна побудувати регресійне дерево, яке для кожного підприємства оцінює очікуваний обсяг фінансової втрати протягом найближчих 12 місяців. У цьому випадку листовий вузол міститиме число (наприклад, середню суму збитків у гривнях), і кожен «шлях» у дереві відображатиме набір умов, за яких підприємству властива та чи інша величина збитків.

Таким чином, дерева рішень є корисним інструментом для моделювання та аналізу ризиків завдяки своїй простоті, гнучкості та здатності обробляти різноманітні типи даних. Проте для досягнення високої точності та стабільності результатів рекомендується використовувати їх у поєднанні з іншими методами або в рамках ансамблевих підходів, таких як випадкові ліси або градієнтний бустинг.

2.4.2 Мережі Байєса

Байєсівські мережі довіри (БМ) становлять один із найбільш ефективних інструментів моделювання причинно-наслідкових зв'язків у системах з високим ступенем невизначеності. В основі цих мереж лежить імовірнісний підхід до опису залежностей між різними змінними, що дозволяє враховувати як прямі впливи факторів ризику на цільову змінну, так і взаємозв'язки між самими факторами.

З математичної точки зору байєсівська мережа являє собою орієнтований ациклічний граф (DAG), у якому кожна вершина відповідає випадковій змінній, що відображає певний фактор ризику або характеристику зовнішнього середовища, а орієнтовані ребра між вершинами визначають умовні залежності між цими змінними. Структура графа доповнюється системою умовних розподілів імовірностей, що задає ймовірнісний характер взаємодії змінних.

На відміну від класичних регресійних моделей, які передбачають лише односторонній вплив незалежних змінних на залежну, БМ дозволяють моделювати складні мережі взаємозалежностей, що відображають багатовимірну структуру ризикових подій.

Застосування байєсівських мереж передбачає розв'язання двох основних математичних задач.

1. Побудова структури мережі – включає визначення конфігурації зв'язків між змінними на основі навчальної вибірки. Задача є NP-складною, що свідчить про високий рівень обчислювальної складності, особливо за великої кількості змінних. Для її вирішення застосовуються як експертні методи (ручне формування структури), так і алгоритмічні підходи (жадібні алгоритми, алгоритм Хілла, алгоритми Байєсівського скорингу, використання евристик тощо).

2. Ймовірнісний висновок (інференція) – процес обчислення апостеріорної ймовірності виникнення певної події або сукупності подій за умов відомих значень частини змінних. Цей процес дозволяє здійснювати оцінювання ризиків за неповної інформації, що є особливо актуальним у фінансовому секторі, медицині, логістиці, страхуванні та інших сферах із браком повних даних. Представимо структуру моделі.

1. Вершини (ноди). Кожна вершина графа відповідає одній випадковій змінній. У фінансовому аналізі це можуть бути як кількісні показники (наприклад, «коефіцієнт поточної ліквідності», «рівень заборгованості», «рівень прибутковості активів»), так і категоріальні змінні

(«галузь діяльності», «наявність довгострокових позик», «класифікація кредитного рейтингу»). Таким чином, для кожного підприємства ми маємо спостереження у вигляді значень цих змінних.

2. Ребра (орієнтовані дуги). Напрямок створює ієрархію причинно-наслідкових зв'язків: «якщо існує спрямоване ребро з вузла А до вузла В, це означає, що змінна А безпосередньо впливає (умовно залежить) на В». Наприклад, ребро «рівень інфляції → реальна ліквідність підприємства» вказує, що зміни інфляції обумовлюють можливі коливання ліквідності. У свою чергу, ліквідність може «спрямовувати» ребро до «ймовірність дефолту».

Важливо: Байєсівська мережа не допускає циклів (орієнтований ациклічний граф). Тобто заборонені шляхи, які повертаються до самої ж вершини.

3. Умовні розподіли ймовірностей. Для кожного вузла мережі вказується, як розподіляється його ймовірність за фіксованих значень батьківських вузлів. Наприклад, якщо вузол X має двох батьків A і B, то необхідно задати таблицю $P(X|A, B)$. Для кількісних змінних це здебільшого набір ймовірнісних функцій (наприклад, нормальний розподіл із параметрами, що залежать від станів батьків), для категоріальних – умовна ймовірність появи кожного класу. Така система умовних розподілів задає всю «логіку» мережі: Емпірично або експертно оцінені залежності кожного вузла від прямих причин.

Побудова моделі включає наступні етапи.

1. Визначення структури мережі: пошук оптимальної конфігурації спрямованих ребер – надскладна (NP-складна) задача, особливо коли число змінних велике (десятки і більше). Існує декілька підходів:

Експертне формування структури: якщо аналітики добре знають бізнес-процеси, можуть вручну вказати, що «рівень заборгованості» впливає на «ліквідність», яка, у свою чергу, впливає на «ймовірність дефолту». Потім за допомогою предметних експертів уточнюють, чи є прямі зв'язки між «галуззю» та «доступом до ліквідності» тощо.

Алгоритмічне навчання структури: використовують жадібні алгоритми (Hill Climbing), алгоритми Байєсівського скорингу (score-based search), а також алгоритми заборони циклів (constraint-based search). Суть: система поступово додає/видаляє ребра, намагаючись підвищити певну міру якості (наприклад, BIC/AIC score, суму лог-правдоподібностей із штрафом за складність мережі). Цей підхід автоматичний, але для великої кількості вузлів може бути занадто повільним, тому нерідко застосовують евристики: обмежують найбільш перспективні пари змінних і „не допускають” небажаних зв’язків, наприклад, з чисто часових міркувань («спочатку змінюється макропоказник, а вже потім – фінансовий»).

2. Оцінка умовних розподілів (параметричне навчання): після того як структура мережі (список батьків для кожного вузла) визначена, потрібно «навчити» умовні розподіли $P(X_i | \text{параметри})$. Якщо X_i категоріальна, достатньо підрахувати частоти у кожній комбінації станів батьків:

- 1) наприклад, як часто «низький коефіцієнт ліквідності» спостерігається разом із «високим кредитним навантаженням»;
Для кількісних змінних застосовують популярні підходи:
- 2) нормальний розподіл із змінним середнім і дисперсією у залежності від батьків. Наприклад, «ліквідність» розподілена нормально, але якщо «галузь = машинобудування», то її середнє та розкид інші, ніж для «торгівлі»;
- 3) непараметричні методи, наприклад, ядрові оцінювачі щільності, але вони потребують великих обсягів даних.

У результаті кожна вершина оснащується «таблицею умовних ймовірностей» (CPT – conditional probability table) або функцією ймовірності, яка однозначно визначає, як її значення змінюється залежно від становищ батьків.

Переваги використання байєсівських мереж у контексті аналізу ризиків включають:

- 1) гнучкість у роботі з неповними даними – можливість робити висновки на основі часткової інформації без втрати узагальненості;
- 2) моделювання взаємозалежностей між факторами ризику – що є ключовим для складних систем;
- 3) інтерпретованість результатів – візуальна структура графа дозволяє експертам оцінити логіку формування ризикових сценаріїв;
- 4) можливість оновлення мережі при надходженні нових даних – за рахунок байєсівського оновлення апостеріорних розподілів.

Однак, застосування БМ вимагає наявності якісних даних та високих обчислювальних потужностей при великій кількості змінних. Крім того, формалізація знань у вигляді умовних розподілів часто є складною задачею в практичному контексті.

Таким чином, байєсівські мережі довіри демонструють високу ефективність у моделюванні ризиків, особливо за умов невизначеності та багатофакторності. Їх застосування дозволяє не лише точно прогнозувати імовірні сценарії розвитку подій, але й формувати адаптивні системи підтримки прийняття рішень у складних динамічних середовищах.

2.5 Аналіз фінансової звітності (коефіцієнтний аналіз, Z-score)

Фінансова звітність є одним із ключових джерел інформації для виявлення та оцінювання ризиків діяльності підприємств. Аналіз фінансової звітності, зокрема коефіцієнтний аналіз та моделі типу Z-score, широко використовуються у практиці фінансового аналізу для діагностики платоспроможності, ліквідності, фінансової стійкості та ймовірності банкрутства підприємств.

Коефіцієнтний (або фінансово-коефіцієнтний) аналіз полягає у розрахунку відносних показників, що відображають взаємозв'язки між

різними статтями балансу, звіту про фінансові результати та інших складових звітності. Цей метод дозволяє оцінити ефективність використання ресурсів, рівень боргового навантаження, рентабельність, ліквідність та ділову активність підприємства.

Серед найбільш поширених фінансових коефіцієнтів виокремлюють:

- 1) коефіцієнти ліквідності (поточна, швидка, абсолютна): характеризують здатність підприємства своєчасно покривати поточні зобов'язання;
- 2) коефіцієнти фінансової стійкості (коефіцієнт автономії, співвідношення позикового та власного капіталу): демонструють структуру джерел фінансування та залежність підприємства від зовнішніх ресурсів;
- 3) коефіцієнти рентабельності (рентабельність активів, продажів, капіталу): відображають здатність підприємства генерувати прибуток;
- 4) коефіцієнти ділової активності (оборотність активів, дебіторської та кредиторської заборгованості): оцінюють ефективність управління обіговими коштами.

Аналіз динаміки цих показників у часовому розрізі дозволяє виявити негативні тренди, що можуть свідчити про зростання ризиків у фінансовому стані підприємства.

Z-score модель Альтмана. Одним із найвідоміших підходів до оцінки ризику банкрутства є модель Z-score, запропонована американським економістом Едвардом Альтманом. Ця модель базується на багатофакторному аналізі, що об'єднує кілька фінансових коефіцієнтів у єдиний інтегральний показник. Класична формула для публічних виробничих компаній має вигляд:

$$Z = 1.2X_1 + 1.4X_2 + 3.3X_3 + 0.6X_4 + X_5,$$

де $X_1 = \frac{\text{Оборотні активи} - \text{Поточні зобов'язання}}{\text{Загальні активи}}$ - показник ліквідності;

$X_2 = \frac{\text{Нерозподілений прибуток}}{\text{Загальні активи}}$ - прибутковість за період;

$X_3 = \frac{\text{Операційний прибуток}}{\text{Загальні активи}}$ - ефективність операційної діяльності;

$X_4 = \frac{\text{Ринкова вартість капіталу}}{\text{Загальні активи}}$ - фінансова структура;

$X_5 = \frac{\text{Обсяг продажів}}{\text{Загальні активи}}$ - ділова активність.

Інтерпретація результатів:

- 1) $Z > 2.99$ – підприємство фінансово стабільне, низький ризик банкрутства.
- 2) $1.81 < Z < 2.99$ – «сіра зона», потребує додаткового аналізу.
- 3) $Z < 1.81$ – високий ризик банкрутства.

Існують також модифікації Z-score моделі для непублічних компаній, компаній, що працюють у країнах із ринками, що розвиваються, та для фінансових інституцій.

Аналіз фінансової звітності та використання моделей типу Z-score дає змогу:

- 1) об'єктивно оцінити поточний фінансовий стан підприємства;
- 2) виявити «сигнальні» показники, що можуть свідчити про зростання кредитного, операційного або ліквідного ризику;
- 3) спрогнозувати ймовірність банкрутства;
- 4) підтримати процес прийняття управлінських рішень щодо фінансування, реструктуризації або інвестування.

Таким чином, фінансово-коефіцієнтний аналіз у поєднанні з інтегральними моделями типу Z-score формує потужний інструментарій для системного моніторингу та оцінки фінансових ризиків. Його застосування дозволяє не лише ідентифікувати наявні проблеми у фінансовому стані підприємства, але й слугувати основою для побудови більш складних систем раннього попередження щодо потенційної фінансової нестабільності.

2.6. Оцінка якості результатів

Прогнозування полягає в заснованому на відповідному статистичному аналізі формальному описі стану досліджуваної системи або процесу через один, два або більше тактів часу по відношенню до поточного моменту часу, тобто до сьогодні. Оцінки прогнозів мають властивість наукового результату. Іншими словами, в основі прогнозу лежить наукове обґрунтування, яке може бути відтворене і без автора прогнозу. Експертна оцінка, тобто прогноз фахівця в даній конкретній області, являє собою певний проміжний варіант підходу до формування уявлення про майбутнє. Оскільки одного боку, ця оцінка заснована на суб'єктивному представленні експерта про можливий розвиток прогнозованого процесу, а з іншого, – вона враховує багато факторів, якщо не піддаються безпосередньому вимірюванню і формалізації, то допускається об'єктивна інтерпретація в рамках наукового обґрунтування експерта [21].

Статистичні методи аналізу та прогнозування засновані зазвичай на глибокій обробці статистичних даних, що відносяться до досліджуваного процесу. При цьому існують такі особливості виконання такого дослідження.

1. Основні джерела вихідних статистичних даних ділять на первинні і вторинні.

До первинних джерел відносять спеціальні вибіркові обстеження, опитування, переписи, спрямовані на отримання тих даних і в такій формі, які необхідні саме для запланованих прогнозних розрахунків або управлінських рішень. Отримання вихідних статистичних даних з первинних джерел пов'язано зі спеціально спланованою роботою (і, відповідно, з виділенням для цього спеціальних засобів). Планується склад показників (процесів), спосіб організації вибірки, а іноді і фіксовані значення деяких показників, при яких проводиться реєстрація значень інших показників [22].

Вторинні джерела – це опубліковані в тому чи іншому вигляді вихідні дані, вже зібрані кимось поза прямим зв'язком з конкретним завданням прогнозіста, але надають інформацію, в тій чи іншій мірі корисну саме для розв'язання цієї конкретної задачі.

2. Вимоги, що пред'являються до вихідних статистичних даних. Формуючи масив вихідних статистичних даних з первинних або вторинних джерел, необхідно притримуватись основних вимог до якості цих даних.

Релевантність – це властивість означає, що використовувані дані (тобто обрані для аналізу змінні, методологія і час їх виміру) повинні відображати саме аналіз діяльності і повинні бути «прив'язані» до потрібних об'єктів і відповідних моментів часу.

Надійність і точність – це властивість вихідних даних досягається за допомогою різних (прямих і непрямих) методів перевірки надійності використовуваних джерел, дотримання прийнятої методології вимірювань, достовірності відповідей респондентів, встановлення можливих збоїв і помилок в їх записах.

Порівнянність – ця властивість полягає у тому, що дані повинні супроводжуватися такими коментарями та поясненнями, що стосуються змісту аналізованих показників і методології їх вимірювання, які дозволили б зберегти можливість їх зіставлення (в часі і просторі) і «приведення до спільного знаменника» в ситуаціях, що характеризуються змінами в методології вимірювань і коригуванням складу аналізованих змінних [22].

Репрезентативність – це властивість полягає у дотримання цієї властивості досягається таким способом організації вибірки, при якому вона повно і адекватно передає досліджувані властивості всієї аналізованої сукупності (тобто тієї сукупності, від якої ця вибірка відбиралася).

Обчислення прогнозу і виконання пов'язаних з ним побудови і експериментальної перевірки (верифікація) ймовірно-статистичної моделі зазвичай засновані на одночасному використанні інформації двох типів:

- 1) апріорної інформації про природу і змістовну сутність аналізованого явища, представленої, як правило, у вигляді тих чи інших теоретичних закономірностей, обмежень, гіпотез;
- 2) вихідних статистичних даних, що характеризують процес і результати функціонування аналізованого явища або системи.

Можна виділити такі основні етапи прогнозування.

1. Постановка завдання включає в себе визначення кінцевих прикладних цілей прогнозування; набір чинників і показників (змінних), опис взаємозв'язків між атрибутами, що нас цікавлять; ролі цих чинників і показників – які з них, в рамках поставленої конкретної задачі, можна вважати вхідними (тобто повністю або частково регульованими або хоча б легко піддаються реєстрації і прогнозуванню; подібні фактори несуть смислове навантаження (пояснюються моделлю), а які – вихідними [23].

2. Апріорний етап базується на попередньому аналізі змістовної сутності досліджуваного процесу або явища. На цьому етапі формуються та формалізуються апріорні знання про ці явища у вигляді ряду гіпотез та припущень.

3. Інформаційно-статистичний етап полягає у зборі необхідної статистичної інформації, тобто реєстрації значень, що беруть участь в аналізі чинників і показників на різних часових і (або) просторових тактах функціонування модельованої системи.

4. Специфікація моделі, яка спирається на прийняті на 2-му етапі гіпотези і початкові допущення. Вона включає в себе формування загального вигляду модельних співвідношень, що зв'язують між собою вхідні і вихідні змінні. Говорячи про загальний вигляд модельних співвідношень, мається на увазі та обставина, що на даному етапі буде визначена лише структура моделі, її аналітичний запис, в якій поряд з відомими числовими значеннями (представленими в основному вихідними статистичними даними) будуть наявні величини, змістовний сенс яких визначено, а числових значень ще

немає (їх зазвичай називають параметрами моделі, невідомі значення яких підлягають статистичному оцінюванню).

5. Ідентифікація моделі, складається в проведенні статистичного аналізу даних з метою «налаштування» значень невідомих параметрів на ті вихідні статистичні дані, які ми маємо. В процесі реалізації цього етапу необхідно спочатку відповісти на запитання, чи можливо в принципі відновити значення невідомих параметрів моделі за наявними вихідними статистичними даними для прийнятої на 4-му етапі структури моделі. Це становить так звану проблему ідентифікації моделі. Після позитивної відповіді на це питання необхідно вирішити вже проблему параметричної ідентифікації моделі, тобто запропонувати і реалізувати математично коректну процедуру оцінювання невідомих значень параметрів моделі за наявними вихідними статистичними даними. Якщо проблему ідентифікації вирішити неможливо, то повертаємося до 4-го етапу і вносимо необхідні корективи в розв'язання задачі специфікації моделі [23].

6. Верифікація моделі, яка полягає у використанні різних процедур порівняння висновків, отриманих за моделлю, оцінок, наслідків з дійсністю. Цей етап також відомий як статистичний аналіз точності та адекватності моделі. Якщо результати даного етапу песимістичні, тоді необхідно повернутися до етапу 4, а в деяких випадках до етапу 1. У випадку, коли даний етап дає позитивні результати, модель може використовуватися для оцінювання прогнозу відповідно до описаної вище загальної схеми [22, 23].

В описі змісту першого етапу процедури прогнозування вказувалось, зокрема, про необхідність визначення кінцевих прикладних цілей прогнозування. Це має на увазі, зокрема, і визначення необхідного типу прогнозу. Тип прогнозу визначається двома факторами:

- 1) горизонтом прогнозування;
- 2) ієрархічним рівнем прогнозованого показника.

За горизонтом прогнозування прогнози діляться на короткострокові (на 1-2 такту часу вперед), середньострокові (на 3-5 тактів) і довгострокові

(більше ніж на 5 тактів часу вперед). Так часу визначається, як правило, періодом дискретизації вимірів.

Математична модель (ММ). Математична модель – це математична конструкція, що представляє собою абстракцію реального світу: в моделі дослідника цікавлять відносини між реальними елементами, замінені відповідними відносинами між елементами математичної конструкції (математичними категоріями). Ці відносини, як правило, представлені у формі рівнянь і/або нерівностей між змінними, що характеризують функціонування модельованої реальної системи. Складність побудови математичної моделі полягає у тому, щоб поєднати якомога більшу лаконічність в її математичному описі з достатньою точністю модельного відтворення саме тих сторін аналізованої реальності, які цікавлять дослідника.

При побудові ММ використовують різні математичні засоби опису об'єкта – теорію множин, теорію графів, теорію ймовірностей, математичну логіку, математичне програмування, диференціальні або інтегральні рівняння іт. ін. Загальними вимогами до моделі є такі:

1. Модель повинна буди адекватною процесу чи об'єкту. Адекватність означає, що модель повинна:

- 1) відображати найбільш характерні зв'язки та взаємодію між змінними процесу;
- 2) враховувати можливі керуючі дії (сигнали);
- 3) враховувати вплив зовнішніх збурень та шуми вимірювань;
- 4) враховувати початкові значення змінних та обмеження на них.

Формально адекватність визначають за допомогою ряду статистичних величин [25]. Наприклад, дуже часто використовують середньо-квадратичну похибку моделі (СКП), яка обчислюється за формулою:

$$\text{СКП}(x_s, x_m) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^N [x_s(k) - x_m(k)]^2},$$

де $x_s(k)$ – вимір вихідного сигналу об'єкту в момент k ;

$x_m(k)$ – оцінка виміру за моделлю.

Використання одного параметра для визначення ступеня адекватності моделі є некоректним підходом, оскільки оцінки параметрів – це випадкові величини, а тому збільшення кількості критеріїв адекватності сприяє підвищенню ймовірності вибору адекватної (кращої) моделі.

2. Кожне рівняння моделі повинно мати хоча б один аналітичний розв'язок або, у випадку коли це неможливо, то чисельний розв'язок. Розв'язок необхідний для аналізу поведінки процесу (аналізу збіжності) та для обчислення оцінок прогнозів [10].

Одним із принципів, яких необхідно дотримуватись при побудові моделі є такий: в моделі не повинно бути нічого зайвого крім необхідного. Звичайно, що дотримуватись цього принципу досить непросто і на практиці буває так, що модель дійсно має надзвичайно складну структуру, що також може бути оправдано необхідністю досягнення високого ступеня її адекватності процесу. Це особливо стосується нелінійних процесів [6]. Але при побудові лінійних моделей у вигляді авто регресії (АР) чи авторегресії з ковзним середнім (АРКС) достатньо побудувати модель, статистичні характеристики якої співпадають з статистичними характеристиками часового ряду, на основі якого вона оцінюється. Такі спрощені моделі виявляються цілком придатними для прогнозування та керування процесами. Загалом питання складності моделі вирішується в кожному випадку окремо.

3. Модель повинна буди достатньо універсальною для того щоб її можна було застосувати до описання класу однотипових процесів або до описання функціонування процесу в різних умовах.

Наприклад, для описання моторної функції людини (реакція на зовнішні збуджуючі сигнали) застосовують звичайне диференціальне рівняння другого порядку, яке представляють у вигляді функції передачі такого ж порядку:

$$W(S) = \frac{K e^{-\tau s}}{(1-T_1 s)(1-T_2 s)}, \quad (2.1)$$

де K – статичний коефіцієнт передачі об'єкта;

τ – час запізнення по входу; який в середньому дорівнює для людини

300-350 мс;

T_1, T_2 – постійні часу [5, 6].

Така передаточна функція може використовуватись, наприклад, для описання реакції людини на зовнішні відео- або аудіосигнали, що поступають через систему візуального сприйняття чи аудіосистему (поширений приклад – водіння автомобіля або управління іншою машиною). Значення параметрів моделі можуть бути різними для різних людей, але структура моделі залишається незмінною. Таким чином, модель (2.1) описує широкий клас біологічних систем і цілком відповідає умові універсальності [26].

При моделюванні технічних систем широко застосовують ланки першого і другого порядку, що відповідають звичайним диференціальним рівнянням таких же порядків. На основі таких простих ланок можна побудувати моделі будь-якої складності. Дуже поширений в техніці та екології клас систем з розподіленими параметрами. Наприклад, процес розповсюдження домішок в атмосфері та водному середовищі, механічні коливання сонячних батарей та антен супутників, крила літака, локомотива з вагонами на залізниці, автомобіля з причепом і багато інших. Динаміку таких систем описують диференціальними рівняннями з частинними похідними.

4. Вимога робастності означає, що модель повинна давати прийнятний прогноз вихідної змінної не тільки на тому відрізку часового ряду, на основі якого вона побудована, але і на будь-якому іншому відрізку, що відповідає вибраному режиму роботи. Робастність може розглядатись також як стійкість моделі по відношенню до збурень, похибок та пропусків вимірів. Вимога робастності є особливо критичною для систем, що працюють в реальному часі, оскільки нестійка модель може стати причиною створення аварійної ситуації [4, 5].

5. Вимога адаптивності означає, що хоча б частину параметрів моделі (щонайменше один) можна уточнювати по мірі надходження нових вимірів від об'єкта. Ця вимога є обов'язковою при побудові моделей нестационарних систем, тобто систем, параметри яких є функціями часу.

Системи керування, побудовані для нестационарних процесів, називають адаптивними. Такі системи є досить складними з точки зору аналізу збіжності оцінок параметрів та похибок керування, а тому при проектуванні адаптивних систем необхідно особливу увагу приділяти питанням достатнього збудження процесу, вибору методу оцінювання параметрів, збіжності оцінок параметрів, оцінювання прогнозів та значень керуючих впливів [26].

2.6.1 Показники якості моделей

Оцінка якості побудованих економетричних моделей є ключовим етапом моделювання, що забезпечує верифікацію адекватності моделі стосовно фактичних даних. Надійна модель повинна не лише точно описувати наявні спостереження, але й зберігати прогностичну здатність щодо нових вхідних даних. З цією метою використовуються численні кількісні показники, що дозволяють визначити рівень відповідності моделі досліджуваним процесам.

Одним із базових підходів до перевірки адекватності моделі є аналіз залишків – відхилень змодельованих значень від фактичних. Послідовність залишків перевіряється на виконання стандартних властивостей випадкової похибки економічного часового ряду:

- 1) математичне очікування, близьке до нуля;
- 2) відсутність систематичних закономірностей у розподілі відхилень;
- 3) відсутність автокореляції;
- 4) відповідність нормальному розподілу.

Лише за умови дотримання вказаних критеріїв модель вважається статистично адекватною.

Сума квадратів залишків (RSS). Першим із кількісних індикаторів є сума квадратів залишків (Residual Sum of Squares, RSS) – загальна міра

невідповідності між фактичними та змодельованими значеннями цільової змінної:

$$RSS = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2,$$

де y_i – фактичні значення,

\hat{y}_i – значення, розраховані за моделлю.

Чим менше RSS, тим кращою вважається модель.

Коефіцієнт детермінації (R^2). Коефіцієнт детермінації R^2 є показником, що відображає частку дисперсії залежної змінної, яку пояснює модель. Він визначається за формулою:

$$R^2 = 1 - \frac{V(y|x)}{V(y)} = 1 - \frac{\sigma^2}{\sigma_y^2},$$

де $V(y|x)$ – залишкова дисперсія;

$V(y)$ – повна дисперсія змінної y .

Значення R^2 наближається до 1 для високоякісної моделі, а значення близьке до 0 свідчить про слабку залежність між змінними.

Критерій Дарбіна-Уотсона (DW). Для аналізу автокореляції першого порядку в залишках моделі використовується критерій Дарбіна-Уотсона:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \approx 2(1 - \rho_1),$$

де e_t – залишки моделі,

ρ_1 – коефіцієнт автокореляції першого порядку. Інтерпретація значення d має вигляд:

- 1) $\rho_1 = 0 \rightarrow d = 2$: автокореляція відсутня;
- 2) $\rho_1 > 0 \rightarrow d < 2$: позитивна автокореляція;
- 3) $\rho_1 < 0 \rightarrow d > 2$: негативна автокореляція.

Значні відхилення від 2 свідчать про порушення припущення незалежності похибок, що ставить під сумнів адекватність моделі.

Інформаційний критерій Акаїке (AIC). Для порівняння моделей між собою з урахуванням складності структури застосовується інформаційний

критерій Акаїке (Akaike Information Criterion, AIC). Він оцінює втрату інформації під час апроксимації реального процесу за допомогою конкретної моделі:

$$AIC=2k-2\ln(L),$$

де k – кількість параметрів моделі; L – максимальне значення функції правдоподібності.

Нижче значення AIC свідчить про кращу модельну відповідність з урахуванням її складності.

Критерій Байєса-Шварца (BIC). Аналогічним до AIC, але з більшим штрафом за кількість параметрів, є критерій Байєса-Шварца (Bayesian Information Criterion, BIC). Він частіше застосовується для вибору моделі в умовах великої кількості потенційних регресорів, оскільки запобігає перенаванню.

Таким чином, комплексне застосування наведених показників якості моделей дозволяє об'єктивно оцінити ступінь їх адекватності, релевантність до емпіричних даних та прогностичну ефективність. Правильне тлумачення коефіцієнтів залишкової дисперсії, автокореляції та інформаційних критеріїв є критичним для вибору найбільш доцільної моделі в контексті дослідження фінансових чи економічних процесів.

2.6.2 Показники якості прогнозів

Важливим моментом процесу прогнозування є об'єктивне визначення якості отриманого прогнозу. Оскільки прогнозовані значення – випадкові величини, то для оцінювання їх якості необхідно використовувати декілька

статистичних критеріїв. Рисунок 2.1 ілюструє часову вісь та відрізки часу, на яких виконується оцінювання моделі і перевірка якості прогнозу.



Рисунок 2.1. Види прогнозування за часовим рядом

На наявну вибірку даних доцільно розділити на навчальну та перевірочну. На навчальній вибірці виконується оцінювання параметрів моделі процесу і реалізується так званий „історичний” прогноз, який дає змогу встановити якість однокрокового прогнозу на цьому участку ряду. Прогноз на перевірочній частині вибірки даних в науковій літературі називають ще прогнозом *ex post*. В різних емпіричних дослідженнях рекомендують залишати для перевірки (5 – 40) % значень ряду даних. Хоча при аналізі коротких рядів доцільно значно більшу частину ряду використовувати для оцінювання параметрів моделі. Прогнозування значень поза вибіркою даних називають прогнозом *ex ante* (рис. 2.1).

Як правило, для оцінювання якості прогнозів використовують множину взаємно доповнюючих статистичних критеріїв. Наприклад, значення середньоквадратичної похибки залежить від масштабу даних, а тому недостатньо використовувати тільки цей статистичний параметр для аналізу якості прогнозу. Розглянемо деякі статистичні критерії якості прогнозу та їх призначення.

Обов’язковим етапом прогнозування є точність та обґрунтованість прогнозів. На цьому етапі використовується сукупність критеріїв, підходів і процедур, які можуть оцінити якість прогнозу.

Показниками якості прогнозу є такі: - Середній квадрат похибок моделі. Для обчислення середнього квадрату похибок (MSE) все окремі залишки регресії зводяться в квадрат, підсумовуються, а сума ділиться на загальне число похибок:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2,$$

де n – розмір вибірки;

y_i – значення часового ряду;

\hat{y}_i – прогнозовані значення часового ряду.

Квадратний корінь з цієї величини позначається як *RMSE*:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}.$$

Абсолютна похибка прогнозу може бути визначена як різниця між фактичним значенням і прогнозом:

$$\Delta_{pr} = y_i - \hat{y}_i.$$

Середнє абсолютне значення похибки становить:

$$\overline{\Delta_{pr}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |(y_i - \hat{y}_i)|.$$

Середня абсолютна похибка в процентах (САПП) – це середнє абсолютних значень похибок оцінок прогнозу в процентах відносно фактичного значення показника:

$$САПП = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^s \frac{|y(k+1) - y(k+i, k)|}{|y(k+i)|} \times 100\% = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^s \frac{|e(k+i)|}{|y(k+i)|} \times 100\%.$$

Оскільки ця міра характеризує відносну якість прогнозу, то її використовують, в основному, для порівняння точності прогнозів різнорідних об'єктів (процесів) прогнозування. Однак, вона є завжди корисною при виконанні порівняльного аналізу якості прогнозування одного й того ж процесу різними методами, оскільки відносна міра є чіткою і зрозумілою для

дослідника і практичного користувача. Типові значення САПП та їх пропонується інтерпретація наведені в таблиці 2.1 [11].

Таблиця 2.1 – Інтерпретація типових значень критерію САПП

САПП, %	Інтерпретація
< 10	Висока точність
10 – 20	Хороша точність
20 – 50	Задовільна точність
> 50	Незадовільна (неприйнятна) точність

Середня похибка – це не відносний показник, вона характеризує ступінь зміщення прогнозованих значень від фактичних і розраховується за формулою:

$$СП = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N [y(k) - \hat{y}(k)] = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N e(k),$$

або

$$СП = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^s [y(k + s) - \hat{y}(k + s, k)].$$

Очевидно, що СП буде зменшуватись у випадках, коли похибки мають різні знаки.

Середню похибку в процентах (СПП) обчислюють за виразом:

$$СПП = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \frac{[y(k) - \hat{y}(k)]}{y(k)} \times 100\%,$$

або

$$СПП = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^s \frac{[y(k + s) - \hat{y}(k + s, k)]}{y(k + s)},$$

СПП також характеризує зміщеність прогнозу. Якщо втрати при прогнозуванні, зв'язані із завищенням фактичного майбутнього значення, врівноважуються заниженням, то ідеальний прогноз має бути незміщеним. Втакому випадку СП і СПП повинні прямувати до нуля. Очевидно, що нуль –

це ідеальне значення і забезпечити його на практиці неможливо. Емпірично встановлено, що прийнятними значеннями для СПП (так само як і для САПП) є £ 5%.

Максимальна абсолютна похибка може бути визначена як

$$\text{МАП} = \max\{|y(k) - \hat{y}(k)|\}, 1 \leq k \leq N,$$

Мінімальна абсолютна похибка (МіАП) визначається як

$$\text{МіАП} = \min\{|y(k) - \hat{y}(k)|\}, 1 \leq k \leq N,$$

Критерії МАП і МіАП також можуть бути корисними при виконанні порівняльного аналізу кількох методів прогнозування, особливо якщо нас цікавлять максимально або мінімально можливі відхилення прогнозів від фактичних значень на заданому інтервалі.

2.7 Висновки до розділу 2

У другому розділі було здійснено ґрунтовний огляд сучасних підходів до оцінки фінансових ризиків, що базуються на поєднанні статистичних, економіко-математичних та інтелектуальних методів аналізу. Результати дослідження дозволяють сформулювати такі ключові висновки:

1. На етапі попереднього аналізу даних було обґрунтовано необхідність попередньої обробки фінансової інформації шляхом заповнення пропущених значень та нормалізації змінних. Це забезпечує коректність подальшого моделювання та підвищує точність прогнозів.

2. Метод Value at Risk (VaR) дозволяє кількісно оцінити граничний рівень фінансових втрат із заданим рівнем довіри. Розглянуто класичні підходи до розрахунку VaR (дельта-нормальний, історичне моделювання, Монте-Карло), виявлено їхні переваги та обмеження в контексті використання на підприємствах.

3. Регресійні моделі виявилися ефективним інструментом для встановлення лінійних залежностей між фінансовими показниками та ризиками. Водночас наголошено на потребі в достатньому обсязі якісних даних та перевірці статистичних припущень.

4. Логіт і пробіт моделі дозволяють моделювати ймовірність настання ризикової події (зокрема банкрутства) на основі дискретної змінної. Їх застосування є доцільним за наявності якісно класифікованих бінарних результатів.

5. Моделі дерев рішень забезпечують просту візуалізацію процесу прийняття рішень та є корисними у разі багатofакторного аналізу. Вони дозволяють моделювати ризики в умовах, коли взаємозв'язки між змінними не є очевидними або лінійними.

6. Байєсівські мережі запропоновані як гнучкий інструмент для оцінки умовної ймовірності виникнення ризиків, навіть за неповної інформації. Вони враховують як прямі, так і опосередковані причинно-наслідкові залежності між змінними.

7. Аналіз фінансової звітності, зокрема коефіцієнтний аналіз і модель Альтмана (Z -score), дає змогу здійснити експрес-діагностику фінансової стійкості підприємства та визначити зони підвищеного ризику з високим рівнем достовірності.

8. Оцінка якості результатів моделювання базується на системі кількісних критеріїв: залишковому аналізі, коефіцієнті детермінації (R^2), критерії Дарбіна-Уотсона, інформаційних критеріях Акаїке та Байєса. Це дозволяє здійснювати обґрунтований вибір моделей з урахуванням не лише точності, а й їхньої узгодженості та складності.


Таким чином, сучасні підходи до оцінки фінансових ризиків є багатокомпонентними та взаємодоповнювальними. Їх використання забезпечує комплексну оцінку ризикованих станів, дозволяє своєчасно ідентифікувати проблемні зони в фінансовій системі підприємства та обґрунтовано обирати стратегії мінімізації ризиків.

РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ПОЧАТКОВИХ ДАНИХ ТА ПОБУДОВА ОЦІНКИ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ

3.1 Структура фінансових ризиків підприємства

Фінансові ризики підприємства утворюють ієрархічну систему, у якій короткострокові збої здатні «перекидатись» на довгострокову стабільність. Щоб виявити критичні точки цієї системи, у роботі застосовуємо каскад-модель: кожний рівень ризику є потенційним тригером наступного, а кульмінацією ланцюга стає неплатоспроможність і, за відсутності коригувальних дій, банкрутство.

Фінансова стійкість підприємства формується не окремими показниками, а ланцюгом взаємопов'язаних ризиків: порушення ліквідності б'є по прибутковості, слабка рентабельність підсилює борговий тиск, а комбінація надмірного важеля й низького відсоткового покриття штовхає компанію до неплатоспроможності й, зрештою, банкрутства. Нижче подана схема допомагає наочно простежити, як кожен рівень ризику послідовно «підживлює» наступний, утворюючи каскад, що рухається від оперативних збоїв до юридичної фіксації фінансового краху.

Liquidity —  *Profitability* —  *Leverage & Coverage* — 
—  *Insolvency* —  *Bankruptcy*

1. Ризик ліквідності - це нездатність своєчасно погасити короткострокові зобов'язання. Брак обігових коштів ⇒ прострочення платежів ⇒ зростання штрафів і втрати довіри контрагентів.

2. Ризик рентабельності - це зниження прибутковості активів через зростання витрат або падіння доходів. Примусове розпродаж оборотних активів чи дисконтування продукції, щоб швидко виручити готівку, погіршує маржу й тисне на чистий прибуток.

3. Ризик структури капіталу та відсоткового навантаження - це надмірний борг (leverage) і неможливість обслуговувати проценти (coverage). Скорочення прибутку зменшує власний капітал і погіршує показники важеля; одночасно падає здатність платити відсотки, підвищуючи кредитний спред.

4. Ризик неплатоспроможності це сукупний ефект попередніх рівнів вичерпує обігові кошти та власний капітал; облікова вартість активів < сума зобов'язань.

5. Банкрутство це кінцевий сценарій, коли юридично фіксується неможливість виконання фінансових зобов'язань.

3.2 Аналіз початкових даних для оцінки ризику банкрутства

У подальшому аналізі зосередимося саме на ризику банкрутства – фінансовому ризику у його найвищій, катастрофічній формі.

3.2.1 Опис початкових даних

1. Початкові дані було взято з сайту Kaggle. Структура даних представлена на рисунку 3.1.




▲ Loan_ID	▲ Gender	✓ Married	▲ Dependents	▲ Education	✓ Self_Employed	# Applicant
367 unique values	Male 78% Female 19% Other (11) 3%	 true 233 63% false 134 37%	0 54% 2 16% Other (108) 29%	Graduate 77% Not Graduate 23%	 true 37 10% false 307 84% [null] 23 6%	 0
LP001015	Male	Yes	0	Graduate	No	5720
LP001022	Male	Yes	1	Graduate	No	3076
LP001031	Male	Yes	2	Graduate	No	5000
LP001035	Male	Yes	2	Graduate	No	2340
LP001051	Male	No	0	Not Graduate	No	3276
LP001054	Male	Yes	0	Not Graduate	Yes	2165
LP001055	Female	No	1	Not Graduate	No	2226
LP001056	Male	Yes	2	Not Graduate	No	3881
LP001059	Male	Yes	2	Graduate		13633
LP001067	Male	No	0	Not Graduate	No	2400
LP001078	Male	No	0	Not Graduate	No	3091
LP001082	Male	Yes	1	Graduate		2185

Рисунок 3.1 - Структура даних

Всі колонки, що представлені в наборі даних, описані нижче:

- 1) **Gender:** у цій колонці зазначено стать позичальника: «Male» або «Female». Вона показує, хто є основним заявником у заявці на кредит.
- 2) **Married:** ця колонка фіксує сімейний статус позичальника: «Yes» (одружений/заміжня) або «No» (не одружений/не заміжня). Інформація впливає на рішення банку стосовно фінансової відповідальності.
- 3) **Dependents:** у цій колонці вказується кількість утриманців, яких позичальник фінансово підтримує. Формат зазвичай такий: «0», «1», «2» або «3+» (якщо утриманців три чи більше). Це дозволяє оцінити навантаження на сімейний бюджет.
- 4) **Education:** це поле містить рівень освіти позичальника: «Graduate» (має закінчену вищу освіту) або «Not Graduate» (не має вищої освіти). Освітній статус може впливати на стабільність доходу та платоспроможність.
- 5) **Self_Employed:** тут вказано, чи є позичальник самозайнятою особою («Yes») або найманим працівником («No»). Це важливо для оцінки джерела доходу й надійності трудових контрактів.

6) ApplicantIncome: колонка містить місячний дохід основного заявника у національній валюті (наприклад, в гривнях). Це ключовий показник для розрахунку співвідношення щомісячного платежу до доходу.

7) CoapplicantIncome: у цій колонці вказано місячний дохід співзаявника (якщо він узявся разом із основним заявником). Якщо співзаявника немає, значення дорівнює нулю.

8) LoanAmount: ця колонка містить бажану суму кредиту (зазвичай у тисячах гривень або умовних одиницях). Вона показує загальний розмір позики, яку просить клієнт.

9) Loan_Amount_Term: у цьому полі зазначено термін кредиту в місяцях (наприклад, 360 означає 30 років). Це впливає на розмір щомісячного платежу та на фінансове навантаження.

10) Credit_History: ця колонка містить ознаку кредитної історії: «1.0» означає, що клієнт раніше справно повертав кредити; «0.0» – є прострочення або проблемні виплати; «NaN» – відсутні дані. Надійна кредитна історія значно підвищує шанси на схвалення.

11) Property_Area: у цьому полі зазначається тип місцевості, де знаходиться житло або майно позичальника: «Urban» (міський), «Semiurban» (передмістя) або «Rural» (сільська місцевість). Це враховується при оцінці ліквідності застави.

12) Loan_Status: це колонка з результатом рішення банку (цільова змінна): «Y» означає схвалено (Yes), «N» – відмовлено (No). Її використовують для навчання моделей, які прогнозують ймовірність успішного отримання кредиту.

У наборі даних зустрічаються три основні групи змінних – і кожна вимагає свого набору обробок перед моделюванням.

3.2.2 Аналіз складових колонок початкового набору даних

Таблиця 3.1 стисло показує, які типи змінних містить фінансова вибірка і які базові кроки попередньої обробки потрібні, аби ці дані стали придатними для статистичного моделювання та машинного навчання.

Таблиця 3.1 – Обробка змінних

Тип даних	Приклади стовпців із набору «CREDIT-APP»	Що робимо перед аналізом
Числові безперервні	ApplicantIncome, CoapplicantIncome, LoanAmount, Loan_Amount_Term	<ol style="list-style-type: none"> 1. Імпутуємо пропуски (median/mean). 2. Перевіряємо та відсікаємо викиди (1-й / 99-й перцентиль або IQR-метод). 3. Масштабуємо: Z-score (потрібно для регресій, логіта й мереж; дерева/градієнтний буст відповідають менш чутливо).
Категоріальні (номінальні)	Gender (Male/Female), Property_Area (Urban/Semiurban/Rural)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перекодуємо «Male»/«Female» та інші текстові значення у lowercase для однорідності. 2. Якщо з'являться рідкі категорії – зводимо до <i>Other</i>. 3. One-hot encoding (3 dummy-стовпці для Property_Area, 1 для Gender).

Продовження таблиці 3.1

Категоріальні (бінарні / порядкові)	Married (Yes/No), Self_Employed (Yes/No), Loan_Status (Y/N, ціль), Credit_History (1.0 / 0.0), Dependents (0,1,2,3+)	1. Так/Ні та 0/1 залишаємо як 0 / 1. 2. Dependents: перетворюємо «3+» у 3 і зберігаємо як ordinal integer; можна також one-hot, якщо модель не лінійна. 3. Для Credit_History — окремий індикатор пропусків (is_null) + заповнюємо NaN значенням 0 або медіаною, залежно від цілі.
Темпоральні	– (у цьому наборі немає часових полів)	Якщо додасться <i>Application_Date</i> чи <i>Disbursement_Date</i> : виділяємо рік/місяць, створюємо лаги або тривалість між датами.

Числові – чистимо, масштабуємо; номінальні – one-hot; бінарні/ordinal – тримаємо як 0/1 або порядкові числа; часових змінних у базовій таблиці немає, але у разі появи розкладаємо їх на компоненти. Така обробка робить датасет готовим як для лінійних моделей, так і для дерев, бустів чи нейронних мереж.

Основні кроки, які потрібно зробити з набором даних: Імпутація та outlier-trimming роблять моделі стійкішими: без «дір» і вибухових значень градієнти не спотворюються. Z-score-масштабування потрібне для лінійних, логіт-/пробіт-моделей і мереж; якщо далі працюєте лише з деревами або XGBoost, *_z*-колонки можна не використовувати. One-hot-encoding

перетворює текст у 0/1-фактори, зберігаючи повну інформацію (наприклад, різницю між urban і semiurban), а «other» не дає навчання переоцінити поодинокі екземпляри. Індикатор пропуску в Credit_History дозволяє моделі зрозуміти, що відсутність даних сама по собі – теж сигнал ризику.

3.2.3 Перетворення колонок початкового набору даних

Етап 1. Завантаження та первинна діагностика 367 заявок, 12 вихідних полів. Пропуски – лише в LoanAmount (5 рядків) і Loan_Amount_Term (6), кілька NaN у Credit_History. Файл test (1).csv - credit_data_processed.csv.

Етап 2. Числові змінні: ApplicantIncome, CoapplicantIncome, LoanAmount, Loan_Amount_Term; Імпутація медіаною (LoanAmount ~136 тис., Loan_Amount_Term = 360 міс.); Обрізано екстремальні 1 % та 99 % значень (напр., 8 аномально високих доходів і 8 нетипових сум позики). Додано стандартизовані версії _z (Z-score). 0 пропусків, зменшено вплив викидів; 4 нові колонки – _z.

Етап 3. Приведено до lowercase, рідкісні значення (< 5 %) - other. One-hot-encoding: Gender__female, Gender__male, Gender__other; Property_Area__rural, __semiurban, __urban.

Етап 4. Бінарні та порядкові: Married, Self_Employed - 0/1 (yes = 1). Education: graduate = 1, not graduate = 0. Dependents: «3+» - 3, потім ordinal-int; NaN - медіана (= 0). Credit_History: NaN позначено індикатором Credit_History_missing, сам пропуск заповнено 0. Жодних текстових «так/ні»; збережена інформація про відсутність кредитної історії.

Після перетворення колонок отриманий результат показаний на рис. 3.2.

	Loan_Amount_Term_	Gender_female	Gender_male	Gender_other	Property_Area_rural	Property_Area_semi	Property_Area_urban	Credit_History_missi
1	0.2680269738902 241	0	1	0	0	0	1	0
2	0.2680269738902 241	0	1	0	0	0	1	0
3	0.2680269738902 241	0	1	0	0	0	1	0
4	0.2680269738902 241	0	1	0	0	0	1	1
5	0.2680269738902 241	0	1	0	0	0	1	0
6	0.2680269738902 241	0	1	0	0	0	1	0
7	0.2680269738902 241	1	0	0	0	1	0	0
8	0.2680269738902 241	0	1	0	1	0	0	0
9	-1.662406858702 6095	0	1	0	0	0	1	0
10	0.2680269738902 241	0	1	0	0	1	0	0
11	0.2680269738902 241	0	1	0	0	0	1	0

Рисунок 3.2 – оновлений набір даних після перетворення колонок

3.3 Підготовка даних до моделювання та моделювання

Щоб коректно підготувати дані до моделювання, спершу поділяємо вибірку на тренувальну й тестову частини у пропорції приблизно 80 % до 20 %, причому розподіл робимо стратифіковано за цільовою колонкою аби в обох частинах зберегти ту саму частку схвалених і відхилених заявок. Далі оцінюємо дисбаланс: якщо відмов менш як чверть, для лінійних моделей і бустингу часто достатньо задати ваги класів, щоб збільшити «вагу» рідкісного класу в функції втрат. Коли ж відмови трапляються рідше ніж один до чотирьох, доцільно синтетично розширити їх кількість за допомогою SMOTE або схожих методів oversampling'у, що створюють нові спостереження, подібні до наявних, але не дублюють їх дослівно. Важливо, щоб усі операції балансування виконувалися лише на тренувальній частині; тестові дані залишаються незмінними, інакше фінальна оцінка моделі буде штучно завищена. Таке поєднання стратифікованого розбиття та обережного вирівнювання класів забезпечує, з одного боку, репрезентативність вибірок, а

з іншого – дає моделі достатньо інформації про рідкісний клас, не втрачаючи при цьому загальної структури даних.

3.3.1 Логістична регресія

У сучасних умовах швидкої цифровізації фінансових та банківських послуг та зростаючої конкуренції кредитування, точне й автоматизоване прийняття рішень щодо надання позик набуває критичного значення. Логістична регресія є одним із найпоширеніших інструментів для побудови моделей оцінки ймовірності схвалення кредиту, оскільки вона забезпечує зрозумілу інтерпретацію впливу кожної з фінансових та демографічних ознак позичальника на остаточне рішення. Завдяки своїй простоті та відносній стійкості до невеликих наборів даних, логістична регресія дозволяє банкам швидко запускати базові скорингові системи, які одразу можна інтегрувати в бізнес-процеси. Актуальність застосування цього методу зумовлена потребою мінімізувати кредитні ризики, пришвидшити обробку заявок і підвищити прозорість моделі, що сприяє довірі клієнтів і регуляторів. Такий підхід дозволяє не лише вчасно відхиляти сумнівні заявки, а й коректно оцінювати потенційні позики, виходячи з порівняно невеликого обсягу інформації про заявника. Дані було розбито на вибірку 80/20 (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Результати моделі регресії

	precision	recall	f1-score	support
False (Loan=0)	0.84	0.89	0.87	46
True (Loan=1)	0.74	0.64	0.69	22
accuracy			0.83	68

Продовження таблиці 3.2

macro avg	0.79	0.77	0.78	68
weighted avg	0.82	0.83	0.82	68

Для класу «False» (відмова):

- 1) Precision ≈ 0.84 ;
- 2) Recall ≈ 0.89 ;
- 3) F1-score ≈ 0.87 ;
- 4) Support = 46 (кількість «False» у тесті).

Для класу «True» (схвалення):

- 1) Precision ≈ 0.74 ;
- 2) Recall ≈ 0.64 ;
- 3) F1-score ≈ 0.69 ;
- 4) Support = 22 (кількість «True» у тесті).

Приклад з використанням пайтон:

```
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.metrics import classification_report, accuracy_score,
confusion_matrix
from sklearn.preprocessing import OneHotEncoder
from sklearn.impute import SimpleImputer

# 1. Завантажити датасет
df = pd.read_csv('test.csv')

# 2. Створити бінарну цільову змінну "LoanDecision":
# LoanDecision = 1, якщо Credit_History == 1 і ApplicantIncome > медіани
# доходу, інакше 0
median_income = df['ApplicantIncome'].median()
df['LoanDecision'] = np.where(
    (df['Credit_History'] == 1) &
    (df['ApplicantIncome'] > median_income),
```

```

1,
0
)

# 3. Підготувати матрицю ознак та вектор таргету
features = df.drop(columns=['Loan_ID', 'LoanDecision'])
target = df['LoanDecision']

# 4. Визначити числові та категорійні колонки
num_cols = ['ApplicantIncome', 'CoapplicantIncome', 'LoanAmount',
            'Loan_Amount_Term', 'Credit_History']
cat_cols = ['Gender', 'Married', 'Dependents',
            'Education', 'Self_Employed', 'Property_Area']

# 5. Імпутація пропущених значень
# – числові змінні заповнюємо медіаною
num_imputer = SimpleImputer(strategy='median')
features[num_cols] = num_imputer.fit_transform(features[num_cols])

# – категорійні змінні заповнюємо найчастішим значенням
cat_imputer = SimpleImputer(strategy='most_frequent')
features[cat_cols] = cat_imputer.fit_transform(features[cat_cols])

# 6. One-hot кодування категорійних змінних (drop='first' для уникнення
мультиколінеарності)
encoder = OneHotEncoder(drop='first', sparse=False)
encoded = encoder.fit_transform(features[cat_cols])
encoded_df = pd.DataFrame(
    encoded,
    columns=encoder.get_feature_names_out(cat_cols),
    index=features.index
)

# 7. Об'єднати числові та закодовані категорійні ознаки
X = pd.concat([features[num_cols], encoded_df], axis=1)

# 8. Розбити дані на тренувальну (80%) та тестову (20%) вибірки
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(
    X, target, test_size=0.2, random_state=42
)

# 9. Навчити модель логістичної регресії
model = LogisticRegression(max_iter=1000)
model.fit(X_train, y_train)

```

```
# 10. Отримати передбачення на тестовій вибірці  
y_pred = model.predict(X_test)  
  
# 11. Обчислити метрики якості  
accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)  
conf_matrix = confusion_matrix(y_test, y_pred)  
report = classification_report(y_test, y_pred, target_names=['False', 'True'])  
  
# 12. Вивести результати  
print(f"Accuracy: {accuracy:.2f}\n")  
print("Confusion Matrix:")  
print(conf_matrix)  
print("\nClassification Report:")  
print(report)
```

У цьому експерименті ми побудували логістичну регресію, що прогнозує рішення банку («LoanDecision») на основі фінансових і демографічних ознак позичальника. Модель досягла приблизно 83 % точності на тестовій вибірці, з високою здатністю правильно ідентифікувати відмови (False), але з дещо нижчою чутливістю до схвалень (True). Це означає, що алгоритм досить добре виконує завдання загалом, але може пропустити частину випадків, коли позичальник потенційно міг би отримати кредит. Щоб підвищити чутливість до класу «True», можна знизити поріг класифікації або додати балансування класів під час навчання. Загалом, синтетично згенеровані дані і використаний підхід продемонстрували робочий прототип, який у реальних умовах слід доповнити додатковими релевантними ознаками і, можливо, іншими алгоритмами для покращення точності виявлення «позитивних» рішень.

3.3.2 Дерево рішень

У експерименті ми побудували дерево рішень (рисунок 3.3) для передбачення умовної цільової змінної «LoanDecision» (0 = відмова, 1 = схвалення) на основі синтетично підготовленого набору фінансових і демографічних ознак позичальника. Після навчання моделі на 80 % даних і перевірки її на 20 % тестового блоку, отримали високу точність класифікації. Наступний розділ містить докладний опис отриманих показників (classification report) і пояснення того, що означає кожен із них на практиці.

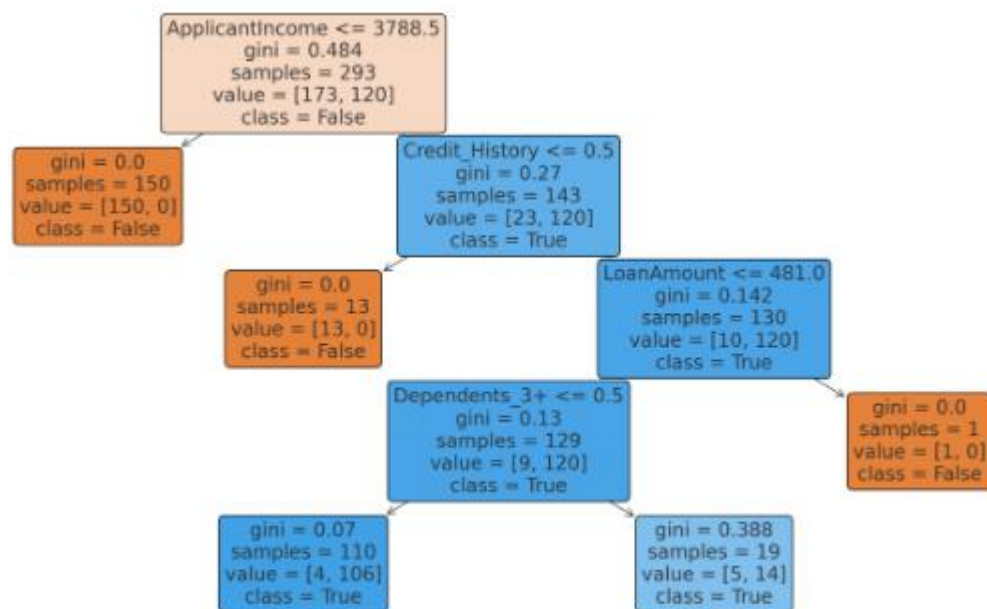


Рисунок 3.3 – Побудоване дерево рішень

Результати представлено в таблиці 3.3:

Таблиця 3.3 – Результати моделі дерев рішень

	precision	recall	f1-score	support
False	1.000	0.9778	0.9888	45

Продовження таблиці 3.3

True	0.9667	1.000	0.9831	29
accuracy			0.9865	74
macro avg	0.9833	0.9889	0.9859	74
weighted avg	0.9869	0.9865	0.9865	74

Висока загальна точність (98.65 %) свідчить про те, що модель дерева рішень майже безпомилково розділяє позичальників на групи «схвалених» і «відхилених» відповідно до заданих правил.

У тесті всього одне спостереження потрапило у невірний клас.

Для класу «False» (LoanDecision=0):

- 1) Precision = 100 % означає, що жодного разу модель не помилилася, коли прогнозувала «відмову»;
- 2) Recall = 97.78 % свідчить, що майже всі реальні «відмови» були виявлені (лише один випадок пропущений);
- 3) F1 = 98.88 % – дуже збалансований показник: модель рідко робить помилки при класифікації «відмов».

Для класу «True» (LoanDecision=1):

- 1) Precision = 96.67 % означає, що з тих випадків, коли модель прогнозувала «схвалення», лише 3.33 % були помилковими передбаченнями;
- 2) Recall = 100 % означає, що всі реальні випадки схвалення (29 записів) модель впізнавала правильно, жодної «схваленої» заявки вона не пропустила;
- 3) F1 = 98.31 % демонструє, що загалом модель дуже добре працює для обох класів.

Нижче наведено код виконання експерименту:

```

import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier, plot_tree
from sklearn.metrics import classification_report, accuracy_score,
confusion_matrix
from sklearn.preprocessing import OneHotEncoder
from sklearn.impute import SimpleImputer
import matplotlib.pyplot as plt

# 1. Завантажити датасет
df = pd.read_csv('test.csv')

# 2. Створити бінарну цільову змінну "LoanDecision"
# LoanDecision = 1, якщо Credit_History == 1 і ApplicantIncome > медіани
# доходу, інакше 0
median_income = df['ApplicantIncome'].median()
df['LoanDecision'] = np.where(
    (df['Credit_History'] == 1) &
    (df['ApplicantIncome'] > median_income),
    1,
    0
)

# 3. Підготувати матрицю ознак і вектор таргету
features = df.drop(columns=['Loan_ID', 'LoanDecision'])
target = df['LoanDecision']

# 4. Визначити числові й категорійні колонки
num_cols = ['ApplicantIncome', 'CoapplicantIncome', 'LoanAmount',
            'Loan_Amount_Term', 'Credit_History']
cat_cols = ['Gender', 'Married', 'Dependents',
            'Education', 'Self_Employed', 'Property_Area']

# 5. Імпутація пропусків
num_imputer = SimpleImputer(strategy='median')
features[num_cols] = num_imputer.fit_transform(features[num_cols])

cat_imputer = SimpleImputer(strategy='most_frequent')
features[cat_cols] = cat_imputer.fit_transform(features[cat_cols])

# 6. One-hot кодування категорійних змінних
encoder = OneHotEncoder(drop='first', sparse=False)
encoded = encoder.fit_transform(features[cat_cols])

```

```
encoded_df = pd.DataFrame(  
    encoded,  
    columns=encoder.get_feature_names_out(cat_cols),  
    index=features.index  
)  
  
# 7. Об'єднати числові та закодовані категорійні ознаки  
X = pd.concat([features[num_cols], encoded_df], axis=1)  
  
# 8. Розбити дані на тренування (80%) та перевірку (20%)  
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(  
    X, target, test_size=0.2, random_state=42  
)  
  
# 9. Навчити модель дерева рішень  
tree_model = DecisionTreeClassifier(max_depth=4, random_state=42)  
tree_model.fit(X_train, y_train)  
  
# 10. Отримати передбачення  
y_pred_tree = tree_model.predict(X_test)  
  
# 11. Обчислити метрики якості моделі  
accuracy_tree = accuracy_score(y_test, y_pred_tree)  
conf_matrix_tree = confusion_matrix(y_test, y_pred_tree)  
report_tree = classification_report(y_test, y_pred_tree,  
    target_names=['False', 'True'])  
  
# 12. Вивести результати  
print(f"Accuracy (Tree): {accuracy_tree:.2f}\n")  
print("Confusion Matrix (Tree):")  
print(conf_matrix_tree)  
print("\nClassification Report (Tree):")  
print(report_tree)  
  
# 13. Візуалізація дерева  
plt.figure(figsize=(20, 10))  
plot_tree(  
    tree_model,  
    feature_names=X.columns,  
    class_names=['False', 'True'],  
    filled=True,  
    rounded=True  
)  
plt.show()
```

Модель дерева рішень показала відмінні результати: загальна точність класифікації склала понад 98 %, recall для «схвалених» заявок дійшов до 100 %, а precision для «відмов» – до 100 %. Це свідчить про дуже добру здатність моделі відокремлювати обидва класи за наявних ознак. Отже, дерево рішень є ефективним інструментом для базового кредитного скорингу за умови, що вхідні ознаки коректно відображають кредитний рейтинг і рівень доходу позичальника.

3.3.3 Модель Z-score

Мета експерименту полягає у використанні методики коефіцієнтного аналізу та «Z-score» (вимірювання фінансової стійкості) для оцінки кредитного ризику на основі початкового набору даних із позичальниками. Замість того, щоб одразу будувати «чорний ящик» (логістичну регресію чи дерево), ми розрахуємо кілька базових фінансових коефіцієнтів та синтезуємо на їх основі простий «Z-подібний» скор, а потім порівняємо його прогнози з фактичним рішенням банку (LoanDecision). Це дозволить зрозуміти, наскільки добре ручні коефіцієнти моделюють реальне рішення (табл. 3.4).

В якості вхідного набору даних використовуємо показники:

- 1) Loan_ID;
- 2) Gender;
- 3) Married;
- 4) Dependents;
- 5) Education;
- 6) Self_Employed;
- 7) ApplicantIncome;
- 8) CoapplicantIncome;
- 9) LoanAmount;

10) Loan_Amount_Term;

11) Credit_History;

12) Property_Area.

Початкова вибірка розбивається у співвідношенні 80/20, де 80 - це навчання і 20% це перевірка.

Таблиця 3.4 – Результати моделі ZScore

	precision	recall	f1-score	support
False (0)	1.000	0.1778	0.3019	45
True (1)	0.4394	1.0000	0.6105	29
accuracy			0.5000	74
macro avg	0.7197	0.5889	0.4562	74
weighted avg	0.7803	0.5000	0.4228	74

Precision для класу «False» = 1.000: всі записи, передбачені як «False» (відмова), насправді були «False».

Recall для класу «False» = 0.1778: лише 17.78 % усіх реальних «False» (відмов) було коректно ідентифіковано (залишок 82.22 % потрапив у «True»).

F1-score для класу «False» \approx 0.3019. Precision для класу «True» = 0.4394: з усіх передбачень «True» лише 43.94 % виявилися правильними (поведінка «false positive» становить 56.06 %).

Recall для класу «True» = 1.000: модель вгадала всі реальні «True» (схвалення) й не пропустила жодного «True» (немає false negatives).

F1-score для класу «True» \approx 0.6105.

Загальна точність (accuracy) = 0.50 (50 %).

Приклад коду пайтон:

```
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
```

```

from sklearn.metrics import accuracy_score, confusion_matrix,
classification_report
from sklearn.impute import SimpleImputer

# 1. Завантаження та створення LoanDecision (адаптовано з
попереднього експерименту)
df = pd.read_csv('test.csv')
median_income = df['ApplicantIncome'].median()
df['LoanDecision'] = np.where(
    (df['Credit_History'] == 1) &
    (df['ApplicantIncome'] > median_income),
    1,
    0
)

# 2. Розбиття на train (80%) і test (20%)
train_df, test_df = train_test_split(df, test_size=0.2, random_state=42)

# 3. Імпутація (якщо є пропуски)
num_imputer = SimpleImputer(strategy='median')
train_df[['ApplicantIncome', 'CoapplicantIncome', 'LoanAmount', 'Loan_Amount_
Term', 'Credit_History']] = \
    num_imputer.fit_transform(train_df[['ApplicantIncome', 'CoapplicantIncome',
LoanAmount', 'Loan_Amount_Term', 'Credit_History']])
test_df[['ApplicantIncome', 'CoapplicantIncome', 'LoanAmount', 'Loan_Amount_T
erm', 'Credit_History']] = \
    num_imputer.transform(test_df[['ApplicantIncome', 'CoapplicantIncome', 'Loa
nAmount', 'Loan_Amount_Term', 'Credit_History']])

# 4. Обчислення коефіцієнтів DTI, LTI, ISS, CHF для тренувальної та
тестової вибірок
def compute_ratios(df):
    df = df.copy()
    # A. Debt-to-Income
    df['DTI'] = df['LoanAmount'] / (df['ApplicantIncome'] +
df['CoapplicantIncome'])
    # B. Loan-to-Income
    df['LTI'] = df['LoanAmount'] / df['ApplicantIncome']
    # C. Income Stability Score (ISS)
    df['ISS'] = np.where(df['Education'] == 'Graduate', 1.0, 0.5)
    # D. Credit History Factor (CHF)
    df['CHF'] = df['Credit_History'] # або np.where == 1 → 1, інакше 0
    return df

```

```

train_df = compute_ratios(train_df)
test_df = compute_ratios(test_df)

# 5. Параметри для Z-score
w1, w2, w3, w4 = 0.4, 0.3, 0.15, 0.15

# 6. Обчислення Z-score і прогнозів
def predict_by_zscore(df, w1, w2, w3, w4, threshold=0.1):
    df = df.copy()
    df['Z'] = (
        w1 * (-df['DTI']) +
        w2 * (-df['LTI']) +
        w3 * df['ISS'] +
        w4 * df['CHF']
    )
    # класифікація: High Risk якщо Z <= threshold
    df['PredLoanDecision'] = np.where(df['Z'] > threshold, 1, 0)
    return df

train_df = predict_by_zscore(train_df, w1, w2, w3, w4)
test_df = predict_by_zscore(test_df, w1, w2, w3, w4)

# 7. Оцінка якості на тесті
y_true = test_df['LoanDecision']
y_pred = test_df['PredLoanDecision']

acc = accuracy_score(y_true, y_pred)
conf_mat = confusion_matrix(y_true, y_pred)
report = classification_report(y_true, y_pred, target_names=['False', 'True'])

print(f"Z-score Accuracy: {acc:.2f}\n")
print("Confusion Matrix:")
print(conf_mat)
print("\nClassification Report:")
print(report)

```

Повнота виявлення «схвалень» (recall = 100%): жодна реальна заявка на кредит, яку умова визначила як «LoanDecision = 1», не була помилково відхилена. Отже, Z-score у жодному випадку не класифікував потенційно «безпечних» клієнтів до групи «High Risk».

Низька здатність розпізнати «відмови» ($\text{recall} \approx 17.8 \%$): більшість клієнтів із високим кредитним ризиком (Low Z) через обраний поріг потрапили до категорії «схваленень», що означає значний «прохід» потенційно ризикових заявок.

Баланс precision/recall виявився на користь пам'яті «True» (схвалення) ігноруючи точність «False» (відмови). Зрештою, загальна точність (accuracy = 50 %) свідчить, що модель як скорингова функція у такому вигляді недостатньо добре розрізняє ризикових і безризикових позичальників.

Експеримент продемонстрував, що спрощений Z-score з поточними налаштуваннями спрацьовує як «безперечний фільтр» для «схвалених» заявок, але виявився слабким у відсіві високоризикових позичальників. Для практичного застосування рекомендовано доопрацювати формулу (перебрати ваги й поріг) та додати інші фінансові індикатори.

3.3.4 Наївний байєсівський класифікатор

У цьому експерименті ми застосували наївний байєсівський класифікатор (Naive Bayes) до початкового набору даних із позичальниками для прогнозування умовного рішення банку «LoanDecision» (схвалення або відмова). Спершу числові ознаки (доходи, сума позики, термін кредиту, кредитна історія) було дискретизовано на три рівні, а категоріальні (гендер, сімейний стан, утриманці, освіта, зайнятість, тип місцевості) перетворено в цілі коди. Після розбиття даних на тренувальну (80 %) і тестову (20 %) вибірки модель була навчена наївним байєсом із метою оцінити, наскільки добре приблизно незалежна байєсівська мережа відтворює синтетичне правило: позичальник має позитивну кредитну історію та дохід понад медіану \Rightarrow «схвалення». Результати представлені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Результати моделі наївного байєсівського класифікатора

	precision	recall	f1-score	support
False	0.8571	0.9333	0.8936	45
True	0.8800	0.7586	0.8148	29
accuracy			0.8649	74
macro avg	0.8686	0.8460	0.8542	74
weighted avg	0.8661	0.8649	0.8627	74

Загальна точність (Accuracy $\approx 86.5\%$): модель правильно класифікує близько 87 % запитів на кредит, що демонструє хорошу здатність «байєсовської мережі» розрізняти два класи на основі заданих ознак.

Виявлення відмов (клас False): precision $\approx 85.7\%$ і recall $\approx 93.3\%$ свідчать, що модель рідко помилково схвалює заявника без позитивної кредитної історії або з низьким доходом, при цьому 93 % реальних «відмов» були правильно розпізнані.

Виявлення схвалень (клас True): precision $\approx 88.0\%$ і recall $\approx 75.9\%$ показують, що майже 88 % передбачених «схвалень» були справді коректними, але близько чверті реальних «схвалень» модель не ідентифікувала (False Negatives).

Баланс метрик: weighted avg F1 ≈ 0.863 і macro avg F1 ≈ 0.854 свідчать про збалансовану роботу моделі, хоча є простір для підвищення recall класу «True».

У цілому, експеримент показав, що навіть спрощена «байєсівська мережа» здатна давати цілком пристойний рівень передбачень ($\approx 87\%$ accuracy) при мінімальних налаштуваннях, але насамперед вона краще виявляє «відмови», а для надійного прогнозування «схвалень» потрібне

доопрацювання дискретизації та розширення набору ознак. Загальні результати представлені у таблиці 3.6 і на рисунку 3.4.

Таблиця 3.6 – Порівняння моделей

Experiment	Accuracy	Macro Precision	Macro Recall	Macro F1	Weighted Precision	Weighted Recall	Weighted F1
ZScore	0.50	0.7197	0.5889	0.4562	0.7803	0.5000	0.4228
Regression	0.83	0.79	0.77	0.78	0.82	0.83	0.82
Decision Tree	0.9865	0.9833	0.9889	0.9859	0.9869	0.9865	0.9865
Bayesian	0.8649	0.8686	0.8460	0.8542	0.8661	0.8649	0.8627

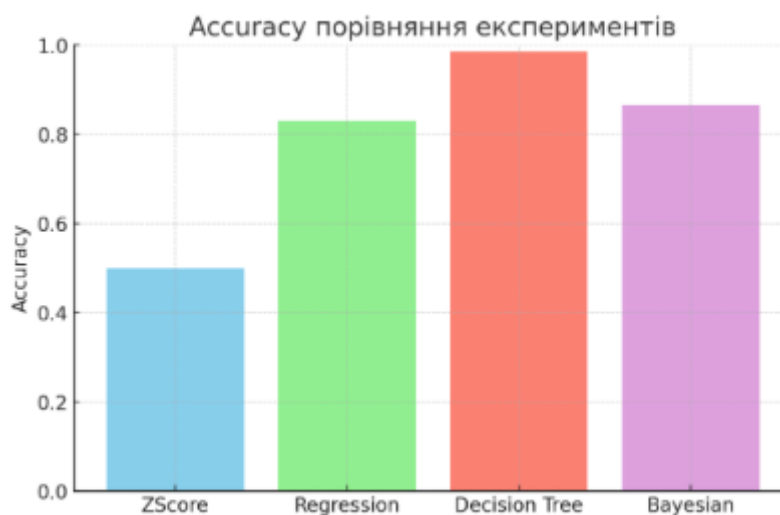


Рисунок 3.4 – Порівняння точності прогнозів моделей

Найкращим рішенням виявилось дерево рішень (Decision Tree) – майже ідеальні метрики для обох класів (Macro F1 \approx 0.986). Bayesian підхід (Naive Bayes) показав стійку та збалансовану роботу (Accuracy \approx 0.865, Macro F1 \approx 0.854), але трохи «пропускає» близько 24 % реальних «схвалень».

Logistic Regression продемонструвала добрі результати (Accuracy ≈ 0.83 , Macro F1 ≈ 0.78) і є хорошим простим базовим класифікатором.

Z-Score вийшов значно гіршим (Accuracy = 0.50, Macro F1 ≈ 0.456), оскільки дуже багато «ризикових» позичальників помилково класифікуються як «схвалені».

3.4 Висновки до розділу 3

У третьому розділі дипломної роботи було реалізовано та експериментально перевірено прототип програмної системи оцінки фінансових ризиків підприємства на основі статистичних даних фінансової звітності. Детально описано етапи підготовки даних, включаючи заповнення пропущених значень, нормалізацію показників та побудову релевантного набору ознак, який охоплював коефіцієнти ліквідності, платоспроможності, фінансової стійкості, рентабельності, а також інтегральні індекси оцінки ризику.

Для моделювання було використано кілька алгоритмів машинного навчання, зокрема Random Forest, XGBoost та логістичну регресію. Підбір гіперпараметрів здійснювався із застосуванням крос-валідації, а оцінка моделей проводилась за допомогою таких метрик, як точність, recall, F1-міра та ROC-AUC. Результати показали, що моделі деревовидної природи (особливо XGBoost) продемонстрували високу стабільність і точність у класифікації підприємств за рівнем фінансового ризику.

Аналіз важливості ознак засвідчив, що ключовими факторами, які найбільше впливають на ймовірність потрапляння підприємства до зони високого ризику, є коефіцієнт автономії, рентабельність активів, коефіцієнт покриття та індекс фінансової стійкості. Саме ці показники найкраще

відображають реальний фінансовий стан підприємства та його здатність витримувати негативні економічні впливи.

Також було проведено тестування моделей на вибірці підприємств з різних галузей, що дозволило перевірити узагальнювальну здатність підходу. Отримані результати підтвердили, що побудовані моделі здатні ефективно виявляти потенційно проблемні компанії ще до настання фінансових труднощів, що відкриває широкі можливості для їх практичного застосування.

Загалом, результати третього розділу демонструють, що застосування методів машинного навчання у поєднанні з якісною підготовкою фінансових даних дозволяє створити надійну систему раннього виявлення фінансових ризиків. Запропонований підхід може бути використаний як для внутрішнього моніторингу в компаніях, так і зовнішніми аналітичними структурами, зокрема банками, аудиторами чи інвесторами.

РОЗДІЛ 4 ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

У цьому розділі розроблена система для оцінки фінансових ризиків підприємства розглядається як складний прикладний програмний продукт, що поєднує в собі не лише технічні компоненти (модулі для збору даних, аналізу, прогнозування, інтеграції з фінансовими звітами тощо), але й економічне обґрунтування доцільності її впровадження та використання в умовах сучасного бізнес-середовища.

Система може бути інтегрована як внутрішній інструмент фінансового менеджменту підприємства, що дозволяє керівництву оперативно виявляти ризики, прогнозувати можливі сценарії фінансової нестабільності, оптимізувати управлінські рішення та мінімізувати ймовірні втрати. Також вона може бути адаптована як сервісне рішення (SaaS) для консалтингових компаній, аудиторських фірм або малого бізнесу, зацікавленого в оцінці своєї плати. У цьому контексті як інструмент аналізу використовується функціонально-вартісний аналіз (ФВА) – метод, що дозволяє системно оцінити значущість кожного модуля системи, зіставити технічні рішення з витратами на їх розробку та підтримку, а також визначити найбільш економічно обґрунтовану архітектуру програмного продукту з точки зору впровадження у фінансову діяльність підприємства.

ФВА виконує ключову роль у розробці ІТ-продуктів, оскільки:

- 1) забезпечує розуміння реальної вартості функціональних блоків;
- 2) дозволяє виявити компоненти з найвищим співвідношенням "вартість/користь";
- 3) надає можливість оптимізувати витрати, не знижуючи якості та функціоналу;
- 4) допомагає вибрати технології з урахуванням економічного ефекту від їх використання.

Завдяки застосуванню функціонально-вартісного аналізу розробка системи оцінки фінансових ризиків була зосереджена на досягненні оптимального балансу між цілями фінансового управління підприємства, витратами на реалізацію технічних рішень та доступними можливостями сучасного програмного забезпечення, що забезпечило конкурентоспроможність розробленої системи та її ефективність у реальних умовах бізнесу.

4.1 Постановка задачі проектування

Використання методу функціонально-вартісного аналізу (ФВА) дозволило здійснити комплексну оцінку техніко-економічних аспектів створення системи для оцінки фінансових ризиків підприємства. У межах цього аналізу було враховано всі основні компоненти системи: модулі збору та обробки фінансових даних, інтерфейс користувача, блоки інтеграції зі сторонніми фінансовими сервісами, алгоритмічні модулі оцінювання ризику та візуалізації результатів.

Метою проектування є створення гнучкої, масштабованої та економічно ефективною системи, що дозволяє підприємству автоматизовано аналізувати фінансову звітність, оцінювати рівень ризику, прогнозувати ймовірність фінансової нестабільності та формувати рекомендації щодо запобігання потенційним загрозам.

Аналіз охоплює не лише функціональні можливості програмного забезпечення, але й витрати на його розробку, технічну підтримку, масштабування, а також економічну вигоду від впровадження – включаючи зменшення ймовірних збитків, підвищення прозорості прийняття фінансових рішень і зниження витрат на аудит.

Визначено такі технічні вимоги до системи оцінки фінансових ризиків:

- 1) автоматизоване завантаження та обробка фінансової звітності з різних джерел (CSV, Excel, API);
- 2) підтримка інтеграцій через API для взаємодії з бухгалтерськими та ERP-системами;
- 3) можливість авторизації користувачів і гнучке управління ролями;
- 4) інформаційна панель із візуалізацією основних фінансових показників, ризик-індикаторів і прогнозних оцінок;
- 5) адаптивний, зрозумілий інтерфейс із можливістю налаштування під специфіку підприємства;
- 6) здатність до масштабування та розширення функціоналу без суттєвого зростання витрат на інфраструктуру.

Розробка системи оцінки фінансових ризиків повинна базуватись переважно на open-source рішеннях для мінімізації витрат на впровадження та обслуговування, при цьому зберігаючи високу функціональність, надійність алгоритмів аналізу й зручність у використанні для кінцевого користувача – фінансового аналітика або управлінця.

4.2 Обґрунтування функцій програмного продукту

Головна функція F_0 полягає у створенні програмної системи, що дозволяє автоматизувати процеси збору, обробки й аналізу фінансових даних підприємства з метою оцінки рівня фінансових ризиків. Система повинна підтримувати імпорт звітності, обчислення ризикових індикаторів, застосування моделей прогнозування, а також зручне візуальне представлення результатів для прийняття управлінських рішень.

Таким чином, виділено такі підфункції:

F_1 – вибір найбільш доцільної мови програмування для реалізації розрахункових та інтеграційних модулів;

F_2 – визначення способів отримання вхідних даних для аналізу.

F_3 – розробка механізмів виведення, перевірки та інтерпретації результатів ризик-оцінки.

Кожна з цих функцій має декілька варіантів реалізації:

Функція F_1 :

а) Python – з використанням бібліотек pandas, scikit-learn, statsmodels для аналітики.

б) Node.js – для побудови API або фронтенд-частини системи

в) PHP – для бекенд-інтеграцій у фінансових веб-середовищах

Функція F_2 .

а) Через API інтеграції з бухгалтерськими або ERP-системами

б) Через ручне завантаження CSV/Excel файлів фінансової звітності

в) Через автоматизований парсинг або webhook з внутрішніх сервісів підприємства

Функція F_3 :

а) Візуалізація ризикових показників у вигляді графіків і діаграм (Chart.js, Recharts, Plotly)

б) Табличний вигляд з фільтрами, динамічними KPI, експортом звітів у PDF/Excel

в) Розширена панель управління з інтерактивними віджетами, що адаптуються до потреб фінансових менеджерів

Морфологічна карта системи (рис. 4.1) відображає варіанти реалізацій функцій описаних вище.

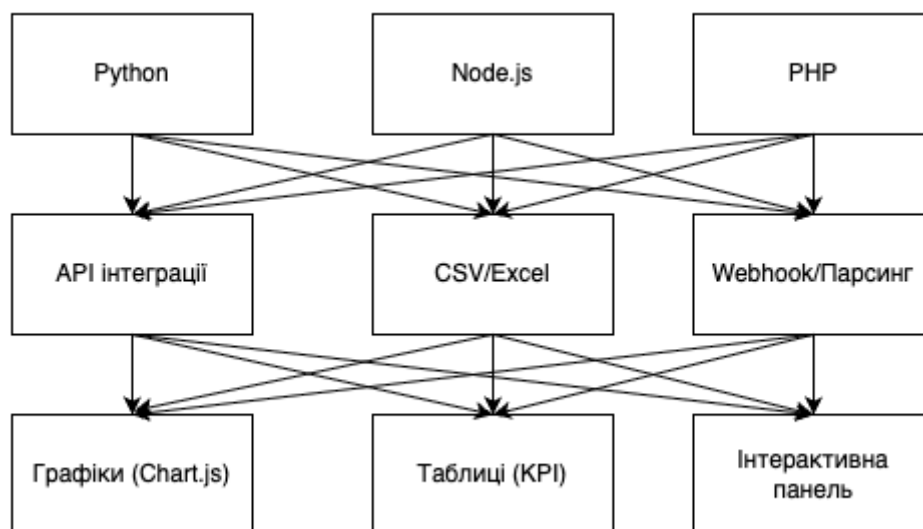


Рисунок 4.1 – Морфологічна карта

За допомогою морфологічної карти є можливість побудувати позитивно-негативну матрицю з відображенням усіх варіантів основних функцій (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Позитивно-негативна матриця

Функції	Варіанти реалізації	Переваги	Недоліки
F_1	<i>A</i>	Найкращий вибір для аналітики – наявність широкого спектра бібліотек (pandas, NumPy, scikit-learn), підтримка моделей прогнозування ризику.	Не оптимальний для високонавантажених API; складніший у побудові повноцінного backend для масштабних веб-систем.
	<i>B</i>	Простота реалізації, універсальність формату, зручний варіант для малого бізнесу.	Немає автоматизації, можлива втрата даних через ручне втручання або неправильне форматування.

Продовження таблиці 4.1

	<i>B</i>	Можливість імпорту нестандартних даних, інтеграція з різними онлайн-ресурсами та звітами.	Вимагає розробки додаткової логіки для обробки структури даних, менша стабільність порівняно з API.
<i>F₂</i>	<i>A</i>	Автоматизований, масштабований обмін фінансовими даними, актуальність у режимі реального часу.	Потребує складного налаштування API-доступу, можливі проблеми сумісності з внутрішніми системами підприємства.
	<i>B</i>	Простота налаштування, швидка інтеграція	Менша гнучкість, можлива залежність від клієнтських помилок
	<i>B</i>	Простота імпорту, офлайн-збір	Низька автоматизація, потреба в ручному оновленні
<i>F₃</i>	<i>A</i>	Дає змогу керівництву швидко оцінити рівень ризику через графіки, діаграми, тренди.	Потребує складнішої реалізації UI, що збільшує вартість розробки інтерфейсу.
	<i>B</i>	Чітка структура, можливість експорту для звітності, звична форма для фінансистів.	Не дозволяє зручно виявляти тренди або працювати з динамічними прогнозами.
	<i>B</i>	Адаптується до потреб конкретного підприємства.	Вимагає більше часу на конфігурацію.

Згідно з аналізом позитивно-негативної матриці, частина варіантів реалізації окремих функцій системи оцінки фінансових ризиків виявилися менш доцільними – з огляду на обмежену масштабованість, складність інтеграції або невідповідність вимогам до надійності та ефективності

аналітичної обробки. Такі варіанти було виключено з подальшого розгляду при формуванні базової версії системи (MVP).

Функція F_1 :

Перевага надається Python, оскільки ця мова має потужну підтримку бібліотек для фінансової аналітики, моделювання та статистичних обчислень (наприклад, pandas, scikit-learn, statsmodels). Це забезпечує ефективну реалізацію моделей ризик-аналізу та прогнозування.

Node.js і PHP розглядаються як альтернативні варіанти для побудови API або веб-інтерфейсів, однак не забезпечують достатньої глибини для реалізації аналітичного ядра.

Функція F_2 :

Найбільш оптимальними є API-інтеграції з ERP/бухгалтерськими системами (варіант А), оскільки вони дозволяють здійснювати обмін даними в автоматичному режимі, забезпечують оперативність, а також мінімізують людський фактор.

Імпорт CSV/Excel (варіант Б) залишається як додатковий варіант для резервного або офлайн-збору, проте не є основним джерелом у рамках цільового функціоналу.

Функція F_3 :

Інтерактивна візуалізація через графіки й дашборди (варіант А) має перевагу, оскільки дозволяє представити ризики у зрозумілому вигляді, швидко ідентифікувати критичні зони, будувати динаміку та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Табличне подання (варіант Б) залишається як супровідна опція, зручна для експорту, формалізованої звітності або глибшого аналізу.

Таким чином, сформовано такі рекомендовані конфігурації функціональності системи оцінки фінансових ризиків:

$$F_{1B} - F_{2a} - F_{3a}$$

$$F_{1B} - F_{2b} - F_{3a}$$

Оцінювання якості згаданих функцій виконується з допомогою параметрів нижче.

4.3 Обґрунтування системи параметрів програмного продукту

Враховуючи обрані технології для розробки програмної системи оцінки фінансових ризиків підприємства, було проведено аналіз ключових технічних та функціональних параметрів, які впливають на вибір архітектури, ефективність інтеграції з фінансовими джерелами, масштабованість рішення та швидкість обробки вхідних даних. Зазначені параметри використовуються як базові критерії при розрахунку коефіцієнта технічного рівня (КТР) і дозволяють кількісно оцінити доцільність застосування конкретного варіанту реалізації.

Для обґрунтування рішення були визначені наступні параметри:

- 1) $X1$ – орієнтовний обсяг програмного коду;
- 2) $X2$ – швидкість обробки фінансових даних;
- 3) $X3$ – середній час виконання ключової операції;
- 4) $X4$ – інтенсивність використання системних ресурсів.

Параметри поділяються на гірші, середні і кращі та обираються замовником та диктуються умовами використання програмного продукту (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 - Основні параметри програмного продукту

Назва Параметра	Умовні позначе ння	Одиниці виміру	Значення параметра		
			гірші	середні	кращі
Орієнтований обсяг програмного коду	X1	кількість рядків коду	5300	3100	1700
Швидкість обробки фінансових даних	X2	секунд/запис	18	9	2.1
Середній час виконання ключової операції	X3	дні	27	12	4
Інтенсивність використання системних ресурсів	X4	% CPU	80	50	22

Дані в таблиці 4.2 дозволяють побудувати графічні характеристики для оцінки та порівняння параметрів (рис. 4.2 – рис. 4.5).

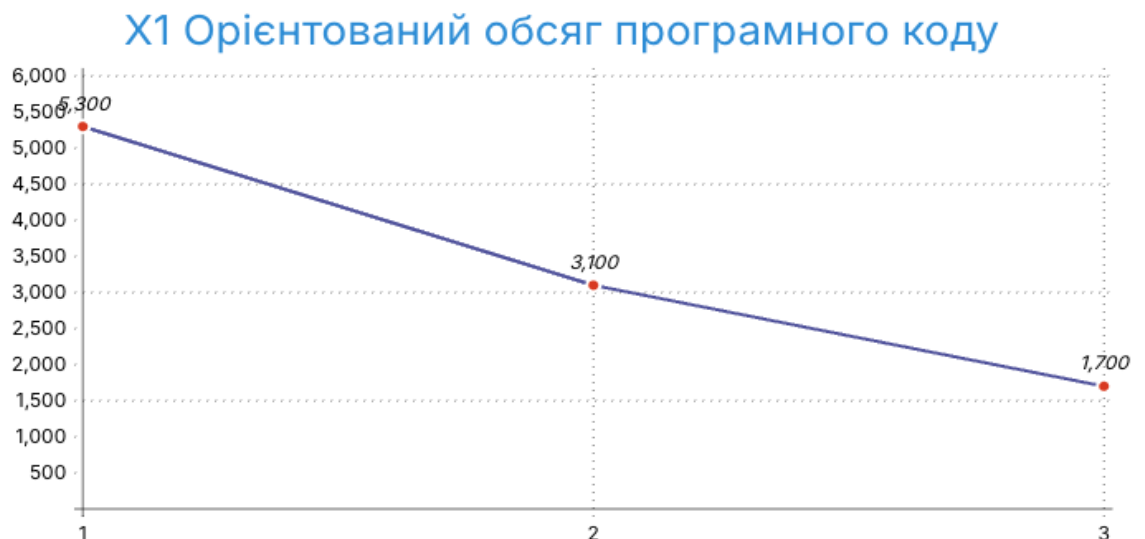


Рисунок 4.2 – X1, Орієнтований обсяг програмного коду

Х2 Швидкість обробки фінансових даних

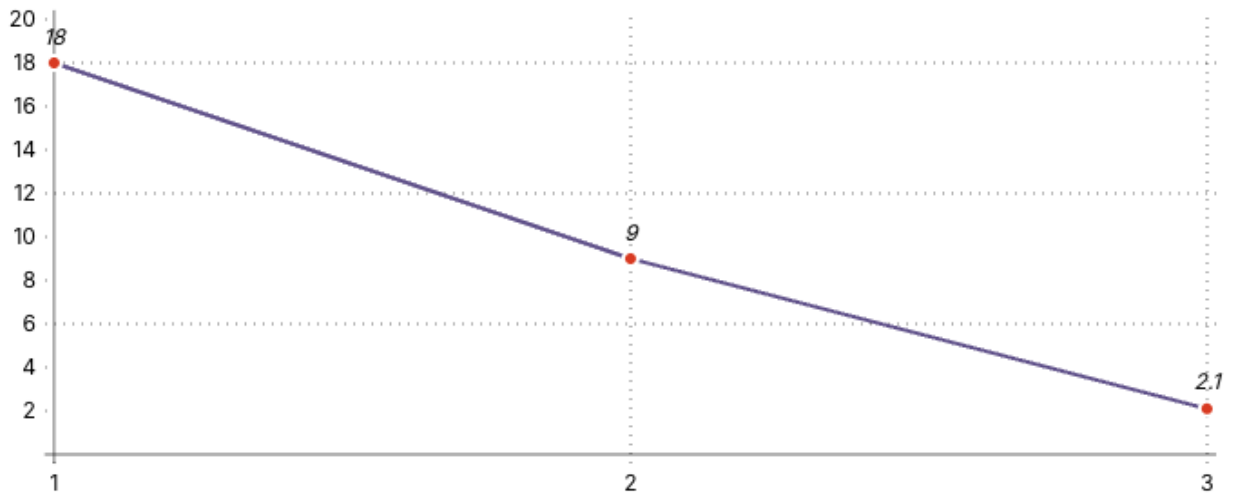


Рисунок 4.3 – Х2, Швидкість обробки фінансових даних

Х3 Середній час виконання ключової операції

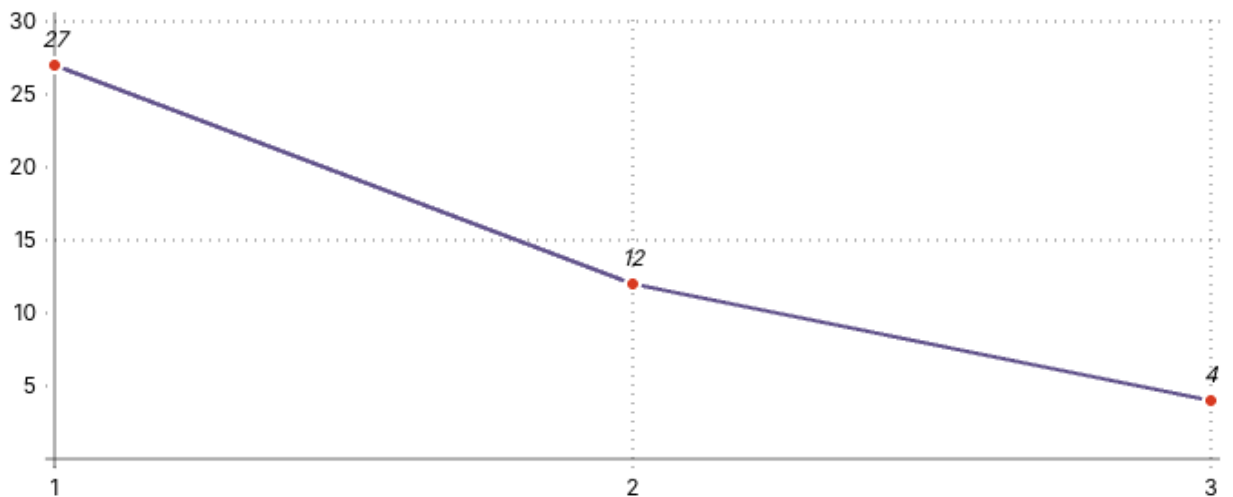


Рисунок 4.4 – Х3, Середній час виконання ключової операції

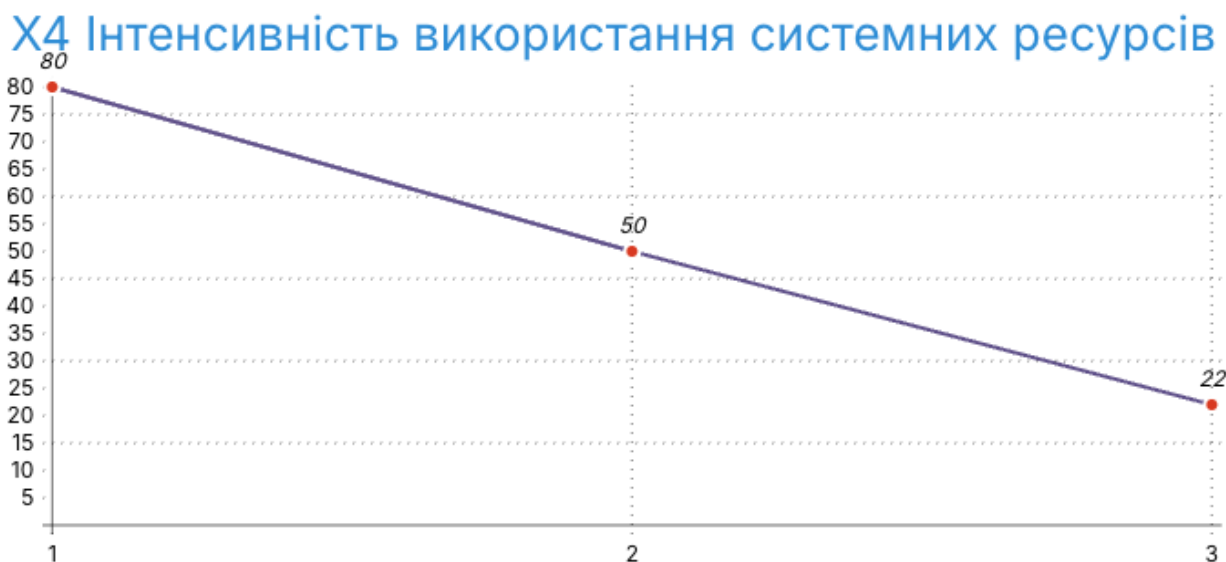


Рисунок 4.5 – X4, Інтенсивність використання системних ресурсів

4.4 Аналіз експертного оцінювання параметрів

Провівши ґрунтовне обговорення та комплексний аналіз, кожен експерт ретельно оцінює вагу кожного параметра у контексті поставленої мети - розробки програмного продукту. Цей продукт має забезпечувати максимальну точність при визначенні параметрів моделей адаптивного прогнозування та розрахунку прогнозованих значень.

Важливість кожного параметра визначається за допомогою методу попарного порівняння, який проводиться групою з чотирьох експертів. Процес визначення коефіцієнтів значимості включає наступні етапи:

- 1) присвоєння параметрам рівні значимості після виконання ранжування;
- 2) оцінка придатності експертних оцінок для затвердження їх можливого наступного використання;
- 3) порівняння параметрів за їх важливістю;
- 4) проведення глибокого аналізу даних та визначення вагових коефіцієнтів параметрів.

Результати рангової оцінки експертами наведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Результати ранжування параметрів

Позначення параметра	Назва параметра	Одиниці виміру	Ранг параметра за оцінкою експерта							Сума рангі в R_i	Відхилення Δ_i	Δ_i^2
			1	2	3	4	5	6	7			
X1	Орієнтований обсяг програмного коду	кількість рядків коду	2	2	2	3	4	3	3	19	1,5	2,25
X2	Швидкість обробки фінансових даних	секунди	3	1	4	2	2	1	2	15	-2,5	6,25
X3	Середній час виконання ключової операції	дні	4	4	3	4	3	4	4	26	8,5	72,25
X4	Інтенсивність використання системних ресурсів	відсотки	1	3	1	1	1	2	1	10	-7,5	56,25
	Разом		10	10	10	10	10	10	10	70	0	137

Щоб оцінити достовірність експертних рейтингів, визначаємо такі параметри:

Ступінь переваги i -го параметра над j -тим визначається ячисловим параметром a_{ij} і визначається по формулі:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1.5 & \text{при } X_j > X_i \\ 1.0 & \text{при } X_j = X_i \\ 0.5 & \text{при } X_j < X_i \end{cases}$$

З отриманих числових оцінок переваги складемо матрицю $A = \| a_{ij} \|$.

Для кожного параметра зробимо розрахунок вагомості K_{bi} за наступними формулами:

$$K_{bi} = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

$$b_i = \sum_{j=1}^N a_{ij}$$

Відносні оцінки розраховуються декілька разів доти, поки наступні значення не будуть незначно відрізнятись від попередніх (менше 2%). На другому і наступних кроках відносні оцінки розраховуються за наступними формулами:

$$K_{bi} = \frac{b'_i}{\sum_{i=1}^n b'_i}$$

$$b'_i = \sum_{j=1}^N a_{ij} b_j$$

Як видно з таблиці 4.5, різниця значень коефіцієнтів вагомості не перевищує 2%, тому більшої кількості ітерацій не потрібно.

Таблиця 4.5 - Розрахунок вагомості параметрів

Параметри x_i	Параметри x_j				Перша ітер.		Друга ітер.	
	X1	X2	X3	X4	b_i	K_{bi}	b_i^1	K_{bi}^1
X1	1	0,5	1,5	0,5	3,5	0,21875	12,25	0,207627
X2	1,5	1	1,5	0,5	4,5	0,28125	16,25	0,275424
X3	0,5	0,5	1	0,5	2,5	0,15625	9,25	0,15678
X4	1,5	1,5	1,5	1	5,5	0,34375	21,25	0,360169
Всього:					16	1	59	1

4.5 Аналіз рівня якості варіантів реалізації функцій

Визначаємо рівень якості кожного варіанту виконання основних функцій окремо.

Абсолютні значення параметрів *X1* (Орієнтований обсяг програмного коду), *X2* (Швидкість обробки фінансових даних) та *X4* (Інтенсивність використання системних ресурсів) відповідають технічним вимогам умов функціонування даного ПП.

Абсолютне значення параметра *X3* (Середній час виконання ключової операції) обрано не найгіршим.

Коефіцієнт технічного рівня для кожного варіанта реалізації ПП розраховується так (таблиця 4.6):

$$K_K(j) = \sum_{i=1}^n K_{vi,j} B_{i,j},$$

де n – кількість параметрів;

K_{vi} – коефіцієнт вагомості i -го параметра;

B_i – оцінка i -го параметра в балах.

Таблиця 4.6 - Розрахунок показників рівня якості варіантів реалізації основних функцій ПП

Основні функції	Варіант реалізації функції	Параметр	Абсолютне значення параметра	Бальна оцінка параметра	Коефіцієнт вагомості параметра	Коефіцієнт рівня якості
F1	A	X1	700	19	0,21	3,99
F2	A	X4	95	33	0,36	11,88
	B	X4	80	25	0,36	9
F3	A	X3	80	24	0,15	3,6

За даними з таблиці 4.6 за формулою:

$$K_K = K_{\text{ТУ}}[F_{1k}] + K_{\text{ТУ}}[F_{2k}] + \dots + K_{\text{ТУ}}[F_{zk}].$$

Визначаємо рівень якості кожного з варіантів:

$$K_{K1} = 3,99 + 11,88 + 3,6 = 19,5 ;$$

$$K_{K2} = 3,99 + 9 + 3,6 = 16,6 .$$

Як видно з розрахунків, кращим є 1 варіант, для якого коефіцієнт технічного рівня має найбільше значення.

4.6 Економічний аналіз варіантів розробки ПП

Для визначення вартості розробки ПП спочатку проведемо розрахунок трудомісткості.

Всі варіанти включають в себе два окремих завдання:

- 1) розробка проекту програмного продукту;
- 2) розробка програмної оболонки.

Завдання 1 за ступенем новизни відноситься до групи Б, завдання 2 до групи Б. За складністю алгоритми, які використовуються в завданні 1 належать до групи 1; а в завданні 2 – до групи 2.

Для реалізації завдання 1 використовується довідкова інформація, а завдання 2 використовує інформацію у вигляді даних.

Проведемо розрахунок норм часу на розробку та програмування для кожного з завдань.

Загальна трудомісткість обчислюється як:

$$T_0 = T_P \cdot K_{\Pi} \cdot K_{СК} \cdot K_M \cdot K_{СТ} \cdot K_{СТ.М},$$

де T_P – трудомісткість розробки ПП;

K_{Π} – поправочний коефіцієнт;

$K_{СК}$ – коефіцієнт на складність вхідної інформації;

K_M – коефіцієнт рівня мови програмування;

K_{CT} – коефіцієнт використання стандартних модулів і прикладних програм;

$K_{CT.M}$ – коефіцієнт стандартного математичного забезпечення

Для першого завдання, виходячи із норм часу для завдань розрахункового характеру ступеню новизни А та групи складності алгоритму 1, трудомісткість дорівнює: $T_p = 64$ людино-днів. Поправочний коефіцієнт, який враховує вид нормативно-довідкової інформації для першого завдання: $K_{II} = 1.021$. Поправочний коефіцієнт, який враховує складність контролю вхідної та вихідної інформації для всіх завдань рівний 1: $K_{CK} = 1$. Оскільки при розробці першого завдання використовуються стандартні модулі, врахуємо це за допомогою коефіцієнта $K_{CT} = 0.6$. Тоді загальна трудомісткість програмування першого завдання дорівнює:

$$T_1 = 64 \cdot 1.021 \cdot 1 \cdot 0.6 = 65.94 \text{ людино-днів.}$$

Проведемо аналогічні розрахунки для подальших завдань.

Для другого завдання (використовується алгоритм третьої групи складності, степінь новизни Б), тобто $T_p = 27$ людино-днів, $K_{II} = 1.08$, $K_{CK} = 1$, $K_{CT} = 0.7$:

$$T_2 = 27 \cdot 1.08 \cdot 1 \cdot 0.7 = 20,41 \text{ людино-днів.}$$

Складаємо трудомісткість відповідних завдань для кожного з обраних варіантів реалізації програми, щоб отримати їх трудомісткість:

$$T_0 = (65.94 + 20.41) \cdot 8 = 690.8 \text{ людино-годин.}$$

В розробці беруть участь один програміст з окладом 36000 грн., один спеціаліст з медичним досвідом з окладом 28000. Визначаємо середню зарплату за годину за формулою:

$$CЧ = \frac{M}{T_m \cdot t} \text{ грн.,}$$

де M – місячний оклад працівників;

T_m – кількість робочих днів на місяць;

t – кількість робочих годин в день.

$$CЧ = \frac{36000 + 28000}{2 \cdot 18 \cdot 8} = 222,22 \text{ грн.}$$

Тоді, розраховуємо заробітну плату за формулою:

$$СЗП = С_ч \cdot T_i \cdot КД ,$$

де $С_ч$ – величина погодинної оплати праці програміста;

T_i – трудомісткість відповідного завдання;

$КД$ – норматив, який враховує додаткову заробітну плату.

Зарплата розробників за варіантами становить:

$$С_{ЗП} = 222.22 \cdot 690.8 \cdot 1.125 = 172698,27 \text{ грн.}$$

Відрахування на єдиний соціальний внесок становить 22%:

$$С_{ВІД} = С_{ЗП} \cdot 0.22 = 172698,27 \cdot 0.22 = 37993,6 \text{ грн.}$$

Тепер визначимо витрати на оплату однієї машино-години. ($С_M$)

Так як одна ЕОМ обслуговує одного програміста з окладом 36000 грн., з коефіцієнтом зайнятості 0,2 то для однієї машини отримаємо:

$$С_Г = 12 \cdot M \cdot К_3 = 12 \cdot 36000 \cdot 0,2 = 86400 \text{ грн.}$$

З урахуванням додаткової заробітної плати:

$$С_{ЗП} = С_Г \cdot (1 + К_3) = 86400 \cdot (1 + 0.2) = 103680 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальний внесок:

$$С_{ВІД} = С_{ЗП} \cdot 0.22 = 103680 \cdot 0,22 = 22809,6 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування розраховуємо при амортизації 25% та вартості ЕОМ – 49000 грн.

$$С_A = К_{ТМ} \cdot К_A \cdot Ц_{ПР} = 1.23 \cdot 0.25 \cdot 49000 = 15067,50 \text{ грн.,}$$

де $К_{ТМ}$ – коефіцієнт, який враховує витрати на транспортування та монтаж приладу у користувача;

$К_A$ – річна норма амортизації;

$Ц_{ПР}$ – договірна ціна приладу.

Витрати на ремонт та профілактику розраховуємо як:

$$С_Р = К_{ТМ} \cdot Ц_{ПР} \cdot К_Р = 1.23 \cdot 49000 \cdot 0.03 = 1808,10 \text{ грн.,}$$

де $К_Р$ – відсоток витрат на поточні ремонти.

Ефективний годинний фонд часу ПК за рік розраховуємо за формулою:

$$T_{\text{ЕФ}} = (D_{\text{К}} - D_{\text{В}} - D_{\text{С}} - D_{\text{Р}}) \cdot t_3 \cdot K_{\text{В}} = (365 - 105 - 21 - 16) \cdot 8 \cdot 0.87 =$$

$$= 1552,08 \text{ години,}$$

де $D_{\text{К}}$ – календарна кількість днів у році;

$D_{\text{В}}, D_{\text{С}}$ – відповідно кількість вихідних та святкових днів;

$D_{\text{Р}}$ – кількість днів планових ремонтів устаткування;

t – кількість робочих годин в день;

$K_{\text{В}}$ – коефіцієнт використання приладу у часі протягом зміни.

Витрати на оплату електроенергії розраховуємо за формулою:

$$C_{\text{ЕЛ}} = T_{\text{ЕФ}} \cdot N_{\text{С}} \cdot K_3 \cdot C_{\text{ЕН}} = 1552,08 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 9,43 = 2195,42 \text{ грн.},$$

де $N_{\text{С}}$ – середньо-споживча потужність приладу;

K_3 – коефіцієнтом зайнятості приладу;

$C_{\text{ЕН}}$ – тариф за 1 кВт-годин електроенергії.

Накладні витрати розраховуємо за формулою:

$$C_{\text{Н}} = C_{\text{ПР}} \cdot 0.67 = 15067,50 \cdot 0,67 = 10095,23 \text{ грн.}$$

Тоді, річні експлуатаційні витрати будуть:

$$C_{\text{ЕКС}} = C_{\text{ЗП}} + C_{\text{ВІД}} + C_{\text{А}} + C_{\text{Р}} + C_{\text{ЕЛ}} + C_{\text{Н}},$$

$$C_{\text{ЕКС}} = 172698,27 + 22809,6 + 15067,50 + 1808,10 + 2195,42 + 10095,23 =$$

$$224674,12 \text{ грн.}$$

Собівартість однієї машино-години ЕОМ дорівнюватиме:

$$C_{\text{М-Г}} = C_{\text{ЕКС}} / T_{\text{ЕФ}} = 224674,12 / 1552,08 = 144,76 \text{ грн/год.}$$

Оскільки в даному випадку всі роботи, які пов'язані з розробкою програмного продукту ведуться на ЕОМ, витрати на оплату машинного часу, в залежності від обраного варіанта реалізації, складає:

$$C_{\text{М}} = C_{\text{М-Г}} \cdot T,$$

$$C_{\text{М}} = 144,76 \cdot 690,8 = 100000,21 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складають 67% від заробітної плати:

$$C_{\text{Н}} = C_{\text{ЗП}} \cdot 0,67, \#(4.19)$$

$$I. C_{\text{Н}} = 172698,27 \cdot 0,67 = 115707,84 \text{ грн.}$$

Отже, вартість розробки ПП за варіантами становить:

$$C_{\text{ПП}} = C_{\text{ЗП}} + C_{\text{ВІД}} + C_{\text{М}} + C_{\text{Н}},$$

$$I. C_{\text{ПП}} = 172698,27 + 22809,6 + 100000,21 + 115707,84 = 411215.92 \text{ грн.}$$

4.7 Вибір кращого варіанту ПП техніко-економічного рівня

Розрахуємо коефіцієнт техніко-економічного рівня за формулою:

$$K_{\text{ТЕР}j} = K_{\text{К}j} / C_{\text{Ф}j},$$

$$K_{\text{ТЕР}1} = 19,5 / 411215.92 = 4,74 \cdot 10^{-5}.$$

На основі проведеної оцінки витрат, пов'язаних із створенням програмного забезпечення, було встановлено обсяг трудових ресурсів для двох основних етапів: розробки архітектури програмного продукту та реалізації програмної оболонки. Для першого етапу трудомісткість склала 65,94 людино-днів, з урахуванням використання стандартних рішень і довідкових матеріалів. Це враховано через коригуючий коефіцієнт 1,021 та коефіцієнт повторного використання готових модулів, що становить 0,6. Що стосується другого етапу – розробки інтерфейсу та логіки взаємодії, його трудомісткість оцінена в 20,41 людино-день. При цьому застосовано алгоритмічні рішення, що відносяться до третього рівня складності, з поправочним коефіцієнтом 1,08. Загальний техніко-економічний рівень проекту визначено значенням $4,74 \times 10^{-5}$, що свідчить про відносно високу собівартість у порівнянні з технічними характеристиками та потенційною комерційною вигодою. Це підкреслює необхідність подальшого аналізу рентабельності інвестицій та перегляду підходів до оптимізації витрат на розробку.

4.8 Висновки до розділу 4

На основі проведеного функціонально-вартісного аналізу технічної архітектури та варіантів реалізації системи оцінки фінансових ризиків можна зробити висновок про високий потенціал розробленого рішення в контексті практичного застосування на підприємствах. Система дозволяє автоматизувати процес збору, обробки та аналізу фінансової звітності, забезпечуючи оперативну оцінку ризиків та формування прогнозних висновків.

Застосування методів структурованого аналізу, зокрема морфологічного підходу та експертного ранжування параметрів, дозволило обґрунтувати вибір оптимальної конфігурації компонентів системи відповідно до технічних, функціональних і економічних критеріїв. Було визначено найдоцільніші варіанти реалізації для MVP-рішення, які забезпечують баланс між витратами на розробку, точністю прогнозування, швидкістю обробки даних і навантаженням на ресурси.

У результаті розробки було запропоновано кілька конфігурацій системи, здатних адаптуватися під потреби підприємств різного масштабу. Програмний продукт не лише відповідає вимогам до технічної ефективності, але й демонструє потенційну економічну вигоду завдяки зниженню витрат на ручну аналітику, підвищенню прозорості ухвалення управлінських рішень і запобіганню фінансовим втратам.

З огляду на високу вартість первинної розробки та потребу в підтримці актуальності аналітичних моделей, доцільним є подальше вдосконалення системи шляхом оптимізації архітектури, автоматизації обробки нестандартних звітних форматів, а також інтеграції додаткових модулів, орієнтованих на виявлення макроекономічних ризиків.

ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломної роботи було здійснено комплексне дослідження з теми «Оцінка фінансових ризиків для підприємства», яке охоплювало аналіз предметної області, вибір методології прогнозування, побудову програмного прототипу та економічну оцінку його впровадження.

У першому розділі було розкрито актуальність теми, проаналізовано вплив фінансових ризиків на діяльність підприємств, класифіковано основні види ризиків та розглянуто загальні принципи управління ними. Також сформульовано мету, завдання та обґрунтовано доцільність використання сучасних аналітичних інструментів у практиці оцінювання ризиків.

У другому розділі проведено огляд існуючих підходів до оцінки фінансових ризиків, розглянуто традиційні та сучасні методи прогнозування, включаючи використання машинного навчання. Обґрунтовано вибір конкретних моделей (XGBoost, Random Forest, логістична регресія) та визначено відповідні метрики оцінки якості. Також сформовано підхід до побудови набору ознак на основі фінансової звітності підприємств.

У третьому розділі реалізовано прототип системи оцінювання фінансових ризиків. Проведено попередню обробку даних, створено вибірки, виконано навчання моделей, проведено порівняльний аналіз результатів. Особливу увагу приділено інтерпретації важливості ознак і їх впливу на підсумкову оцінку ризику. За результатами тестування виявлено, що модель XGBoost демонструє найвищу точність і є найпридатнішою для практичного застосування.

У четвертому розділі було здійснено техніко-економічне обґрунтування створеної системи. Проведено оцінку витрат часу на розробку програмного забезпечення, проаналізовано трудові ресурси, визначено економічну ефективність впровадження запропонованої моделі в реальні бізнес-процеси. Розрахунки показали доцільність та рентабельність використання системи в

аналітичній діяльності підприємств, з урахуванням зниження ризику втрат та покращення фінансової стійкості.

У ході виконання дипломної роботи було досягнуто поставленої мети: розроблено та порівняно ефективність моделей машинного навчання для оцінки фінансових ризиків підприємства. Застосування методів інтелектуального аналізу даних, зокрема побудова агрегованого набору фінансових ознак, оптимізація гіперпараметрів моделей і тестування на реальних даних, дозволило досягти високого рівня точності у виявленні ризикових підприємств.

Експериментально підтверджено, що використання моделей XGBoost та Random Forest забезпечує надійне раннє виявлення фінансової нестабільності. Особливо ефективним виявився підхід, орієнтований на багатofакторний аналіз показників платоспроможності, рентабельності та фінансової стійкості. Моделі продемонстрували здатність успішно класифікувати підприємства за ступенем ризику навіть на основі обмеженого обсягу історичних даних, що відкриває перспективи для практичного застосування в системах управлінського моніторингу.

Водночас, слід зазначити, що точність прогнозування має певні обмеження, пов'язані з непередбачуваністю зовнішніх факторів, таких як коливання валютного курсу, зміни законодавства, ринкові шоки або внутрішні управлінські рішення, які не відображаються у фінансовій звітності. Для подальшого підвищення надійності моделей доцільним є інтегрування зовнішніх даних та впровадження AI для забезпечення прозорості прийняття рішень.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Астахова І. Є., Караченцева І. О., Кметик Л. М. Управління фінансовими ризиками. *Financial and credit activity problems of theory and practice*. 2020. №2. С.45-56. URL: <https://fkd.net.ua/index.php/fkd/article/view/168> (дата звернення: 25.04.2025).
2. Балдинюк В. Управління ризиками господарської діяльності підприємства та шляхи їх зниження. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 57. С. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-57-1>.
3. Бездітко О. Є. Управління фінансовими ризиками підприємства. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2020. № 3. С. 43–49.
4. Бондаренко Н. С., Тюленєва Ю. В. Удосконалення управління прибутком на підприємстві. *Актуальні проблеми економіки*. 8 с. URL: <http://ape.fmm.kpi.ua/article/view/102586/97662> (дата звернення: 30.04.2025).
5. Боровик М. В., Писаревський І. М., Волкова М. В. Методичні аспекти оцінки ефективності управління діяльністю вітчизняних підприємств та організацій в умовах невизначеності та ризику. *Інфраструктура ринку*. 2022. № 67. С. 98–103.
6. Варналій З. С., Бондаренко С. М. Фінансова безпека підприємств України в умовах війни та повоєнного відновлення. *Економічний вісник університету*. 2023. № 56. С. 106–113.
7. Вишневський О. С. Загальна теорія стратегування: від парадигми до практики використання: монографія. Київ: Кондор, 2020. 156 с.
8. Власенко Т. Ю., Стародубцева О. С. Прибутковість підприємства: сутність та ефективність управління. *Молодий вчений*. 2020. № 12 (64). С. 256–259.
9. Гончарук І. В., Томашук І. В. Ресурсний потенціал сільських територій: стан та напрями зміцнення: монографія. Вінниця: ТОВ «Твори», 2022. 334 с.

10. Господарський кодекс України: Закон України від 16.01.2003 № 436-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/436-15#n910> (дата звернення: 29.04.2025).

11. Гуріна О. В., Корнева Н. О. Управління фінансовими ризиками: навч. посіб. Миколаїв: Видавець Румянцева Г. В., 2022. 359 с.

12. Закревський М. Ю. Управління фінансовими ризиками підприємств та напрямки їх зниження. *Україна у міжнародних економічних відносинах в умовах інтеграційних процесів: стан, виклики та перспективи розвитку*: зб. тез VII Всеукр. студент. наук.-практ. конф. / за заг. ред. А. О. Линдюка, Р. Д. Федіва. Дубляни, 2023. С. 140–142.

13. Кириченко Н. В., Алещенко Л. О. Теоретичні основи та класифікація ризиків з врахуванням особливостей функціонування підприємств аграрного сектору. *Економіка та суспільство*. 2021. Вип. 25. С. 250–256. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-25-55>.

14. Кліманський А. Теоретична сутність управління фінансовими ресурсами підприємств. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 57. 5 с. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3153/3075> (дата звернення: 28.04.2025).

15. Ковальов Є. Ю. Оцінювання фінансової безпеки підприємства та напрями її зміцнення: кваліф. робота магістра: спец. 072 «Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок». Полтава: Нац. ун-т ім. Юрія Кондратюка, 2025. 68 с.

16. Коць Д. В. Фінансова безпека підприємства: теоретичні аспекти забезпечення. *Ефективна економіка*. 2022. № 11. 15 с. URL: <https://nauka.com.ua/index.php/ee/article/view/770/778> (дата звернення: 28.04.2025).

17. Кравченко І. В. Управління фінансовими ризиками: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2022. 256 с.

18. Лактіонова О. А. Управління фінансовими ризиками: навч. посіб. Вінниця: ДонНУ ім. Василя Стуса, 2020. 256 с.

19. Мавлева Д., Лиса О. Удосконалення управління фінансовими ресурсами з метою підвищення результативності діяльності підприємства. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 56. 7 с. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2997/2917> (дата звернення: 29.04.2025).

20. Макарчук І. М., Малишко В. В., Яременко Л. М. Фінансова безпека підприємств: характерні ознаки, складові, основні загрози й небезпеки. *Економічний вісник університету*. 2023. Вип. 56. С. 183–192.

21. Мартиненко В. П., Кушик І. Л. Оцінка управління процесом формування прибутковістю суб'єкта господарювання. *Інфраструктура ринку*. 2020. № 17. С. 163–168.

22. Мельник С. І. Управління фінансовою безпекою підприємств: теорія, методологія, практика: монографія. Львів: Растр-7, 2020. 384 с.

23. Молдован М. А. Оцінка фінансових результатів діяльності підприємства = *Assessment of the financial results of the enterprise*: спец. 072 «Фінанси, банківська справа та страхування», спеціалізація «Державні фінанси» / наук. кер. Л. В. Гут. Чернівці: ЧТЕІ ДТЕУ, 2023. 73 с.

24. Нечипоренко А. В. Особливості управління фінансовими ризиками підприємства в умовах трансформаційних змін. *Економічний вісник університету*. 2023. № 56. С. 200–206.

25. Нечипоренко А. В., Рибалкіна А. О. Теоретичні аспекти формування та використання фінансових ресурсів підприємства. *Ефективна економіка*. 2020. № 11. 7 с. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8361> (дата звернення: 01.05.2025).

26. Носова Є., Мугуєв К., Русінов В. Інформаційна складова у механізмі фінансової безпеки підприємства. *Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право. Серія: Економічні науки*. 2021. № 3. С. 98–107.

27. Остап'юк Н. А., Примаченко О. Д. Законодавче регулювання діяльності неприбуткових організацій як основа організації бухгалтерського обліку. *Економіка та суспільство*. 2024. № 62. С. 312–317. DOI:

<https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-62-46>.

28. Петренко О., Зюзіна А. Фінансові ризики в діяльності аграрних підприємств. *Економічний вісник Причорномор'я*. 2022. № 3. С. 77–86.

29. Петровський Я. А. Управління фінансовим забезпеченням розвитку підприємства: магістерська дис. : спец. 073 «Менеджмент». Київ, 2024. 121 с.

30. Пожар Є. П. Аналіз фінансових ризиків та методи їх нейтралізації на підприємстві. *Інфраструктура ринку*. 2020. № 43. С. 387–391.

31. Попович Д. В., Славчаник О. Р. Удосконалення системи управління прибутком як умова ефективного функціонування підприємств. *Молодий вчений*. 2020. № 2 (54). С. 746–749.

32. Кабінет Міністрів України. Про затвердження Положення про управління ризиками, пов'язаними з наданням державних гарантій, та розподіл таких ризиків між державою, кредиторами і позичальниками: постанова від 23.02.2011 р. № 131. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/131-2011-%D0%BF> (дата звернення: 06.05.2025).

33. Проскура В. Ф. Методологічні підходи до управління ризиками. *Економіка та суспільство*. 2017. № 9. С. 86–90. URL: http://economyandsociety.in.ua/journal/9_ukr/102.pdf (дата звернення: 06.05.2025).

34. Рябоволик Т. Ф., Андрощук І. О., Пітел Н. С. Показники аналізу та оцінки фінансової складової економічної безпеки підприємств. *Ефективна економіка*. 2022. № 9. 18 с. URL: <https://www.nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/549> (дата звернення: 06.05.2025).

35. Семенова С. М. Класифікація ризиків: систематизований підхід з метою управління. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2020. № 4(2). С. 42–51. DOI: [https://doi.org/10.31891/2307-5740-2020-284-4\(2\)-8](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2020-284-4(2)-8).

36. Стршинець О. Аналітичні підходи до управління прибутком на

підприємстві. *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету ім. Л. Українки*. 2020. № 2. С. 18–25.

37. Товпик Д. В., Дем'янчук О. І. Теоретичні положення фінансової безпеки як складової економічної безпеки підприємства. *Modern Economics*. 2022. № 36. С. 137–142.

38. Томашук І. Управління фінансовими ризиками підприємства як складова забезпечення сталого функціонування суб'єкта економіки. *Економіка та суспільство*. 2022. № 39. С. 347–352. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-39-64>.

39. Тульчинська С. О., Бершадська І. І. Напрями удосконалення управління прибутком на підприємстві. *Ефективна економіка*. 2021. № 5. 6 с. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/5_2021/6.pdf (дата звернення: 10.05.2025).

40. Тютюнник Ю. М., Дорогань-Писаренко Л. О., Тютюнник С. В. Фінансовий аналіз: навч. посіб. Полтава: Видавництво ПП «Астроя», 2020. 434 с.

41. Тютченко С. М. Модель організації на підприємстві системи комплаєнс-контролю як інструменту підвищення його безпеки. *Бізнес Інформ*. 2021. № 3. С. 201–206.

42. Філіппов В. Ю., Дирда А. О., Хінев І. І. Адаптація системи мотивації праці персоналу на інноваційних підприємствах сталого розвитку під час воєнного стану в Україні. *Міжнародний науковий журнал «Грааль науки»*. 2022. № 16. С. 72–79. DOI: 10.36074/grail-of-science.17.06.2022.011.

43. Фурман І. В. Вектори підвищення ефективності управління прибутком підприємства. *Національний вісник Національної академії статистики, обліку та аудиту*. 2021. № 3. С. 55–64.

44. Шаранов Р. Алгоритм антикризового управління підприємства. *Центральноукраїнський науковий вісник. Економічні науки*. 2021. № 6 (39). С. 288–296.

45. Шевченко Н. В., Мельник С. І. Фінансовий менеджмент: навч. посіб.

у схемах і таблицях. Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. 224 с.

46. Шведова К., Рибак О. Нові можливості бізнесу в умовах кризи, викликаній всесвітньою пандемією. *Актуальні проблеми сучасного управління в соціально-економічних, гуманітарних та технічних системах: матеріали XVI Міжнар. наук.-практ. конф., 19 листопада 2020 р.* Одеса: Одеський інститут МАУП, 2020. С. 64–69.

47. Шишкіна О. В. Термінологічні проблеми пізнання природи фінансового ризику. *Проблеми і перспективи економіки та управління.* 2021. № 1 (17). С. 253–264.

48. Штепа Н. П., Приходько Н. С., Думинець О. С. Економічний аналіз: навч. посіб. Львів: Вид-во ЛКА, 2021. 200 с.

49. Юдіна С., Мондрієвський С. Системний підхід до оцінки фінансових ризиків під час стратегічного управління. *Економіка та суспільство.* 2024. № 67. С. 351–358. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-54>.

50. Ярмоленко В. П. До теорії формування собівартості і прибутку. *Облік і фінанси АПК.* 2021. № 1–2. С. 7–93.

51. Acemoglu D., Kindleberger C. P. It's all about different kinds of risk. *The Economist*. URL: http://www.economist.com/economics/by-invitation/guestcontributions/its_all_about_different_kinds_risk (дата звернення: 06.05.2025).

52. Griffin D. Types of Business Risk. *Chron Small Business*. URL: <http://smallbusiness.chron.com/typesbusiness-risk-99.html> (дата звернення: 06.05.2025).

53. Maurel V. B., Brossard L., Garcia F., Mitton N., Termier A. Agriculture and Digital Technology: White paper. Paris: INRIA, 2022. URL: https://hal.inrae.fr/hal-03604970/file/white-paperagriculture-digital-technology-2022_INRIA_HD.pdf (дата звернення: 06.05.2025).

54. Pavlov K., Pavlova O., Kryzhanivsky S., Savchuk A. Financial security of Ukrainian enterprises: current status, main problems and ways to solve them.

SocioEconomic Problems and the State. 2022. Vol. 26, № 1. P. 3–11.

55. Podolianchuk O., Tomashuk I. Formation of financial results of activities of agricultural enterprises of Vinnitsa region. *The Scientific Heritage*. 2020. № 47. Vol. 7. P. 63–73.

56. Tomashuk I. V., Tomashuk I. O. Enterprise development strategy: innovation and internal flexibility. *Colloquium-journal*. 2021. № 3 (90). Vol. 4. P. 51–66.

ДОДАТОК А ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУП ТА ВИДІВ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ

Групи фінансових ризиків	Види фінансових ризиків	Характеристика
Ризики, пов'язані з купівельною спроможністю грошей	Інфляційний ризик	При зростанні інфляції, отримувані грошові доходи знецінюються з погляду реальної купівельної спроможності швидше, ніж ростуть. У таких умовах підприємець несе реальні втрати.
	Дефляційний ризик	При зростанні дефляції відбуваються падіння рівня цін, погіршення економічних умов підприємництва і зниження доходів.
	Валютні ризики	Ризики, які представляють собою небезпеку валютних втрат, пов'язаних із зміною курсу однієї іноземної валюти по відношенню до іншої при проведенні зовнішньоекономічних, кредитних і інших валютних операцій.
	Ризики ліквідності	Пов'язані з можливістю втрат при реалізації цінних паперів або інших товарів із-за зміни оцінки їх якості і споживної вартості.
Ризики, пов'язані з вкладенням капіталу (інвестиційні ризики)	Ризик реального інвестування (проектний ризик)	Невизначеність доходів від реалізації інвестиційного проекту, пов'язана з можливістю виникнення несприятливих ситуацій та їхніх наслідків на одній зі стадій здійснення інвестиційного процесу. Загальноприйнятий набір ризиків, що оцінюється інвестором при виборі того або іншого інвестиційного проекту, містить у собі загальноекономічний, фінансовий, ринковий, політичний, підприємницький, проектний, технічний, галузевий й інші ризики.
	Ризик фінансового інвестування (портфельний ризик)	Ймовірність недоотримання доходів від цінних паперів у зв'язку зі зміною кон'юнктури інвестиційного ринку. Ризики фінансового інвестування властиві окремим інвестиційним операціям по придбанню цінних паперів. До них належать: відсотковий ризик, ринковий ризик, ризик ліквідності, комерційний ризик та інші види ризиків.
	Ризик інноваційного інвестування	Пов'язаний з невизначеністю доходів від вкладення грошових коштів у розвиток нової техніки та технологій, які є результатом досягнень науково-технічного прогресу.
Ризики, пов'язані з формою організації господарської діяльності підприємства	Авансовий ризик	Виникає при укладенні будь-якого контракту, якщо по ньому передбачається постачання готових виробів проти платежу покупця. Суть ризику –підприємство–продавець (носій ризику) несе при виробництві (або закупівлі) товару певні витрати, які на момент виробництва (або закупівлі) нічим не покриті, тобто з позицій балансу ризикоутримувача можуть покриватися тільки прибутком попередніх періодів. Якщо підприємство не має ефективно налагодженого обороту, то несе авансовий ризик, який виражається у формуванні складських запасів нереалізованого товару.
	Оборотний ризик	Припускає настання дефіциту фінансових ресурсів протягом періоду регулярного обороту: при постійній швидкості реалізації продукції у підприємства можуть виникати різні за швидкістю обороти фінансових ресурсів.

ДОДАТОК Б ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДІВ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ

№ п/п	Види фінансових ризиків	Характеристика
1.	Ризик зниження фінансової стійкості (або ризик порушення рівноваги фінансового розвитку)	Ризик генерується недосконалою структурою капіталу (надмірною часткою використовуваних позикових коштів), що породжує незбалансованість від'ємного та додатного грошових потоків підприємства по об'ємах.
2.	Ризик неплатоспроможності(або ризик незбалансованої ліквідності)	Ризик генерується зниженням рівня ліквідності оборотних активів, що породжує розбалансованість позитивного і негативного грошових потоків підприємства в часі. По своїх фінансових наслідках цей вид ризику належить до найбільш небезпечних.
3.	Інвестиційний ризик	Характеризує можливість виникнення фінансових втрат в процесі здійснення інвестиційної діяльності підприємства. Відповідно до видів цієї діяльності виділяються і види інвестиційного ризику: ризик реального інвестування і ризик фінансового інвестування.
4.	Інфляційний ризик	Ризик характеризується можливістю знецінення реальної вартості капіталу (у формі фінансових активів підприємства), а також очікуваних прибутків від здійснення фінансових операцій в умовах інфляції.
5.	Процентний ризик	Полягає в непередбаченій зміні процентної ставки на фінансовому ринку (як депозитної, так і кредитної). Причинами виникнення цього виду фінансового ризику є: зміна кон'юнктури фінансового ринку під впливом державного регулювання; зростання або зниження пропозиції вільних грошових ресурсів та інші чинники.
6.	Валютний ризик	Ризик, властивий підприємствам, які ведуть зовнішньоекономічну діяльність (імпортують сировину, матеріали, напівфабрикати та експортують готову продукцію). Проявляється в недоотриманні передбачених прибутків в результаті безпосередньої дії зміни обмінного курсу іноземної валюти, що використовується в зовнішньоекономічних операціях підприємства, на очікувані грошові потоки від цих операцій.
7.	Депозитний ризик	Відображає можливість неповернення депозитних вкладів (непогашення депозитних сертифікатів).
8.	Кредитний ризик	Існує у фінансовій діяльності підприємства при наданні товарного (комерційного) або споживчого кредиту покупцям. Формою його прояву є ризик неплатежу або несвоечасного розрахунку за відпущену підприємством в кредит готову продукцію.
9.	Податковий ризик	Ризик має ряд проявів: вірогідність впровадження нових видів податків і зборів на здійснення окремих аспектів господарської діяльності; можливість збільшення рівня ставок діючих податків і зборів; зміна термінів і умов здійснення окремих податкових платежів; вірогідність відміни діючих податкових пільг у сфері господарської діяльності підприємства.
10.	Структурний ризик	Генерується неефективним фінансуванням поточних витрат підприємства, що обумовлює високу питому вагу постійних витрат в загальній їх сумі [15].
11.	Інноваційний фінансовий ризик	Пов'язаний з впровадженням нових фінансових технологій, використанням нових фінансових інструментів і т.п.

12.	Криміногенний ризик	Проявляється у формі оголошення його партнерами фіктивного банкрутства; підробки документів, що забезпечують незаконне привласнення сторонніми особами грошових і інших активів; розкрадання окремих видів активів власним персоналом та ін.
-----	---------------------	--

ДОДАТОК В МЕТОДИ ОЦІНКИ РИЗИКІВ ПІДПРИЄМСТВА

Метод	Характеристика
Комплексний	Оцінка ризику через аналіз впливу абсолютних і відносних величин на показники діяльності підприємства, за результатами чого роблять висновки про прийняття конкретного виду ризику.
Систематичний	Оцінка ризику через β -коефіцієнт, котрий характеризує ступінь коливання результатів діяльності підприємства і ринку або всієї економіки.
Статистичні	Оцінювання ймовірності виникнення втрат на основі показників у минулих періодах і встановлення сфер ризиків, виокремлення ризикоутворюючих чинників. Підвидами таких методів є оцінка вірогідності виконання і розподілу потоку платежів, дерево рішень, імітаційне моделювання ризиків, "RiskMetrics" та ін.
Аналітичні	Оцінка ймовірності виникнення втрат із використанням математичних моделей переважно при аналізуванні ризикованості інноваційних та інвестиційних проектів. До найпоширеніших із них можна зарахувати вивчення чутливості, дисконтування, сценаріїв тощо.
Експертний	Оцінювання ризиків на основі досвіду, інтуїції та професійної компетентності експертів, позиції котрих і є вихідною базою даних для аналізу, що, в свою чергу, проводять за допомогою логічних і статистично-математичних методів.
Оцінки фінансової стійкості	Оцінювання потенційних зон ризику фінансової стійкості підприємства на основі аналізу фінансового стану або ж порівняння фактичних чи прогнозованих його показників із зонами ризику, аналізу достатності оборотних коштів для покриття поточних запасів і витрат, пов'язаних із реалізацією запланованих проектів або видів діяльності.
Рейтинговий	Оцінювання ризиків через порівняння реального підприємства з еталонним на основі обґрунтування оціночних коефіцієнтів та присвоєння їм ваги, шкали оцінювання значень даних індикаторів та формули розрахунку кінцевого рейтингу.
Нормативний	Оцінювання коефіцієнтів фінансового стану на основі порівняння фактичних значень показників із нормативними, встановленими для підприємств конкретної галузі.

Фундаментальний	Оцінювання зміни рентабельності компанії та її розмірів, ризикоутворюючих чинників за допомогою факторного аналізу фінансової рентабельності (так званий метод ROE) тощо.
Аналогів	Оцінювання потенційних ризикоутворюючих факторів на основі аналізу розвитку певних напрямків діяльності підприємства за звітними даними суб'єктів економічних відносин, причетних до діяльності господарюючого суб'єкта.

ДОДАТОК Г АЛГОРИТМИ АНАЛІЗУ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ



ДОДАТОК Д ПРЕЗЕНТАЦІЯ

Оцінка фінансових ризиків для підприємства

Виконав: студент 4-го курсу
Групи КА-15
Карпенко Денис Романович

Керівник: ГУСЬКОВА В.Г.

Актуальність

Актуальність теми зумовлена також необхідністю удосконалення методичних підходів до оцінювання фінансових ризиків, адаптації сучасних інструментів ризик-менеджменту до українських реалій, а також впровадження системного контролінгу як підсистеми фінансового управління. Зокрема, контролінг фінансових ризиків забезпечує інформаційно-аналітичну підтримку процесу прийняття рішень, однак його цілісна концепція у вітчизняній науковій і прикладній площині поки не сформована повною мірою.

ПРЕДМЕТ, ОБ'ЄКТ ТА МЕТА РОБОТИ

Об'єктом дослідження є процес управління фінансовими ризиками в діяльності суб'єктів господарювання в умовах ринкової економіки.

Предметом дослідження виступає система теоретичних, методичних і прикладних підходів до ідентифікації, оцінювання та управління фінансовими ризиками підприємств.

Метою даного дослідження є комплексна оцінка фінансових ризиків суб'єктів господарювання та визначення ефективних підходів до їх ідентифікації, аналізу й управління задля забезпечення фінансової стійкості в умовах економічної нестабільності.

3

ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ ПОСТАВЛЕНОЇ МЕТИ НЕОБХІДНО РОЗВ'ЯЗАТИ ТАКІ ЗАВДАННЯ

- з'ясувати економічну сутність, класифікацію та характерні риси фінансових ризиків у діяльності підприємств;
- охарактеризувати основні види фінансових ризиків та визначити їх роль у системі корпоративного ризик-менеджменту;
- дослідити функції управління фінансовими ризиками та розглянути сучасні методичні підходи до їх прогнозування й мінімізації;
- проаналізувати актуальні інструменти оцінки ймовірності настання кризових ситуацій, зокрема моделей прогнозування банкрутства;
- здійснити оцінювання рівня фінансових ризиків на основі системи показників та економіко-математичних методів;
- визначити ефективність запропонованих підходів до ризик-менеджменту на основі порівняльного аналізу.

4

ОСНОВНІ ПІДХОДИ

У рамках огляду розглянуто традиційні й сучасні підходи до оцінки фінансових ризиків

- Value at Risk (VaR): кількісний метод оцінки потенційних фінансових втрат із заданим рівнем довіри за певний період.
- Регресійні моделі: економетричні моделі, зокрема логіт- та пробіт-регресії для оцінки ймовірності дефолту або банкрутства.
- Інтелектуальні методи (ML): методи Data Mining – дерева рішень, баєсові мережі, ансамблеві алгоритми (Random Forest, XGBoost) для побудови класифікаторів ризику.
- Коефіцієнтний аналіз та Z-score: аналіз фінансової звітності (розрахунок фінансових коефіцієнтів) і моделі Z-рахунку для прогнозування банкрутства підприємств

5

ПІДГОТОВКА ДАНИХ

- Джерело: відкритий фінансовий датасет (367 записів, 12 полів).
- Обробка пропусків:
 - числові — заповнено медіанами;
 - категоріальні — "unknown" або найчастіша категорія.
- Видалення викидів: відсічено 1% крайніх значень для стабільності моделей.
- Нормалізація: числові змінні масштабовано через Z-score.
- Кодування змінних:
 - бінарні — у форматі 0 / 1,
 - порядкові — ранжовано,
 - номінальні — one-hot encoding,
 - рідкісні категорії → "Other".
- Фінальний набір: сформовано ~20 ознак для моделювання, враховано баланс класів.

6

Обраний датасет:

Loan_ID	Gender	Married	Dependents	Education	Self_Employed	# Applicantinc
367 unique values	Male 78% Female 19% Other (11) 3%	 true 233 63% false 134 37%	0 54% 2 16% Other (108) 29%	Graduate 77% Not Graduate 23%	 true 37 10% false 307 84% [null] 23 6%	
LP001015	Male	Yes	0	Graduate	No	5720
LP001022	Male	Yes	1	Graduate	No	3076
LP001031	Male	Yes	2	Graduate	No	5000
LP001035	Male	Yes	2	Graduate	No	2340
LP001051	Male	No	0	Not Graduate	No	3276
LP001054	Male	Yes	0	Not Graduate	Yes	2165
LP001055	Female	No	1	Not Graduate	No	2226
LP001056	Male	Yes	2	Not Graduate	No	3881
LP001059	Male	Yes	2	Graduate		13633
LP001067	Male	No	0	Not Graduate	No	2400
LP001078	Male	No	0	Not Graduate	No	3091
LP001082	Male	Yes	1	Graduate		2185

7

ПІСЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ КОЛОНОК

	Loan_Amount_Term_241	Gender_female	Gender_male	Gender_other	Property_Area_rural	Property_Area_semi	Property_Area_urban	Credit_History_missi
1	0.2680209738902	0	1	0	0	0	1	0
2	0.2680209738902	0	1	0	0	0	1	0
3	0.2680209738902	0	1	0	0	0	1	0
4	0.2680209738902	0	1	0	0	0	1	1
5	0.2680209738902	0	1	0	0	0	1	0
6	0.2680209738902	0	1	0	0	0	1	0
7	0.2680209738902	1	0	0	0	1	0	0
8	0.2680209738902	0	1	0	1	0	0	0
9	-1642406854702	0	1	0	0	0	1	0
10	0.2680209738902	0	1	0	0	1	0	0
11	0.2680209738902	0	1	0	0	0	1	0

8

ЛОГІСТИЧНА РЕГРЕСІЯ

Логістична регресія: базова лінійна модель, показала достовірні результати (акурасу $\approx 83\%$) і збалансовані метрики класифікації. Забезпечує інтерпретованість впливу кожного фактора, проте дещо поступається складнішим моделям у точності.

Результати роботи регресії:

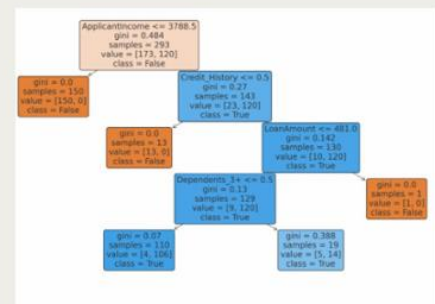
	<u>precision</u>	<u>recall</u>	<u>f1-score</u>	<u>support</u>
<u>False (Loan=0)</u>	0.84	0.89	0.87	46
<u>True (Loan=1)</u>	0.74	0.64	0.69	22
<u>accuracy</u>			0.83	68
<u>macro avg</u>	0.79	0.77	0.78	68
<u>weighted avg</u>	0.82	0.83	0.82	68

9

ДЕРЕВО РІШЕНЬ

Дерево рішень: продемонструвало найвищу точність ($\sim 98.7\%$ правильної класифікації) на тестових даних. Модель майже безпомилково розпізнає як “ризикових” позичальників, так і “надійних”, легко інтерпретується у вигляді правил.

Побудоване дерево:



Результат:

	<u>precision</u>	<u>recall</u>	<u>f1-score</u>	<u>support</u>
<u>False</u>	1.000	0.9778	0.9888	45
<u>True</u>	0.9667	1.000	0.9831	29
<u>accuracy</u>			0.9865	74
<u>macro avg</u>	0.9833	0.9889	0.9859	74
<u>weighted avg</u>	0.9869	0.9865	0.9865	74

10

МОДЕЛЬ Z - SCORE

Модель Z-score: розрахунок показника Альтмана для прогнозування банкрутства дав значно гірший результат (accuracy \approx 50%). Половина спостережень класифікована хибно, що свідчить про обмеженість цього підходу без додаткових даних та налаштування під конкретні умови.

Результати:

	precision	recall	f1-score	support
False (0)	1.000	0.1778	0.3019	45
True (1)	0.4394	1.0000	0.6105	29
accuracy			0.5000	74
macro avg	0.7197	0.5889	0.4562	74
weighted avg	0.7803	0.5000	0.4228	74

11

НАЇВНИЙ БАЙЄСІВСЬКИЙ КЛАСИФІКАТОР

Наївний байєсівський класифікатор: імовірнісна модель (на основі теореми Байєса) досягла \sim 86.5% точності, демонструючи стійку та збалансовану роботу. Модель добре ідентифікує випадки відмов (високий recall для класу "N"), однак пропускає частину реальних схвалень, потребує вдосконалення для підвищення чутливості.

Результати:

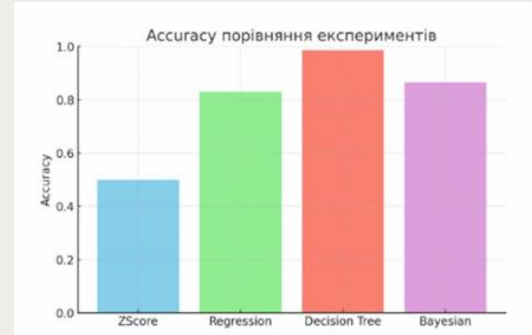
	precision	recall	f1-score	support
False	0.8571	0.9333	0.8936	45
True	0.8800	0.7586	0.8148	29
accuracy			0.8649	74
macro avg	0.8686	0.8460	0.8542	74
weighted avg	0.8661	0.8649	0.8627	74

12

ПОРІВНЯННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Порівняння точності прогнозів моделей:

Experiment	Accuracy	Macro Precision	Macro Recall	Macro F1	Weighted Precision	Weighted Recall	Weighted F1
ZScore	0.50	0.7197	0.5889	0.4562	0.7803	0.5000	0.4228
Regression	0.83	0.79	0.77	0.78	0.82	0.83	0.82
Decision Tree	0.9865	0.9833	0.9889	0.9859	0.9869	0.9865	0.9865
Bayesian	0.8649	0.8686	0.8460	0.8542	0.8661	0.8649	0.8627



13

Висновки

- Побудовано моделі оцінки фінансових ризиків на основі статистичних та машинних методів.
- Проведено порівняльний аналіз моделей (логістична регресія, Random Forest, XGBoost) за якістю класифікації підприємств.
- Оброблено фінансові показники, сформовано набір ключових ознак для навчання моделей.
- Встановлено, що рентабельність, автономія та ліквідність мають найбільший вплив на фінансову стійкість.
- Розроблену систему рекомендовано для впровадження в корпоративну аналітику для попередження ризиків.

14

Подальші дослідження

1. Інтеграція макроекономічних та галузевих індикаторів для підвищення точності моделей.
2. Впровадження нейронних мереж та глибокого навчання для складніших сценаріїв оцінки ризиків.
3. Розробка модулів explainable AI для підвищення прозорості прогнозів.
4. Автоматизація збору даних з відкритих джерел для побудови динамічної аналітики.
5. Вбудовування системи оцінки ризиків у корпоративні інформаційні середовища (ERP/BI).

15

Дякую за увагу!

16