

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Острозька академія»
Економічний факультет
Кафедра економіко-математичного моделювання та інформаційних
технологій

Кваліфікаційна робота

на здобуття освітнього ступеня магістра

на тему: «Моделювання фінансової стійкості підприємства за допомогою
нейронних мереж»

Виконав: студент 2 курсу, групи МЕК-21
спеціальності 051 «Економіка»
освітньо-професійної програми «Економічна
кібернетика»
другого (магістерського) рівня вищої освіти
Ониськів Артем Володимирович

Керівник:

доктор економічних наук, професор
Кривицька Ольга Романівна

Рецензент:

кандидат економічних наук, доцент кафедри
теоретичної та прикладної системотехніки Харківського
національного університету імені Н.В.Каразіна
Чуб Ольга Ігорівна

"РОБОТА ДОПУЩЕНА ДО ЗАХИСТУ"

**Завідувач кафедри економіко-математичного моделювання
та інформаційних технологій _____ (проф. Ольга КРИВИЦЬКА)**

Протокол № 5 від 04 грудня 2023 р.

Острог, 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОСТРОЗЬКА АКАДЕМІЯ»

Економічний факультет
Кафедра економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій
Спеціальність 051 «Економіка»
Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри економіко-
математичного моделювання та
інформаційних технологій

проф., д.е.н. Ольга КРИВИЦЬКА

“ ___ ” _____ 202__ року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

Ониськіва Артема Володимировича

(Прізвище ім'я по батькові)

1. Тема роботи Моделювання фінансової стійкості підприємства за допомогою нейронних мереж
керівник роботи Кривицька Ольга Романівна д.е.н, проф., професор завідувач кафедри економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджено наказом Національного Університету «Острозька академія» від 31 жовтня 2022 р. № 77.
2. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедрі: 08 грудня 2023 року.
3. Вихідні дані до роботи: *науково-публіцистичні праці з досліджуваної проблематики, фінансова звітність підприємств тощо.*
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1) *теоретичні основи дослідження фінансової стійкості підприємства;* 2) *побудова нейронної мережі для оцінки фінансової стійкості підприємства;* 3) *оцінка ефективності використання нейронних мереж.*
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Скриншоти з додатку: процес побудови нейронних мереж, ROC крива, діаграма чутливості параметрів мережі, схеми архітектур нейронних мереж.
6. **Консультанти розділів роботи**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Кривицька О. Р., д.е.н, проф., завідувач кафедри економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій	27.02.2023	27.02.2023
Розділ 2	Кривицька О. Р., д.е.н, проф., завідувач кафедри економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій	01.05.2023	01.05.2023
Розділ 3	Кривицька О. Р., д.е.н, проф., завідувач кафедри економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій	05.06.2023	05.06.2023

7. Дата видачі завдання: *01 листопада 2022 р.*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вивчення літератури	до 01.02.2023	
2.	Розробка змісту (плану)	до 20.02.2023	
3.	Ознайомлення керівника з текстом кваліфікаційної роботи (чорновий варіант):		
3.1	Розділ 1	до 11.09.2023	
3.2	Розділ 2	до 16.10.2023	
3.3	Розділ 3	до 11.11.2022	
4.	Ознайомлення керівника з текстом кваліфікаційної роботи із врахуванням зауважень	до 20.11.2023	
5.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	до 24.11.2023	
6.	Реєстрація на Moodle, перевірка на рівень унікальності	до 04.12.2023	
7.	Рецензування кваліфікаційної роботи	до 08.12.2023	
8.	Здача роботи на кафедрі	до 13.12.2023	

Студент _____ **Артем ОНИСЬКІВ**

Керівник роботи _____ **Ольга КРИВИЦЬКА**

АНОТАЦІЯ
кваліфікаційної роботи
на здобуття освітнього ступеня магістра

Тема: «**Моделювання фінансової стійкості підприємства за допомогою нейронних мереж**»

Автор: Ониськів Артем Володимирович

Науковий керівник: доктор економічних наук, професор

Кривицька Ольга Романівна

Захищена «.....».....2023 року.

Короткий зміст праці: Зростаюча нестабільність економічного середовища, динамічні ринкові умови та внутрішні фактори можуть суттєво вплинути на фінансовий стан підприємства. Тому розробка ефективних методів аналізу та оцінки фінансової стійкості стає важливим завданням для підприємств та фінансових аналітиків.

Використання нейронних мереж, зокрема мережі типу MLP (Multilayer Perceptron) з досягнутою точністю 93%, у цьому контексті є інноваційним підходом, оскільки вони можуть ефективно враховувати складні взаємозв'язки та неоднорідності в фінансових даних, що істотно покращує якість оцінки фінансової стійкості.

У першому розділі роботи проведено аналіз теоретичних аспектів фінансової стійкості підприємств, включаючи опис поняття "фінансова стійкість", проблеми аналізу та оцінки, а також огляд методів оцінки.

Другий розділ роботи присвячено побудові нейронної мережі для оцінки фінансової стійкості підприємства. Розглянуто особливості використання нейронних мереж у фінансовому аналізі, типи нейронних мереж, проаналізовано їх переваги та приклади застосування. Описано процес моделювання оцінки фінансової стійкості та методи збору даних.

Третій розділ включає перспективи використання нейронних мереж для оцінки фінансової стійкості підприємства. Проведено аналіз результатів моделювання, порівняння ефективності методів та надано рекомендації щодо контролю та підвищення фінансової стійкості підприємства.

Отже, робота висвітлює актуальність та новаторський підхід до дослідження фінансової стійкості підприємств, використовуючи нейронні мережі, та підкреслює їхню високу точність у проведенні аналізу.

Ключові слова: фінансова стійкість, нейронні мережі, фінансовий стан, моделювання, банкрутство, багатошаровий перцептрон.

_____ Артем ОНИСЬКІВ

ANNOTATION
qualification work
to obtain a master's degree

Topic: «**Modeling the financial stability of an enterprise using neural networks**»

Author: Artem Onyskiv

Academic supervisor: Doctor of Economic Sciences, Professor Kryvytska Olga

Protected by ".....".....2023.

Summary of the work: The growing instability of the economic environment, dynamic market conditions and internal factors can significantly affect the financial condition of an enterprise. Therefore, the development of effective methods for analyzing and assessing financial sustainability is becoming an important task for enterprises and financial analysts.

The use of neural networks, in particular MLP (Multilayer Perceptron) networks with an achieved accuracy of 93%, is an innovative approach in this context, as they can effectively take into account complex relationships and heterogeneities in financial data, which significantly improves the quality of financial stability assessment.

The first section of the paper analyzes the theoretical aspects of financial sustainability of enterprises, including a description of the concept of "financial sustainability", problems of analysis and evaluation, and an overview of evaluation methods.

The second section of the paper is devoted to the construction of a neural network for assessing the financial sustainability of an enterprise. The features of the use of neural networks in financial analysis, types of neural networks, their advantages and examples of application are considered. The process of modeling the assessment of financial stability and methods of data collection are described.

The third section includes the prospects of using neural networks to assess the financial stability of an enterprise. The author analyzes the results of modeling, compares the effectiveness of the methods, and provides recommendations for controlling and improving the financial sustainability of an enterprise.

Thus, the paper highlights the relevance and innovative approach to the study of financial sustainability of enterprises using neural networks and emphasizes their high accuracy in the analysis.

Keywords: financial sustainability, neural networks, financial condition, modeling, bankruptcy, multilayer perceptron.

_____ *Artem ONYSKIV*

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1	7
ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВ	7
1.1. Опис поняття «фінансова стійкість підприємства»	7
1.2. Проблема аналізу та оцінки фінансової стійкості підприємства	15
1.3. Огляд методів оцінки фінансової стійкості підприємства.	22
РОЗДІЛ 2	31
ПОБУДОВА НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ОЦІНКИ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	31
2.1. Особливості використання нейронних мереж в фінансовому аналізі підприємства	31
2.2. Типи нейронних мереж.....	35
2.2.1 Перцептрон.....	35
2.2.2 Нейронні мережі прямого поширення.....	35
2.2.3 Багатошаровий перцептрон	36
2.2.4 Згорткова нейронна мережа	38
2.2.5 Радіально-базисна нейронна мережа.....	39
2.2.6 Рекурентні нейронні мережі.....	40
2.3. Переваги та приклади використання нейронних мереж в фінансовому аналізі підприємства.....	41
2.4. Опис процесу моделювання оцінки фінансової стійкості підприємства за допомогою нейронних мереж.....	45
2.5. Опис джерел та методів збору даних	49
РОЗДІЛ 3	52
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ОЦІНКИ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА.....	52
3.1. Побудова нейронних мереж для оцінки фінансового стану підприємств	52
3.2. Аналіз результатів моделювання	59
3.3. Порівняння ефективності методів моделювання оцінки фінансової стійкості підприємства	68
3.4. Рекомендації щодо контролю та підвищення фінансової стійкості підприємства.....	73
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	80
ДОДАТКИ.....	86
Додаток А. Результати роботи побудованих ШНМ	86
Додаток Б. Дані ROC кривої	94

ВСТУП

Фінансова стійкість підприємства є однією з найважливіших складових успішного функціонування бізнесу. У сучасних умовах, коли економічна нестабільність та непередбачуваність змінили підходи до ведення бізнесу, дослідження та моделювання фінансової стійкості підприємства є надзвичайно актуальним.

В ринкових умовах основою виживання та стабільного становища підприємства є його фінансова стійкість. Функціонуючи як суб'єкт господарювання, кожне підприємство повинно забезпечити такий стан своїх фінансових ресурсів, який збереже здатність безперервно виконувати свої фінансові зобов'язання перед діловими партнерами, державою, власниками, працівниками тощо. Саме фінансова стійкість являє собою певний стан суб'єкта господарювання, який дозволяє вільно маневрувати грошовими коштами та забезпечувати безперервність своєї діяльності досягається певним співвідношенням власних і позикових оборотних коштів та гарантує платоспроможність, економічну незалежність та інвестиційну привабливість у межах допустимого рівня ризику.

Дослідження фінансової стійкості підприємств є важливим завданням для економіки країни, оскільки стабільність фінансового стану підприємств є ключовою умовою для ефективної роботи економічної системи в цілому.

Застосування нейронних мереж у фінансовому аналізі та прогнозуванні дозволяє вирішувати багато задач, що стоять перед менеджерами та фінансистами. Наприклад, нейронні мережі можуть виявляти складні зв'язки між фінансовими показниками підприємства та визначати, які з них мають найбільший вплив на його фінансову стійкість. Також, нейронні мережі можуть використовуватися для прогнозування фінансового стану підприємства в майбутньому та виявлення можливих ризиків.

В цих умовах, дослідження теоретичних та організаційних питань щодо забезпечення фінансової стійкості економічних суб'єктів, розробка систем аналітичних засобів та інструментів для її оцінки є актуальним у сучасних умовах та може мати великий практичний вплив на управління фінансами

підприємств. Також проблемою є забезпечення найвищого рівня точності та достовірності результатів моделювання, з метою вдосконалення методів оцінки фінансової стійкості підприємств, що дозволить підприємствам планувати свої фінансові ресурси та приймати управлінські рішення на основі надійної інформації.

Один з широко використовуваних підходів до оцінки фінансової стійкості – це використання дискримінантних моделей. Першу таку модель вперше представив Едвард Альтман у 1968 році для умов економіки США того часу, і вона включала п'ять факторів. За допомогою цієї моделі розраховується значення Z-критерію, який розділяється на зони високої ймовірності банкрутства, низької ймовірності банкрутства та зону невизначеності. Пізніше були створені інші дискримінантні моделі для різних країн, такі як модель Беєрмана для Німеччини (десять факторів), Тафлера і Тішоу для Великої Британії (чотири фактори), О.О. Терещенка (шість факторів) та А.В. Матвійчука (сім факторів) для України та інших.

Окрім дискримінантних моделей, існують інші методи передбачення банкрутства підприємств, такі як методи теорії нечітких множин та штучних нейронних мереж. Однак їхнє застосування повністю не вивчено. Серед вітчизняних вчених, які вивчали застосування нейронних мереж, можна згадати А.В. Матвійчука, Л.М. Дебунова, О.Г. Яковенка.

Мета дослідження – на основі вивчення теоретичних та прикладних аспектів побудувати багатофакторну штучну нейронну мережу для класифікації підприємств України за рівнем їх оціненої фінансової стійкості.

Завдання дослідження:

- 1) Проаналізувати існуючі методи та моделі для оцінки фінансової стійкості підприємства.
- 2) Розробити методологію для моделювання фінансової стійкості підприємства на основі нейронних мереж.
- 3) Зібрати та обробити необхідні дані для побудови моделі.

- 4) Побудувати модель фінансової стійкості підприємства з використанням нейронних мереж.
- 5) Перевірити ефективність розробленої моделі на реальних даних підприємства.
- 6) Порівняти результати з існуючими методами та моделями оцінки фінансової стійкості підприємства.
- 7) Зробити висновки щодо ефективності та доцільності використання нейронних мереж для моделювання фінансової стійкості підприємства.
- 8) Розробити рекомендації щодо впровадження розробленої моделі в практику управління підприємством.

Об'єктом дослідження є показники фінансової стійкості підприємств, а предметом – моделювання фінансової стійкості підприємств з використанням нейронних мереж.

Головна ідея дослідження полягає в тому, що можна ефективно моделювати фінансову стійкість підприємства з використанням нейронних мереж, які здатні забезпечити високу точність та надійність результатів моделювання. Розробка такої методології дозволить підприємствам забезпечити стійкий фінансовий стан, що є ключовим для успішної діяльності та подальшого розвитку підприємства. Проведення дослідження дозволить розкрити основні фактори, які впливають на фінансову стійкість підприємства, а також розробити оптимальні стратегії управління фінансовими ресурсами.

Методи дослідження. Під час виконання дослідження були використані різноманітні методи з метою глибшого розгляду фінансової стійкості підприємства. Метод аналізу застосовувався для ретельного вивчення окремих компонентів фінансового стану, тоді як метод синтезу використовувався для узагальнення результатів та висновків щодо можливих шляхів покращення фінансової стійкості підприємства. Метод наукової абстракції використовувався для визначення основних факторів що впливає на фінансову стійкість та абстрагування від другорядних аспектів. Метод статистичного аналізу використовувався для збору та обробки даних щодо результатів діяльності

підприємства протягом певного періоду, а порівняльний метод дозволяв порівнювати абсолютні та відносні значення у цьому статистичному ряду. Економіко-математичне моделювання застосовувалося для проведення необхідних розрахунків показників та коефіцієнтів, використання таблиць, графіків та діаграм для відображення їх взаємозв'язків. У дослідженні також використовувалися нейромережеве моделювання як основний інструмент моделювання фінансової стійкості підприємства. Окрім того використовувались моделі Терещенка та Спрінгейта для порівняльного аналізу методів оцінки фінансової стійкості підприємства.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

1.1. Опис поняття «фінансова стійкість підприємства»

У сучасних економічних умовах, коли ринкові умови постійно змінюються та загрози економічних криз стають неминучими, фінансова стійкість підприємства стає важливою умовою для успішної діяльності та подальшого розвитку.

Фінансова стійкість визначається як здатність підприємства витримати негативні впливи внутрішніх та зовнішніх факторів, зберігаючи стабільність фінансових показників та забезпечуючи ефективне використання ресурсів для досягнення стратегічних цілей. Вона забезпечує його незалежність від зовнішніх джерел фінансування, можливість вести конкурентну боротьбу на ринку, а також гарантує збереження інтересів його засновників, акціонерів і кредиторів.

Фінансову стійкість підприємства можна розглядати з різних аспектів. З економічного аспекту вона означає здатність підприємства отримувати прибуток і забезпечувати його зростання. З юридичного аспекту фінансова стійкість означає здатність підприємства виконувати свої зобов'язання перед кредиторами. З управлінського аспекту фінансова стійкість означає здатність підприємства ефективно управляти своїми фінансовими ресурсами.

Фінансова стійкість підприємства є одним із ключових понять в сучасному фінансовому менеджменті, адже вона визначає можливість організації ефективно функціонувати в умовах змінного економічного середовища, впорядковувати свої фінансові ресурси та добре себе почувати навіть у випадку негативних зовнішніх факторів.

Науковці та дослідники України та зарубіжжя активно вивчають питання фінансової стійкості підприємств, що сприяє розвитку теорії та практики фінансового управління підприємствами.

В таблиці 1.1. представлені основні підходи до визначення поняття «фінансова стійкість».

Таблиця 1.1

Підходи до визначення поняття «фінансова стійкість»

№	Автор	Підхід
1	І. І. Осадчий	Фінансова стійкість - здатність підприємства виконувати свої функції та завдання, забезпечуючи стійкий розвиток без збитків для себе та зацікавлених сторін
2	М. МакКонелл та С. Бруе	Фінансова стійкість - це здатність підприємства подолати збитки і забезпечити свою діяльність у майбутньому
3	Д. Фіннерті	Фінансова стійкість - здатність підприємства уникати фінансових збитків та неспроможності оплатити свої зобов'язання.
4	К. Джонсон та Р. Г. Скоулз	Фінансова стійкість підприємства - здатність зберегти стабільність у фінансовій діяльності під впливом змінних зовнішніх умов та кон'юнктури ринку.
5	О. М. Єфімов	Фінансова стійкість - здатність підприємства успішно функціонувати та розвиватися навіть у складних економічних умовах, забезпечуючи своєчасну сплату зобов'язань та збереження стабільності фінансового стану.
6	Жозеф Греко	Фінансова стійкість - це здатність підприємства виконувати свої фінансові зобов'язання та забезпечувати стабільну прибутковість.
7	Ховард Т. Фрідмен	Фінансова стійкість - це спроможність підприємства оптимально використовувати свої ресурси та генерувати додатковий капітал.
8	Девід Скотт	Фінансова стійкість полягає в управлінні ризиками та збереженні фінансової незалежності підприємства.
9	Дональд В. Бріггс	Фінансова стійкість - це спроможність підприємства забезпечувати поточні фінансові потреби без втрати здатності до майбутнього розвитку.
10	Пітер Л. Бернс	Фінансова стійкість - це здатність підприємства ефективно управляти фінансами в умовах невизначеності та змін.
11	Жорж Перетті	Фінансова стійкість підприємства може бути визначена як здатність до виконання фінансових зобов'язань у довгостроковому плані.
12	Едвард Дж. Кейнс	Фінансова стійкість пов'язана зі спроможністю підприємства зберігати свою фінансову репутацію та залучати інвесторів.
13	Юрій А. Зозуля	Фінансова стійкість підприємства визначається як спроможність забезпечувати ефективну
14	Вільям О. Зіммерманн	Фінансова стійкість - це здатність підприємства генерувати прибуток та зберігати свою фінансову позицію навіть у важкі часи
15	Пітер Лінч	Фінансова стійкість оцінюється за допомогою аналізу рентабельності та ліквідності підприємства
16	Джон Дж. Грант	Фінансова стійкість визначається здатністю підприємства зберігати свою прибутковість та забезпечувати рівень оборотних активів
17	Оріанна Кеннеді	Фінансова стійкість може бути виміряна через аналіз забезпеченості капіталом та обсягів кредитних зобов'язань
18	Бенжамін Грем	Фінансова стійкість - це здатність підприємства оплачувати всі свої зобов'язання без необхідності продажу активів
19	Майкл Скотт	Фінансова стійкість підприємства може бути оцінена через аналіз структури його балансу та обсягів довгострокових зобов'язань
20	Уоррен Баффетт	Фінансова стійкість визначається здатністю підприємства генерувати прибуток та підтримувати довгострокові конкурентні переваги
21	Євген Марков	Фінансова стійкість - здатність підприємства витримувати економічні шоки та забезпечувати рентабельність в умовах ринкової нестабільності

Джерело: складено автором.

В економічній теорії існує багато трактувань поняття «фінансової стійкості», найбільш узагальненим є визначення Тютюнника Ю.М.: «Фінансова стійкість – це здатність підприємства функціонувати і розвиватися, зберігати рівновагу активів і пасивів у мінливому економічному середовищі, що гарантує його платоспроможність та інвестиційну привабливість у довгостроковій перспективі в межах допустимого рівня ризику» [9, 107].

В сучасному економічному середовищі важливим аспектом функціонування підприємств та інших фінансових установ є їхній фінансовий стан і фінансова стійкість. Ці поняття, хоча тісно пов'язані, іноді спричиняють плутанину через їхню схожість у термінології. Варто відзначити, що фінансовий стан та фінансова стійкість представляють собою відмінні аспекти фінансового аналізу та управління.

Наприклад, Бланк І.А. описує основний значення фінансової стійкості як індикатора стійкості фінансового стану підприємства, що досягається завдяки високому відношенню власного капіталу до загальної суми фінансових ресурсів, які використовуються [8].

Фінансовий стан, у загальному розумінні, визначається як сукупність активів, зобов'язань та власного капіталу підприємства на конкретний момент часу. Це своєрідне вікно, яке надає огляд економічного положення суб'єкта в певний період. Фінансовий стан відображає обсяг ресурсів, які стоять в розпорядженні суб'єкта, а також його фінансові зобов'язання. Важливо враховувати, що фінансовий стан є статичним показником та не відображає динаміку змін у часі.

Насупроти цього, фінансова стійкість – це здатність підприємства чи фінансового суб'єкта взагалі витримувати економічні труднощі та несприятливі умови, забезпечуючи при цьому стабільність своєї діяльності. Це поняття включає в себе не лише статичний огляд фінансового стану, а й динамічні процеси, такі як ліквідність, рентабельність та ефективність використання ресурсів у тривалій перспективі.

Основними складовими фінансової стійкості є здатність суб'єкта виробляти прибуток, управляти своїм борговим зобов'язанням, забезпечувати ліквідність та реагувати на зміни у зовнішньому середовищі. Фінансова стійкість, отже, розглядається як динамічний процес, який визначає можливість суб'єкта адаптуватися до змін та ефективно управляти ризиками.

У підсумку, фінансовий стан і фінансова стійкість, хоча пов'язані між собою, відображають різні аспекти фінансового здоров'я підприємства чи іншого фінансового суб'єкта. Перший є статичним показником, що відображає економічне положення у конкретний момент часу, тоді як останнє є динамічним показником, який враховує здатність суб'єкта адаптуватися до змін та ефективно управляти своїми ресурсами в тривалій перспективі.

На думку М.С. Абрутіної, поняття фінансової стійкості та платоспроможності тісно пов'язані, але не тотожні, і вона пов'язує фінансову стійкість зі структурою активів (капіталу) підприємства в цілому, яка виражає комплексний виробничий і фінансовий потенціал суб'єкта господарювання. М.Н. Крайніна розглядає фінансову стійкість як стабільність фінансового стану підприємства при достатній частці власного капіталу в структурі джерел його фінансування. У статті Н.І. Соловйової досліджуване трактування пов'язане з ефективністю та представлене як здатність ефективно формувати та використовувати фінансові ресурси, зберігати позитивну динаміку прибутку, підтримувати процеси в умовах випадкових коливань зовнішнього та внутрішнього середовища. Шеремет А.Д. та Сайфулін Р.С. розглядають сутність фінансової стійкості як наявність резервів формування джерел і розглядають її як зовнішній прояв, в результаті якого виділяють платоспроможність та ліквідність. [9]

Під час дослідження даного питання було проаналізовано велику кількість трактувань, де сутність поняття фінансової стійкості переважно пов'язується зі станом та структурою активів і пасивів, що впливає з традиційного підходу до трактування корпоративних фінансів як системи економічних відносин, які виникають у процесі формування, розподілу та використання фінансових

ресурсів підприємства. Ці визначення не суперечать одне одному і, безумовно, мають право на існування, але ми схилиємося до трактування фінансової стійкості в контексті стабільності, оскільки вважаємо його найбільш повним і здатним відобразити всі аспекти цієї складної економічної категорії. Велика кількість підходів до визначення фінансової стійкості підприємства свідчить про багатогранність цього поняття та існування різноманітних методик.

Деякі автори дійшли висновку, що оцінка фінансової стійкості підприємства, як можливість своєчасної діагностики його фінансового стану, потребує розрахунку та дослідження певної кількості коефіцієнтів (відносних показників) та визначення певного типу джерел покриття запасів і витрат. Тип джерел, за рахунок яких формуються ті чи інші види активів, визначає фінансову стійкість підприємства. [8]

Поняття фінансової стійкості підприємства можна визначити як аналітичну інтерпретацію його фінансового стану, ступеня залежності від зовнішніх джерел фінансування, здатності покривати витрати за рахунок власного капіталу, не допускаючи при цьому необґрунтованих дебіторських і кредиторських зобов'язань і забезпечуючи своєчасне погашення зобов'язань. Крім того, наявність нерозподіленого прибутку та характеристика стану його фінансових ресурсів, у тому числі їх ефективний розподіл і використання, мають вирішальне значення для зростання виробництва в різних сферах діяльності на основі прибутку і зростання активів при збереженні платоспроможності.

За кібернетичним підходом, стійкість системи означає збереження незмінності деяких її характеристик під час зміни її стану [11]. Економіко-математичний підхід до визначення стійкості описує умови, які дозволяють системі досягти стану рівноваги або утримувати свої характеристики на відповідному рівні [11]. З точки зору концептуальних складових, стійкість може бути розглянута як процес і результат. Як результат, стійкість передбачає здатність системи протистояти дії зовнішніх і внутрішніх факторів та адаптуватися до них. Як процес, стійкість є наслідком взаємодії різних операцій

системи, які генерують фактори рівноваги та створюють підґрунтя для подальшого розвитку.

Таким чином, стійкість економічної системи відображає здатність системи досягати стану рівноваги під час взаємодії з зовнішніми та внутрішніми факторами та функціонувати та розвиватися з часом [11]. Підприємство є первинною ланкою економічної системи, стійкість якого є важливою умовою для ефективного розвитку національної економіки.

Стійкість підприємства складається з різних елементів, які можуть відрізнятися в залежності від типу підприємства та галузі, в якій воно діє. Загалом можна виділити наступні складові стійкості підприємства:

- 1) фінансова стійкість (здатність підприємства забезпечувати стабільність фінансового стану, операційні витрати та прибутки незалежно від змін зовнішніх умов);
- 2) ринкова стійкість (здатність підприємства протистояти змінам на ринку, зберігати та збільшувати свою частку в ньому);
- 3) операційна стійкість (здатність підприємства забезпечувати надійність та ефективність своїх операцій та процесів, включаючи виробництво, постачання, логістику та інші аспекти бізнесу);
- 4) людський капітал (здатність підприємства привертати та зберігати талановитих та кваліфікованих співробітників, а також розвивати їхні знання та навички);
- 5) інноваційна стійкість (здатність підприємства до інновацій та постійного розвитку нових продуктів та послуг).

О. М. Тищенко та Л. О. Норік [11] вважають, що: “Головною складовою стійкості підприємства є його фінансовий стан, який забезпечує маркетингову та кадрову стійкість, сприяє розвитку виробничої та техніко-технологічної стійкості, підтримує інвестиційну стійкість, підвищує ефективність процесу управління”.

Фінансова стійкість виявляється у досягненні планованих розмірів прибутку і рентабельності, раціональному розподілі прибутку, забезпеченій

ліквідності балансу, дотриманні власних оборотних коштів планованого розміру, ефективному використанні основних засобів, ліквідації невикористовуваного устаткування і незавершеного будівництва, оптимізації використання власних і позикових коштів, відсутності вкладень оборотних коштів у понаднормативні запаси і витрати, відсутності виникнення незапланованих цілей та наявності платіжної дисципліни на підприємстві.

Поняття фінансової стійкості підприємства не може бути розглянуте без врахування різноманітних факторів, які на неї впливають. Розглянемо основні фактори, які визначають фінансову стійкість підприємства.

На сьогоднішній день головними чинниками, що суттєво впливають на фінансову стійкість підприємств, є економічні та фінансові фактори. Ці фактори можуть спричинити кризові явища, призвести до банкрутства та ліквідації підприємств. Важливо відзначити, що на сучасному етапі економічного розвитку України фінансова стійкість багатьох підприємств значно погіршилася. Це пов'язано з такими основними факторами, як економічна криза в Україні, зростання інфляції та нестабільна державна податкова та кредитна політика. Нестабільність економічної ситуації в Україні призводить до погіршення інвестиційного клімату в країні. Значний вплив на фінансову стійкість підприємств також має зовнішньоекономічна політика держави, яка охоплює експорт та імпорт. Ця політика повинна спрямовуватися на створення сприятливих умов для українських виробників на світовому ринку.

Важливим чинником, що впливає на фінансову стійкість підприємств, є фаза економічного циклу, в якій знаходиться економіка країни. Під час кризового періоду спостерігається відставання темпів реалізації продукції від темпів її виробництва, що актуально для України в наш час. Зменшується інвестиційна активність в товарних запасах, що призводить до подальшого зменшення обсягів продажів. При цьому зменшуються доходи підприємств, а також обсяги прибутку. Усе це призводить до зниження ліквідності підприємств, їхньої платоспроможності та утворення передумов для масового банкрутства.

Фінансова стійкість підприємства обумовлюється його фінансовим потенціалом, який визначається обсягом різних фінансових ресурсів (власних, позичених, залучених), доступних для витрат на поточні і майбутні потреби. Успішне управління фінансовою стійкістю підприємства вимагає раціонального управління його фінансовим потенціалом.

Однією з ключових складових фінансової стійкості є наявність достатньої кількості фінансових ресурсів, які можуть бути зібрані завдяки ефективній діяльності підприємства та генерації прибутку. Збільшення фінансової стійкості підприємства залежить від різних факторів.

Швидкість підвищення показників фінансової стійкості великою мірою залежить від рентабельності продажів, оборотності капіталу, ефективності залучення фінансових ресурсів, співвідношення витрат та інвестиційних потреб. У сучасних умовах ринкової економіки кожен суб'єкт господарювання повинен мати доступ до достовірної інформації про фінансову стійкість як свого власного підприємства, так і своїх партнерів. Оцінка фінансової стійкості дозволяє зовнішнім зацікавленим сторонам (банкам, партнерам, контролюючим органам) визначити фінансові можливості підприємства на майбутнє, оцінити його фінансову незалежність від зовнішніх джерел фінансування і створити загальний прогноз щодо майбутнього фінансового стану. У процесі управління підприємством велика увага приділяється стратегічному аналізу фінансової стійкості, який використовує сучасні методи економічного аналізу для виявлення зв'язків між рівнем фінансової стійкості підприємства та факторами, які на неї впливають.

Отже, фінансова стійкість підприємства є складним концептом, який включає в себе багато різних факторів. Щоб досягти фінансової стійкості, підприємство повинно мати достатній фінансовий потенціал та ефективно управляти своїми ресурсами, щоб забезпечити свою діяльність у будь-який момент. Незалежно від того, якої галузі вони належать, підприємства повинні знати, які є складові фінансової стійкості та як їх використовувати для

забезпечення успішної діяльності. А отже, має місце аналіз та пошук способу оцінки фінансової стійкості підприємства за допомогою методів моделювання.

1.2. Проблема аналізу та оцінки фінансової стійкості підприємства

Сучасна теорія та практика визнають, що об'єктивна оцінка фінансового стану та фінансової стійкості підприємства є важливою для керівництва підприємством. Вона дозволяє керівному органу оптимізувати використання активів, збалансувати структуру капіталу та ефективно розпоряджатися наявними ресурсами, щоб підвищити інвестиційну привабливість та конкурентоспроможність на ринку. Багато авторів вважають за доцільне взаємодіяти оцінюванням фінансового стану і фінансової стійкості підприємства, враховуючи погляд, що "в сучасних умовах фінансову стійкість слід розглядати як складну категорію, яка відображає рівень фінансового стану підприємства та його здатність до самозабезпечення на прийнятному рівні ризику" [31, с. 137].

Мета аналізу фінансової стійкості підприємства включає в себе:

- Оцінку структури джерел фінансування діяльності підприємства.
- Визначення рівня залежності підприємства від короткострокових зобов'язань.
- Аналіз фінансової стійкості на основі розгляду джерел фінансування оборотних та необоротних активів підприємства.
- Оцінку використання позикових ресурсів.
- Визначення рівня довгострокової стійкості підприємства без використання позикових ресурсів.
- Порівняння дебіторської та кредиторської заборгованостей.
- Визначення можливості втрати та відновлення фінансової платоспроможності підприємства.
- Встановлення рівня запасу стійкості фінансового стану підприємства.

Фінансова стійкість визначає рівень фінансової незалежності підприємства, який оцінюється за такими критеріями, як рівень покриття матеріальних обігових коштів стабільними джерелами фінансування, потенційна спроможність покрити термінові зобов'язання мобільними активами, та частка власних або стабільних джерел у сукупних джерелах фінансування.

Якщо аналіз фінансової стійкості показує слабкі місця в управлінні фінансами, рекомендується зосередитися на детальній розробці фінансової політики підприємства, включаючи аналіз і оцінку фінансово-економічного стану, розробку ефективної облікової і податкової політики, кредитної політики, управління оборотними коштами, кредиторською і дебіторською заборгованістю, управління витратами і формування амортизаційної політики, а також вибір ефективної дивідендної політики.

Також, потрібно розуміти, що увага повинна бути приділена розробці заходів для зниження дебіторської і кредиторської заборгованості, а також ефективного управління запасами готової продукції та товарів. Це дозволить виявити та вирішити проблеми, що можуть виникнути через надмірне зростання оборотних коштів.

У випадку несприятливого стану підприємства рекомендується вживати заходів для покращення фінансової стійкості, таких як удосконалення управління, збільшення інноваційно-інвестиційної діяльності, оптимізація витрат, підвищення конкурентоспроможності та якості продукції, збільшення вхідних та зменшення вихідних грошових потоків, проведення ребрендингу підприємства. Ці заходи дозволяють мобілізувати фінансові резерви, укріпити стійкість і підвищити ефективність підприємства. Фінансова стійкість можна розглядати як комплексне поняття, що відображає вплив різних фінансово-економічних процесів.

Аналіз теоретичних основ функціонування показників фінансової стійкості надає можливість визначити поточний стан діяльності підприємства. Система показників фінансової стійкості допомагає впроваджувати заходи для поліпшення фінансового стану підприємства, зокрема, коли показники мають

позитивне значення. Поліпшення фінансової стійкості можливе завдяки ефективному фінансовому управлінню, яке повинно бути узгоджене з загальною економічною стратегією підприємства. Таке управління дозволяє виявити резерви для зростання фінансової стійкості. Окрім економічних важелів, важливу роль відіграє державне регулювання економіки, яке повинно бути збалансованим і доповнювати ринковий механізм. Управління фінансами має першочергове значення для досягнення фінансової стійкості, яка дозволяє уникнути банкрутства та мінімізувати негативний вплив зовнішніх і внутрішніх факторів.

Деякі дослідники [3, с. 108; 4, с. 125] пропонують оцінювати фінансову стійкість підприємства, використовуючи обчислення системи абсолютних (загальних) та відносних (часткових) показників. Показники, які відображають, наскільки джерела формування оборотних активів підприємства забезпечують їхню належну рівновагу, є загальними абсолютними показниками його фінансової стійкості. Для оцінки джерел формування запасів підприємства використовуються такі показники: наявність власних оборотних коштів для створення запасів; наявність власного оборотного капіталу, довгострокових кредитів та позик для формування запасів; наявність власного оборотного капіталу, довгострокових та короткострокових кредитів та позик для формування запасів. Для визначення, наскільки підприємство має достатні ресурси для формування запасів, можна скористатися такими показниками: перевищення або недостача власних оборотних коштів для формування запасів; перевищення або недостача власних та довгострокових джерел формування запасів; перевищення або недостача загальної суми основних джерел формування запасів.

Кремень В.М. та Щепетков С.Я. також пропонують використовувати абсолютний показник – так званий трикомпонентний показник, для оцінки фінансової стійкості підприємства. Ця оцінка фінансової стійкості ґрунтується на порівнянні обсягів запасів і витрат з обсягом джерел їх фінансування [5, с. 112].

Науковці рекомендують класифікувати фінансову стійкість підприємства згідно з результатами розрахунків обговорених показників:

- Підприємство має абсолютну фінансову стійкість, коли всі запаси формуються за рахунок власних коштів, і підприємство є платоспроможним.
- Нормальна фінансова стійкість настає, коли підприємству не вистачає власних коштів для покриття запасів, і вони залучають довгострокові позики, але підприємство все ще здатне впоратися зі своїми фінансовими зобов'язаннями.
- Передкризовий фінансовий стан виникає, коли підприємство використовує власні кошти, довгострокові та короткострокові позикові ресурси для покриття запасів, і його платоспроможність порушена.
- Кризовий фінансовий стан означає, що підприємству не вистачає фінансових ресурсів для покриття запасів, і воно перебуває на межі банкрутства.

Кремень В.М. та Щепетков С.Я. розрізняють різні рівні фінансової стійкості, такі як абсолютна, стійка та нестійка, і також виділяють нестійкість, яка може бути стійкою, нестійкою, передкризовою і кризовою [5, с.114]. Більшість дослідників [3, с.112; 4, с.134; 5, с.110; 29, с.330] вважають, що особливо важливе значення при оцінці фінансової стійкості підприємства мають відносні (часткові) показники. Для цього проводиться аналіз, порівняння і визначення відхилень коефіцієнтів від нормативних значень, а також досліджується їх динаміка з часом. До основних часткових показників оцінки фінансової стійкості підприємства включають:

- Коефіцієнт автономії (фінансової незалежності).
- Коефіцієнт концентрації позикового капіталу.
- Коефіцієнт фінансового ризику.
- Коефіцієнт реальної вартості основних засобів у валюті балансу.
- Коефіцієнт реальної вартості основних засобів та запасів у валюті балансу.

- Коефіцієнт маневреності.
- Коефіцієнт інвестування.
- Коефіцієнт фінансової стійкості.

Дослідники, пропонують інші методи оцінки фінансової стійкості. Наприклад, Базилінська О. Я. вказує на важливість оцінки запасу фінансової стійкості, який враховує рівень захищеності основної діяльності підприємства та можливість використання його в разі форс-мажорних обставин [3, с. 112]. Вона також наголошує на тому, що запас фінансової стійкості включає в себе показники рентабельності, зону безпеки та показники операційного, фінансового та операційно-фінансового левериджу.

Забезпечення фінансової стійкості можливе лише для тих підприємств, які дієво реагують на зміну як внутрішніх, так і зовнішніх факторів. Аналіз набору показників надає можливість виявити фактори і їх вплив на рівень фінансової стійкості підприємства, що дозволяє приймати своєчасні заходи для поліпшення фінансового стану підприємства, зниження його залежності від зовнішніх фінансових ресурсів та забезпечення платоспроможності на тривалий період. Вплив на фінансову стійкість підприємства зумовлюється різними факторами, які можна класифікувати за різними параметрами, такими як місце виникнення (зовнішні і внутрішні), значущість результату (основні і вторинні), структура (прості і складні), і тривалість дії (постійні і тимчасові).

Внутрішні фактори залежать від внутрішніх процесів і дій самого підприємства, тоді як зовнішні фактори обумовлені рішеннями керівництва та загальною діяльністю підприємства і не залежать від нього. Компетентність та професіоналізм спеціалістів, які працюють на підприємстві, їх здатність адаптуватися до змін в обох середовищах, а також сплоченість колективу, представляють собою суттєвий чинник фінансової стійкості підприємства.

Поміж основних внутрішніх чинників, які потрібно враховувати на рівні окремих підприємств, можна відзначити такі: структура виробництва і надання послуг, відношення виручки до витрат виробництва, можливість здобуття певної частки ринку, оптимальний портфель активів, структура і стан фінансових

ресурсів, вибір стратегії та тактики управління фінансовими ресурсами та галузева приналежність.

До зовнішніх чинників, які також слід враховувати, відносяться: вплив економічних і соціальних умов, включаючи рівень технологічного розвитку в галузі, платоспроможний попит населення, стабільність та обґрунтованість економічної політики, а також законодавчо-правова база для господарської діяльності.

Основні фактори, що можуть призвести до втрати фінансової незалежності підприємств, включають несвоєчасне дотримання "золотого правила фінансування" підприємств, збільшення обсягів позикового капіталу у всіх формах, зростання заборгованості перед кредиторами, збільшення витрат на банківські кредити, наявність заставного капіталу та інше.

Макрофінансова стабілізація виступає основним фактором для створення сприятливого економічного середовища, в якому підприємства матимуть можливість збільшувати обсяги виробництва та ефективно генерувати власні фінансові ресурси.

Оцінка фінансової стійкості підприємства є складним завданням через різноманітність факторів, що впливають на неї, та суб'єктивний характер деяких оцінок. Деякі з основних аспектів складності включають:

1. Вибір критеріїв оцінки: визначення конкретних критеріїв та показників, які слід використовувати для вимірювання фінансової стійкості, може бути складним завданням. Різні методи можуть призводити до різних результатів.
2. Доступність даних: не завжди можна отримати всю необхідну фінансову інформацію про підприємство, що ускладнює точну оцінку його стійкості.
3. Динаміка змін: фінансова стійкість може змінюватися з часом, і важливо враховувати динаміку цих змін при оцінці.
4. Суб'єктивність оцінки: оцінка фінансової стійкості може бути суб'єктивною, особливо при використанні якісних показників, і різні експерти можуть мати різні точки зору.

5. Економічне середовище: зміни в економічному середовищі, такі як фінансова криза чи зміна правил регулювання, можуть суттєво вплинути на фінансову стійкість підприємства і ускладнити її оцінку.
6. Неоднорідність галузей: оцінка фінансової стійкості може варіюватися в залежності від галузі діяльності підприємства, що робить порівняння між ними складним.

Загалом, оцінка фінансової стійкості підприємства вимагає комплексного підходу і урахування багатьох факторів, що може бути важким завданням з вищезазначеними складнощами.

Багато показників фінансової стійкості мають неоднозначну інтерпретацію, оскільки можуть бути обумовлені різними факторами. Наприклад, високий рівень власного капіталу може свідчити про фінансову стійкість підприємства, але також може бути ознакою непродуктивного використання власних коштів.

Для того щоб уникнути неоднозначної інтерпретації показників, необхідно враховувати наступні фактори:

- Структуру активів і пасивів підприємства. Наприклад, високий рівень власного капіталу може бути обумовлений високою вартістю необоротних активів, які не приносять прибутку.
- Галузеві особливості. Наприклад, для підприємств, що працюють у сфері послуг, більш важливими є показники, що характеризують ліквідність і платоспроможність, ніж показники, що характеризують фінансову незалежність.
- Довгострокові тенденції. Для оцінки фінансової стійкості підприємства важливо аналізувати не тільки поточний стан, але і динаміку показників за ряд періодів.

На фінансову стійкість підприємства впливають як внутрішні, так і зовнішні фактори. Внутрішні фактори включають управлінські рішення, стратегію розвитку та ефективність управління. Зовнішні фактори включають ринкові умови, економічну кон'юнктуру, політичні ризики та змінність

фінансових ринків. Поєднання цих факторів робить оцінку фінансової стійкості більш складною.

Оцінка фінансової стійкості підприємства є важливою складовою управління та прийняття стратегічних рішень. Вона вимагає аналізу багатьох фінансових показників, врахування внутрішніх і зовнішніх факторів та використання наукових методів та моделей. Для досягнення найкращих результатів необхідно поєднувати різні підходи та урахувати усі аспекти фінансового стану підприємства.

1.3. Огляд методів оцінки фінансової стійкості підприємства.

Оцінка фінансової стійкості підприємства є важливим завданням для фінансового менеджменту, існує багато різноманітних методів та підходів для визначення рівня стабільності фінансового стану організації.

Методи аналізу в економіці можна розділити на дві категорії: формалізовані та неформалізовані. Формалізовані методи включають такі підходи:

1. Традиційні методи аналізу господарської діяльності та фінансового стану, такі як використання ланцюгових підстановок, арифметичних різниць, балансовий аналіз, розрахунок відсотків, диференціальний аналіз, логарифмічний аналіз, інтегральний аналіз, прості та складні відсотки, а також дисконтування.

2. Класичні методи економічної статистики, які включають середні та відносні величини, групування даних, побудову графіків, використання індексів та інші прості методи аналізу в динаміці.

3. Методи математичної статистики, такі як кореляційний аналіз, регресійний аналіз, дискримінантний аналіз, дисперсійний аналіз, факторний аналіз, коваріаційний аналіз і інші.

4. Економетричні методи, такі як використання матриць та теорії міжгалузевих балансу.

5. Методи економічної кібернетики і оптимального програмування, такі як системний аналіз, лінійне, нелінійне та динамічне програмування.

6. Методи дослідження операцій і теорії прийняття рішень, які включають теорію графів, ігор, масового обслуговування, сітьове планування і управління.

Неформалізовані методи, які не вимагають жорстких аналітичних взаємозв'язків і залежностей, включають методи експертних оцінок, імітаційного моделювання, порівняння, системи показників та аналітичні таблиці. Ці методи описують аналітичні процедури на логічному рівні.

Аналіз використовується через різні прийоми дослідження, і вибір конкретного методу аналізу залежить від предмету дослідження, цілей та завдань, що перед ним стоять. Правильно обраний метод аналізу має велике значення для досягнення результатів та ефективності дослідження фінансового стану підприємства.

Метод фінансового аналізу – це системний та комплексний підхід до вивчення, аналізу та використання інформації фінансового характеру з метою виявлення резервів для оптимізації використання фінансових ресурсів і встановлення оптимальної структури їх джерел. Цей метод включає в себе використання системи показників для всебічного аналізу діяльності підприємства, вивчення причин змін цих показників та визначення взаємозв'язків між ними з метою підвищення ефективності.

Під час фінансового аналізу застосовуються спеціальні методи та прийоми для аналітичної обробки економічної інформації, які додатково підкреслюють комплексний характер цього методу. Системний підхід у фінансовому аналізі полягає у розгляді господарських процесів як складних систем, що складаються з взаємозв'язаних частин і елементів. Під час аналізу виявляються і досліджуються ці взаємозв'язки між частинами і елементами, що дозволяє зрозуміти, як вони впливають на загальний процес.

Фінансовий аналіз виконується за допомогою різних моделей, що дозволяють структурувати та визначити взаємозв'язки між основними показниками. Існують три основні категорії таких моделей [35]:

1. Дескриптивні моделі, які є основними для оцінки фінансового стану підприємства. Вони включають в себе побудову звітних балансів, представлення фінансових звітів у різних аналітичних виглядах, вертикальний та горизонтальний аналіз звітності, трендовий аналіз, аналіз відносних показників та коефіцієнтів, порівняльний аналіз, факторний аналіз та систему аналітичних коефіцієнтів. Ці моделі базуються на використанні бухгалтерської звітності.
2. Предикативні моделі, які використовуються для прогнозування доходів та витрат підприємства та його майбутнього фінансового стану. До цієї категорії належать розрахунки точки критичного обсягу продажу, побудова прогностичних фінансових звітів, моделі динамічного та ситуаційного аналізу.

Нормативні моделі, які дозволяють порівнювати фактичні результати діяльності підприємства з нормативними показниками. Ці моделі використовуються переважно у внутрішньому фінансовому аналізі і включають у себе встановлення нормативів для кожної статті витрат, а також вивчення причин відхилень фактичних даних від цих нормативів.

Практика фінансового аналізу також включає в себе сукупність прийомів для вивчення та обробки фінансової інформації. Фінансовий аналіз є способом оцінки фінансового стану підприємства на підставі його бухгалтерської та фінансової звітності, а також оперативних даних. Традиційний підхід до аналізу включає шість основних прийомів:

1. Горизонтальний (часовий) аналіз - порівняння кожної позиції звітності з попереднім періодом.
2. Вертикальний (структурний) аналіз - визначення структури фінансових показників з оцінкою впливу різних факторів на кінцевий результат.
3. Трендовий аналіз - порівняння кожної позиції звітності з рядом попередніх періодів та визначення основної тенденції динаміки показників.
4. Аналіз відносних показників (коефіцієнтів) - розрахунок відношень між окремими позиціями звіту або різними формами звітності.

5. Порівняльний аналіз - порівняння показників підприємства з показниками конкурентів або середньогалузевими даними.

6. Факторний аналіз - визначення впливу окремих факторів на результативні показники дослідження.

Ці прийоми дозволяють здійснювати глибокий аналіз фінансового стану підприємства та робити відповідні висновки та прогнози.

У процесі фінансового аналізу широко використовуються і традиційні методи економічної статистики, а також математико-статистичні методи.

Традиційні підходи, такі як аналіз фінансових звітів та коефіцієнтний аналіз, залишаються популярними і корисними. Однак, сучасний розвиток науки дозволяє використовувати інноваційні методи, зокрема методи економічної кібернетики та нейронних мереж, що дозволяють отримати більш точні та об'єктивні результати в оцінці фінансової стійкості підприємства. Використання таких передових методів є особливо важливим у сучасних умовах динамічного економічного середовища, коли підприємствам необхідно швидко та точно реагувати на зміни та ризики для досягнення стабільного фінансового стану.

Розглянемо основні методи оцінки фінансової стійкості підприємства.

1. Традиційні методи оцінки фінансової стійкості

Перш ніж переходити до новітніх методів, коротко розглянемо традиційні підходи до оцінки фінансової стійкості підприємства. Традиційні методи включають такі показники, як загальна ліквідність, платоспроможність, фінансовий леверидж, рентабельність та інші. Ці методи засновані на фінансових звітах підприємства та підходять для оцінки його стану на певний момент в часі. Проте вони можуть бути обмежені тим, що не враховують динаміку розвитку підприємства та зміни в економічному середовищі.

Традиційні методи оцінки фінансової стійкості включають наступні підходи:

- Аналіз фінансових показників: один з основних методів оцінки фінансової стійкості полягає в аналізі фінансових показників підприємства. До цих показників можуть входити рентабельність, ліквідність, покриття

зобов'язань власним капіталом та інші. Аналіз цих показників дозволяє зрозуміти, наскільки стабільна фінансова ситуація підприємства.

- **Метод Дюпонта:** метод розбиває рентабельність на прибутковість, оборотність активів та власний капітал. Він допомагає ідентифікувати, які чинники впливають на фінансову стійкість підприємства.
- **Метод забезпеченості активів власним капіталом:** метод оцінює, як велика частина активів підприємства забезпечена власним капіталом, що свідчить про його фінансову стійкість.
- **Метод ліквідності:** аналіз ліквідності допомагає визначити, наскільки підприємство може забезпечити своєчасну оплату зобов'язань. Він базується на співвідношенні оборотних активів та короткострокових зобов'язань.
- **Аналіз платоспроможності:** цей метод досліджує підприємство з точки зору його можливості виконати фінансові зобов'язання в найближчому майбутньому.

Традиційні методи оцінки фінансової стійкості підприємства допомагають розкрити різні аспекти фінансового здоров'я підприємства і визначити, наскільки воно готове до економічних викликів і ризиків.

2. Методи економічної кібернетики в оцінці фінансової стійкості

Економічна кібернетика – це галузь, яка застосовує принципи кібернетики та системного аналізу до вивчення економічних процесів та систем. У контексті оцінки фінансової стійкості підприємства, економічна кібернетика дозволяє моделювати та аналізувати фінансові потоки, ризики та інші фактори з використанням математичних та статистичних методів.

Один із підходів економічної кібернетики – це використання методів керування та оптимізації для управління фінансовою стійкістю підприємства. Наприклад, можна розробити модель, яка прогнозує зміни в фінансовому стані підприємства та розробляє оптимальні стратегії управління ризиками та фінансовими ресурсами.

Серед основних методів економічної кібернетики які застосовувались для оцінки фінансового стану підприємств є дискримінантні моделі.

Дискримінантні моделі є статистичними інструментами, використовуваними для оцінки фінансової стійкості підприємств та прогнозування ймовірності їхнього банкрутства. Ці моделі базуються на аналізі фінансових показників та інших факторів, які впливають на фінансову ситуацію підприємства. Основна ідея дискримінантних моделей полягає в тому, щоб відрізнити фінансово стійкі підприємства від тих, які мають високий ризик банкрутства.

Однією з найвідоміших дискримінантних моделей є модель Альтмана, яку розробив Едвард Альтман у 1968 році. Ця модель включає п'ять факторів:

1. Робочий капітал до загальних активів (WC/TA): Відображає відношення робочого капіталу до загальної суми активів. Вищий показник свідчить про більшу стійкість.
2. Чистий прибуток до загальних активів (NI/TA): Показує прибутковість підприємства відносно активів. Вищий показник вказує на кращу фінансову стійкість.
3. Співвідношення власних капіталів до загальних активів (E/TA): Відображає відношення власних капіталів до загальної суми активів. Вищий показник вказує на більшу фінансову стійкість.
4. Оборотність активів (S/TA): Показує ефективність використання активів. Вищий показник свідчить про кращу фінансову управління.
5. Ринкова капіталізація до загального боргу (MV/B): Відображає відношення ринкової капіталізації підприємства до загального боргу. Вищий показник вказує на менший фінансовий ризик.

За допомогою цих п'яти факторів розраховується Z -критерій, який ділиться на зони високої ймовірності банкрутства, низької ймовірності банкрутства та зону невизначеності.

Окрім моделі Альтмана, існують і інші дискримінантні моделі, розроблені для різних країн та умов. Ці моделі враховують специфічні фінансові та економічні фактори кожної ринкової ситуації. Наприклад, модель Беєрмана для

Німеччини, модель Тафлера і Тішоу для Великої Британії, О.О. Терещенка та А.В. Матвійчука для України. [19]

Ці дискримінантні моделі допомагають фінансовим аналітикам, інвесторам та кредиторам оцінювати ризик і приймати рішення щодо інвестування або надання кредитів підприємствам на основі їхньої фінансової стійкості.

Інші економіко-кібернетичні методи:

1. Метод оптимального програмування: Цей метод дозволяє знаходити оптимальний спосіб управління фінансами підприємства для досягнення максимальної стійкості. Авторами цього методу є Джон Вон Нейман і Оскар Моргенштерн.
2. Метод математичного моделювання: Використання математичних моделей дозволяє прогнозувати фінансові показники підприємства та визначати їх вплив на стійкість. Авторами багатьох моделей є вчені з галузі математики та економіки.
3. Метод аналізу часових рядів: Цей метод дозволяє досліджувати динаміку фінансових показників підприємства в часі та виявляти тенденції та зміни. Автором поняття часового ряду був Джордж Бокс.
4. Метод стохастичного моделювання: Використовується для моделювання невизначеності та ризиків у фінансових процесах. Автором теорії стохастичних процесів є Андрей Колмогоров.
5. Метод мультиагентного моделювання: Використовує агентів (суб'єктів) для моделювання фінансових ринків та процесів прийняття рішень. Авторами цього методу є Джон Холл і Джон Міллс.
6. Метод кібернетичного управління: Застосовує принципи кібернетики для управління фінансами та досягнення стійкості. Один із засновників кібернетики - Норберт Вінер.

Методи економічної кібернетики допомагають аналізувати та передбачати фінансову стійкість підприємств на основі різноманітних моделей та аналітичних підходів, а також знаходити оптимальні рішення в умовах

невизначеності і обмежених ресурсів. Це особливо корисно при прийнятті стратегічних рішень щодо фінансового управління підприємством.

3. Використання нейронних мереж для оцінки фінансової стійкості

Окрім методів економічної кібернетики, існують інші методи прогнозування банкрутства підприємств, такі як методи штучних нейронних мереж.

Нейронні мережі є потужним інструментом для прогнозування та аналізу складних залежностей у великих наборах даних. Використання нейронних мереж у оцінці фінансової стійкості дозволяє враховувати велику кількість факторів та їх взаємодію, що може покращити точність прогнозів.

Нейронні мережі можуть бути використані для прогнозування платоспроможності підприємства, оцінки ліквідності та кредитного ризику. Вони також можуть бути застосовані для аналізу фінансових звітів та виявлення аномалій або паттернів, які можуть свідчити про проблеми з фінансовою стійкістю.

Здатність навчатися на прикладах є однією з багатьох особливостей нейронних мереж, яка дозволяє користувачеві моделювати дані та встановлювати точні правила, що регулюють основний зв'язок між різними атрибутами даних. Користувач нейронної мережі збирає репрезентативні дані, а потім викликає навчальні алгоритми, які можуть автоматично вивчати структуру даних. Хоча користувачеві потрібно мати певні евристичні знання про те, як вибрати та підготувати дані, як вибрати відповідну нейронну мережу та як інтерпретувати результати, рівень знань користувача, необхідний для успішного застосування нейронних мереж, набагато нижчий, ніж необхідний у більшості традиційних статистичних інструментів і методів,

Нейронні мережі мають надзвичайну здатність отримувати та витягувати значення, правила та тенденції зі складних, галасливих і неточних даних. Їх можна використовувати для вилучення закономірностей і виявлення тенденцій, які керуються складними математичними функціями, які занадто важко, якщо не неможливо, змоделювати за допомогою аналітичних або параметричних

методів. Однією з можливостей нейронних мереж є точне передбачення даних, які не були частиною навчального набору даних, процес, відомий як узагальнення. Враховуючи ці характеристики та їх широку застосовність, нейронні мережі придатні для застосування реальних проблем у наукових дослідженнях, бізнесі та промисловості.

Таблиця 1.2

Переваги та обмеження методів економічної кібернетики та нейронних мереж

Переваги методів економічної кібернетики:	Переваги використання нейронних мереж:
Здатність моделювати складні системи та залежності між фінансовими показниками.	Здатність автоматично виявляти складні залежності та паттерни у даних.
Здатність до оптимізації та автоматизації процесів управління фінансами.	Адаптивність та здатність до самонавчання.
	Точність
Обмеження методів економічної кібернетики:	Обмеження використання нейронних мереж:
Потреба великої кількості якісних даних для розробки точних моделей.	Потреба великої кількості даних для навчання нейронної мережі.
Складність інтерпретації результатів моделей.	Ризик перенавчання моделі на шумових або неправильних даних.
Вимога до висококваліфікованих спеціалістів для розробки та застосування моделей.	Складність візуалізації та пояснення результатів прогнозів.

Джерело: побудовано автором.

Оцінка фінансової стійкості підприємства є складним завданням, що вимагає використання сучасних методів та інструментів. Методи економічної кібернетики та нейронні мережі можуть допомогти покращити точність та ефективність оцінки, забезпечуючи зручний інструментарій для управління ризиками та прийняття фінансових рішень. Однак, використання цих методів пов'язано з певними обмеженнями, тому розумне підходити до їх застосування, комбінуючи їх із традиційними підходами для отримання більш повної та надійної оцінки фінансової стійкості підприємства.

РОЗДІЛ 2

ПОБУДОВА НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ОЦІНКИ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

2.1. Особливості використання нейронних мереж в фінансовому аналізі підприємства

Враховуючи те, що сучасні ринкові умови характеризуються швидкими змінами та нестабільністю, дослідження фінансової стійкості стає особливо важливим. Традиційні методи оцінки можуть бути обмеженими у здатності передбачати складні залежності та закономірності у фінансових даних. Тому застосування новітніх методів, таких як нейронні мережі, може значно підвищити ефективність та об'єктивність оцінки фінансової стійкості підприємств.

Сьогодні нейронні мережі широко застосовуються в фінансовому аналізі:

1. Прогнозування фінансових показників: нейронні мережі можуть бути застосовані для прогнозування фінансових показників, таких як дохідність, рентабельність, оборотність активів та інші. Вони можуть аналізувати історичні дані та зробити прогнози на основі виявлених закономірностей.

2. Аналіз ризиків та виявлення аномалій: нейронні мережі можуть виявляти аномалії та ризики у фінансових даних. Вони можуть виявляти незвичайні тенденції, що можуть свідчити про потенційні проблеми або ризики для підприємства.

3. Класифікація фінансового стану: нейронні мережі можуть бути використані для класифікації підприємств за рівнем фінансової стійкості. Вони можуть виділяти підприємства з низьким, середнім та високим рівнем стійкості на основі фінансових показників.

4. Прогнозування банкрутства: нейронні мережі можуть використовуватися для прогнозування можливого банкрутства підприємства. Вони можуть виявляти патерни та ознаки, що свідчать про фінансові труднощі та небезпеку неплатоспроможності.

За останні два десятиліття спостерігався вибух інтересу до нейронних мереж. Він почався з успішного застосування цього потужного методу в широкому спектрі проблемних областей, в таких різноманітних сферах, як фінанси, медицина, інженерія, геологія і навіть фізика.

Величезний успіх нейронних мереж над майже всіма іншими статистичними методами можна пояснити їхньою потужністю, універсальністю та простотою використання. Нейронні мережі – це дуже складні методи моделювання та прогнозування, здатні моделювати надзвичайно складні функції та взаємозв'язки даних.

Здатність навчатися на прикладах – одна з багатьох особливостей нейронних мереж, яка дозволяє користувачеві моделювати дані і встановлювати точні правила, що регулюють основні взаємозв'язки між різними атрибутами даних. Користувач нейронної мережі збирає репрезентативні дані, а потім викликає алгоритми навчання, які можуть автоматично вивчати структуру даних. Хоча користувач повинен мати певні евристичні знання про те, як вибрати і підготувати дані, як вибрати відповідну нейронну мережу і як інтерпретувати результати, рівень знань користувача, необхідний для успішного застосування нейронних мереж, набагато нижчий, ніж для більшості традиційних статистичних інструментів і методів, особливо коли алгоритми нейронних мереж приховані за добре розробленими та інтелектуальними комп'ютерними програмами, які дозволяють користувачеві пройти шлях від початку до кінця всього за кілька кліків.

Нейронні мережі мають чудову здатність виводити і витягувати значення, правила і тенденції зі складних, “зашумлених” і неточних даних. Їх можна використовувати для вилучення закономірностей і виявлення тенденцій, які керуються складними математичними функціями, які занадто складно, якщо взагалі можливо, змоделювати за допомогою аналітичних або параметричних методів. Однією зі здібностей нейронних мереж є точне прогнозування даних, які не були частиною навчального набору даних, - процес, відомий як узагальнення. Враховуючи ці характеристики та їх широку застосовність,

нейронні мережі підходять для вирішення реальних проблем у дослідженнях і науці, бізнесі та промисловості.

Нейронні мережі – це математичні моделі, інспіровані структурою та функціонуванням нервової системи людини. Вони мають широкий спектр застосувань в різних галузях, включаючи фінансовий аналіз. У цьому розділі будуть розглянуті основні принципи та типи нейронних мереж, а також їх застосування для оцінки фінансової стійкості підприємств. Будуть також наведені приклади досліджень та використання нейронних мереж у фінансовому аналізі.

Нейронні мережі базуються на принципах масового паралельного обчислення, де велика кількість простих обчислювальних одиниць, нейронів, співпрацюють для вирішення складних завдань. Основною одиницею нейронної мережі є штучний нейрон, який отримує вхідні сигнали, обробляє їх та генерує вихідний сигнал. Нейронні мережі організовані у шари - вхідний шар, приховані шари та вихідний шар. Кожен нейрон з одного шару з'єднаний з кожним нейроном наступного шару. Ця структура дозволяє нейронним мережам виявляти складні залежності у даних та робити прогнози.

Типи нейронних мереж:

1. Прямі нейронні мережі (feedforward neural networks). Це найпростіші типи нейронних мереж, де сигнал поширюється лише у напрямку від вхідного шару до вихідного. Вони використовуються для класифікації, прогнозування та апроксимації функцій.

2. Зворотні нейронні мережі (recurrent neural networks). У цих мережах є зворотний зв'язок між нейронами, що дозволяє враховувати попередні стани та контекст при обробці нових даних. Вони застосовуються в задачах обробки послідовностей, таких як аналіз часових рядів та текстів.

3. Згорткові нейронні мережі (convolutional neural networks). Ці мережі спеціалізуються на обробці зображень та розпізнаванні об'єктів. Вони мають спеціальні шари, які використовуються для виділення особливостей та ознак зображення.

Штучні нейронні мережі натхненні біологічними нейронами в людському тілі, які активуються за певних обставин, що призводить до відповідної дії, яку виконує організм у відповідь. Штучні нейронні мережі складаються з різних шарів взаємопов'язаних штучних нейронів, що живляться від функцій активації, які допомагають вмикати та вимикати їх. Як і в традиційних машинних алгоритмах, тут також існують певні значення, які нейронні мережі вивчають на етапі навчання.

Коротко кажучи, кожен нейрон отримує помножену версію входів і випадкових ваг, до яких потім додається статичне значення зсуву (унікальне для кожного шару нейронів); потім це передається відповідній функції активації, яка визначає остаточне значення, що буде видано нейроном. Існують різні функції активації залежно від характеру вхідних значень. Після того, як вихід згенеровано з останнього шару нейронної мережі, обчислюється функція втрат (вхід проти виходу), і виконується зворотне поширення, де ваги підбираються так, щоб зробити втрати мінімальними. Пошук оптимальних значень ваг - це те, на чому зосереджена вся робота.

- Ваги – це числові значення, які множаться на вхідні дані. У процесі розповсюдження вони модифікуються, щоб зменшити втрати. Простіше кажучи, ваги – це машинні значення, отримані з нейронних мереж. Вони самоналаштовуються залежно від різниці між прогнозованими результатами та навчальними входами.

- Функція активації – це математична формула, яка допомагає нейрону вмикатися/вимикатися.

- Вхідний шар – це розмірність вхідного вектора.

- Прихований шар представляє проміжні вузли, які розділяють вхідний простір на області з (м'якими) межами. Він приймає набір зважених вхідних даних і виробляє вихід за допомогою функції активації.

- Вихідний шар представляє вихід нейронної мережі.

2.2. Типи нейронних мереж

Існує багато типів нейронних мереж, які вже існують або знаходяться на стадії розробки. Їх можна класифікувати залежно від їх: структури, потоку даних, використовуваних нейронів та їх щільності, шарів та фільтрів активації глибини тощо.

2.2.1 Персептрон

Модель персептрона, запропонована Мінські-Папертом, є однією з найпростіших і найстаріших моделей нейронів. Це найменша одиниця нейронної мережі, яка виконує певні обчислення для виявлення особливостей або бізнес-аналітики у вхідних даних. Він приймає зважені вхідні дані і застосовує функцію активації для отримання кінцевого результату. Персептрон також відомий як TLU (порогова логічна одиниця)

Персептрон - це алгоритм керованого навчання, який класифікує дані на дві категорії, тобто є бінарним класифікатором. Персептрон розділяє вхідний простір на дві категорії за допомогою гіперплощини.

Персептрони можуть реалізовувати логічні вентиля типу I, АБО або NAND.

Персептрони можуть навчатися лише лінійно роздільним задачам, таким як задача булевого I. Для нелінійних задач, таких як задача булевого XOR, він не працює.

2.2.2 Нейронні мережі прямого поширення

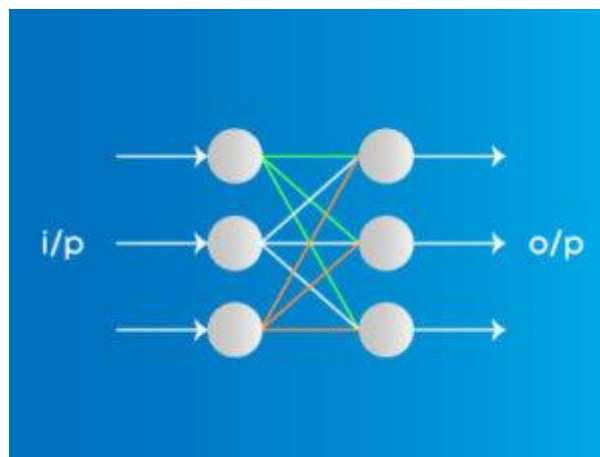


Рис. 2.1. Нейронна мережа прямого поширення

Найпростіша форма нейронних мереж, де вхідні дані рухаються лише в одному напрямку, проходячи через штучні нейронні вузли і виходячи через вихідні вузли. Там, де приховані шари можуть бути присутніми, а можуть і не бути, вхідні та вихідні шари присутні. Виходячи з цього, їх можна класифікувати як одношарові або багатшарові нейронні мережі прямого поширення.

Кількість шарів залежить від складності функції. Вона має односпрямоване поширення вперед, але не має зворотного поширення. Ваги тут статичні. Активаційна функція живиться входами, які множаться на ваги. Для цього використовується класифікаційна функція активації або ступінчаста функція активації. Наприклад: Нейрон активується, якщо він перевищує поріг (зазвичай 0), і нейрон видає 1 на виході. Нейрон не активований, якщо він нижче порогового значення (зазвичай 0), що розглядається як -1. Вони досить прості в обслуговуванні і здатні працювати з даними, які містять багато шуму.

Переваги нейронних мереж прямого поширення

1. Менш складні, прості в розробці та обслуговуванні
2. Швидкі та швидкісні (одностороннє поширення)
3. Висока чутливість до зашумлених даних

Недоліки нейронних мереж прямого поширення:

1. Не можуть бути використані для глибокого навчання [через відсутність щільних шарів і зворотного поширення].

Нейронні мережі прямого поширення застосовуються в:

- Проста класифікація (там, де традиційні алгоритми класифікації на основі машинного навчання мають обмеження)
 - Розпізнавання облич [Проста пряма обробка зображень]
 - Комп'ютерний зір [Там, де цільові класи важко класифікувати]
 - Розпізнавання мови

2.2.3 Багатшаровий перцептрон

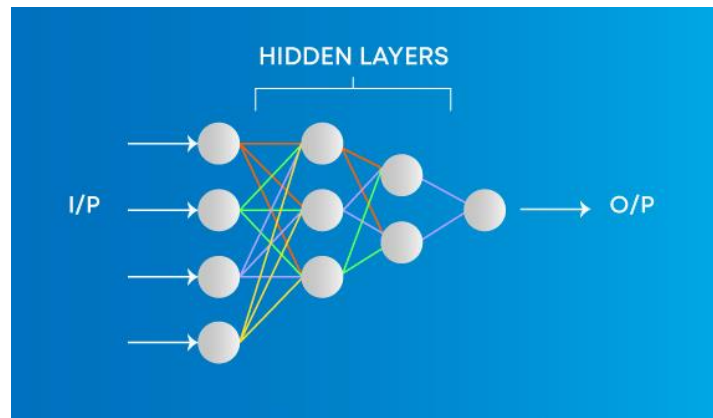


Рис. 2.2. Нейронна мережа типу багатошаровий перцептрон

Точка входу до складних нейронних мереж, де вхідні дані проходять через різні шари штучних нейронів. Кожен окремий вузол з'єднаний з усіма нейронами наступного шару, що робить його повністю пов'язаною нейронною мережею. Вхідні та вихідні шари мають декілька прихованих шарів, тобто загалом щонайменше три або більше шарів. Вона має двонаправлене поширення, тобто поширення в прямому і зворотному напрямках.

Вхідні дані множаться на ваги і подаються на функцію активації, а при зворотному поширенні вони модифікуються для зменшення втрат. Простими словами, ваги - це машинні значення, отримані з нейронних мереж. Вони самоналаштовуються залежно від різниці між прогнозованими виходами та навчальними входами. Використовуються нелінійні функції активації, за якими слідує softmax як функція активації вихідного шару.

Переваги багатошарового перцептрона

1. Використовується для глибокого навчання [завдяки наявності щільних повністю пов'язаних шарів і зворотному поширенню].

Недоліки багатошарового перцептрона:

1. Порівняно складний у розробці та обслуговуванні
2. Порівняно повільний (залежить від кількості прихованих шарів)

Застосування багатошарових перцептронів:

- Розпізнавання мови
- Машинний переклад
- Складна класифікація

2.2.4 Згорткова нейронна мережа

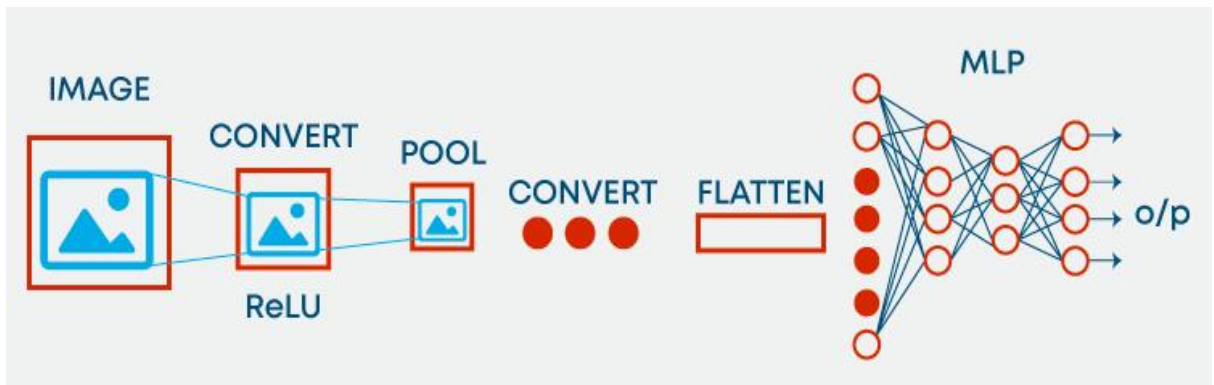


Рис. 2.3. Згорткова нейронна мережа

Згорткова нейронна мережа містить тривимірне розташування нейронів замість стандартного двовимірного масиву. Перший шар називається згортковим. Кожен нейрон у згортковому шарі обробляє інформацію лише з невеликої частини поля зору. Вхідні ознаки беруться пакетно, як у фільтрі. Мережа розуміє зображення по частинах і може обчислювати ці операції кілька разів, щоб завершити повну обробку зображення. Обробка передбачає перетворення зображення зі шкали RGB або HSI у шкалу сірого. Подальші зміни у значенні пікселів допоможуть виявити краї, а зображення можна класифікувати за різними категоріями.

Поширення є односпрямованим, коли CNN містить один або декілька шарів згортки з подальшим об'єднанням, і двоспрямованим, коли вихід шару згортки надходить до повністю підключеної нейронної мережі для класифікації зображень, як показано на наведеній вище схемі. Фільтри використовуються для виділення певних частин зображення. У MLP вхідні дані множаться на ваги і подаються на функцію активації. Згортка використовує RELU, а MLP використовує нелінійну функцію активації з наступним softmax. Згорткові нейронні мережі показують дуже ефективні результати в розпізнаванні зображень і відео, семантичному розборі і виявленні перифраз.

Переваги нейронної мережі згортки:

1. Використовується для глибокого навчання з невеликою кількістю параметрів

2. Менше параметрів для навчання порівняно з повністю пов'язаним шаром

Недоліки згорткових нейронних мереж:

1. Порівняно складна в розробці та обслуговуванні
2. Порівняно повільна [залежить від кількості прихованих шарів].

Застосування згорткової нейронної мережі:

- Обробка зображень
- Комп'ютерний зір
- Розпізнавання мови
- Машинний переклад

2.2.5 Радіально-базисна нейронна мережа

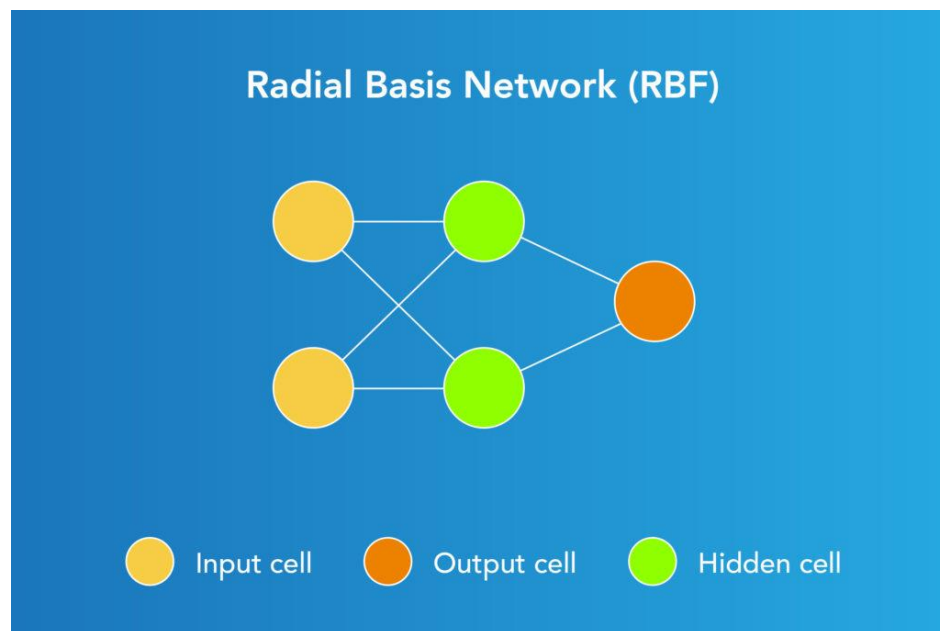


Рис. 2.4. Радіально-базисна нейронна мережа

Радіально-базисна мережа складається з вхідного вектора, за яким слідує шар нейронів RBF і вихідний шар з одним вузлом на категорію. Класифікація виконується шляхом вимірювання схожості вхідних даних з точками даних з навчальної вибірки, де кожен нейрон зберігає прототип. Це буде один з прикладів з навчальної вибірки.

Коли потрібно класифікувати новий вхідний вектор [n-вимірний вектор, який ви намагаєтеся класифікувати], кожен нейрон обчислює евклідову відстань

між входом і його прототипом. Наприклад, якщо у нас є два класи, тобто клас А і клас В, то новий вхід, який потрібно класифікувати, ближчий до прототипів класу А, ніж до прототипів класу В. Отже, він може бути віднесений до класу А.

Кожен нейрон RBF порівнює вхідний вектор зі своїм прототипом і видає значення, яке є мірою схожості від 0 до 1. Коли вхідний вектор дорівнює прототипу, вихід цього нейрона буде дорівнювати 1, а зі збільшенням відстані між входом і прототипом відповідь падає експоненціально до 0. Крива, згенерована на основі відповіді нейрона, має тенденцію до типової дзвонової кривої. Вихідний шар складається з набору нейронів [по одному на кожену категорію].

2.2.6 Рекурентні нейронні мережі

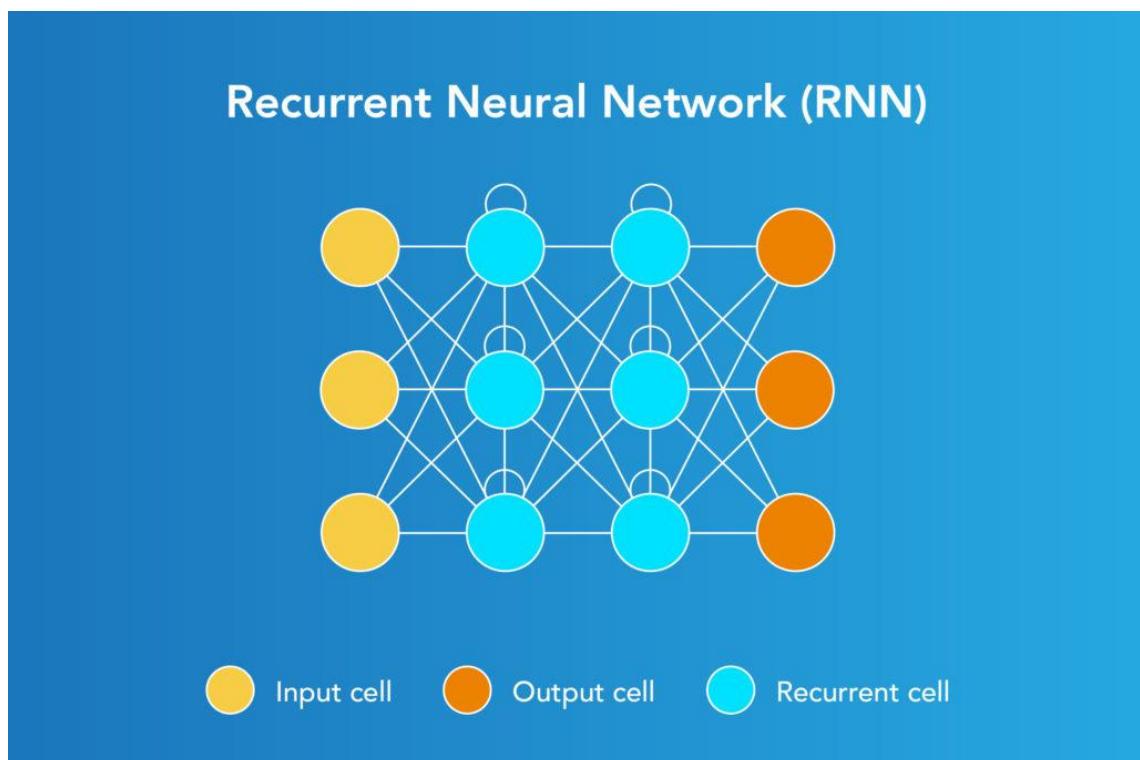


Рис. 2.4. Рекурентна нейронна мережа

Рекурентна нейронна мережа призначена для збереження вихідних даних шару, які подаються назад на вхід, щоб допомогти в прогнозуванні результатів роботи шару. Першим шаром зазвичай є нейронна мережа прямого поширення, за якою слідує шар рекурентної нейронної мережі, де деяка інформація, яку вона мала на попередньому часовому кроці, запам'ятовується за допомогою функції пам'яті. У цьому випадку реалізується пряме поширення. Він зберігає

інформацію, необхідну для подальшого використання. Якщо прогноз невірний, швидкість навчання використовується для внесення невеликих змін. Таким чином, під час зворотного поширення вона поступово збільшується, щоб зробити правильний прогноз.

Переваги рекурентних нейронних мереж

1. Моделюють послідовні дані, де кожна вибірка може бути залежною від попередніх, що є однією з переваг.
2. Використовується з шарами згортки для збільшення ефективності пікселів.

Недоліки рекурентних нейронних мереж

1. Проблеми зі зникненням та вибухом градієнта
2. Навчання рекурентних нейронних мереж може бути складним завданням
3. Важко обробляти довгі послідовні дані, використовуючи ReLU як функцію активації.

Застосування рекурентних нейронних мереж

- Обробка тексту, наприклад, автоматична підказка, перевірка граматики тощо.
- Перетворення тексту в мову
- Тегери зображень
- Аналіз настрою
- Переклад

2.3. Переваги та приклади використання нейронних мереж в фінансовому аналізі підприємства

Загалом, використання нейронних мереж для побудови оцінки фінансової стійкості підприємств має багато переваг. Вони дозволяють отримати більш точні, об'єктивні та актуальні результати, а також є більш гнучкими та

ефективними у порівнянні з традиційними методами оцінки. У зв'язку зі складними умовами сучасного ринку та зростанням обсягів фінансових даних, використання нейронних мереж стає особливо актуальним та перспективним напрямком у фінансовому аналізі підприємств. Однак, для успішного використання нейронних мереж необхідно мати відповідну експертну базу, яка допоможе налагодити та перевірити модель, а також забезпечити необхідний рівень захисту даних для їх використання. Інтеграція цих методів у фінансовий менеджмент підприємств може значно підвищити ефективність управління ризиками та забезпечити стабільність фінансового стану організації.

Серед основних переваг нейронних мереж:

1. Здатність виявлення складних залежностей: нейронні мережі мають унікальну здатність автоматично виявляти та враховувати складні залежності між різними фінансовими показниками. Вони можуть розпізнавати та використовувати нелінійні зв'язки, які можуть бути недосяжні для традиційних методів оцінки. Це дозволяє отримати більш точні та об'єктивні результати, що важливо для надійної оцінки фінансової стійкості.

2. Адаптивність до змін: нейронні мережі можуть адаптуватися до змінних умов і даних, що робить їх дуже гнучкими та придатними для застосування в реальних умовах. Вони можуть аналізувати нові дані та перебудовувати свою модель для отримання більш точних та актуальних результатів.

3. Обробка великих обсягів даних: нейронні мережі мають велику потужність у обробці великих обсягів фінансових даних. Вони можуть аналізувати велику кількість інформації та виявляти складні закономірності, що дозволяє отримати більш повну картину стану фінансової стійкості.

4. Здатність до прогнозування: нейронні мережі можуть застосовуватися для прогнозування майбутніх тенденцій та стану фінансової стійкості підприємства. Вони можуть аналізувати історичні дані та зробити прогнози на основі знайдених закономірностей.

5. Автоматизація процесу: використання нейронних мереж дозволяє автоматизувати процес оцінки фінансової стійкості. Після налагодження моделі

мережа може аналізувати дані та видаляти результати без необхідності постійного втручання людини.

6. Застосування в реальному часі: завдяки своїй швидкості та здатності працювати з великою кількістю даних, нейронні мережі можуть бути використані для аналізу фінансової стійкості в реальному часі. Це дозволяє підприємствам оперативно реагувати на зміни у своєму фінансовому стані та приймати вірні управлінські рішення.

Незважаючи на численні переваги, застосування нейронних мереж в фінансовому аналізі має свої виклики та обмеження. Одним із найбільших обмежень є потреба в великому обсязі якісних даних для навчання нейронних мереж. Також важливо враховувати потребу у великій обчислювальній потужності для тренування складних нейронних мереж та обробки великих обсягів фінансових даних.

Інший важливий аспект – це інтерпретованість результатів. Нейронні мережі, зазвичай, є чорними ящиками, що робить їхні прогнози важкими для розуміння і пояснення. Це може бути недоцільним в ситуаціях, де важливо зрозуміти логіку прийняття рішень.

Застосування нейронних мереж також вимагає уважного відбору та підготовки даних. Неякісні або несистематизовані дані можуть призвести до неточних результатів. Це означає, що інвестиція в якість даних та їхню чистку є критично важливою частиною процесу.

Незважаючи на ці виклики, нейронні мережі надають можливості для значного покращення фінансового аналізу та моделювання фінансової стійкості. Вони можуть реагувати на зміни ринкових умов та ефективно адаптуватися до нових даних, що робить їх важливим інструментом для фінансових фахівців та інвесторів.

Застосування нейронних мереж в фінансовому аналізі та моделюванні фінансової стійкості є широким інструментарієм. Ось кілька прикладів з детальними посиланнями на наукові роботи:

1. Прогнозування банківської стійкості:

- Стаття: "Neural Networks for Financial Stability of Economic System" (2023) авторства V. Tyschenko розглядає використання нейронних мереж для оцінки фінансової стійкості економічних систем. [36]
2. Оцінка кредитоспроможності:
 - Стаття: "An Analysis of the Applications of Neural Networks in Finance" авторства A. Fadlalla дає огляд фінансових застосувань нейронних мереж, включаючи оцінку кредитоспроможності. [37]
 3. Прогнозування фінансових ринків:
 - Стаття: "Using Artificial Neural Network techniques to improve the description and prediction of household financial ratios" авторства W. Нео (2020) розглядає використання штучних нейронних мереж для прогнозування ринкової динаміки.
 4. Виявлення банкрутства підприємств: [38]
 - Стаття: "Financial health prediction models using artificial neural..." авторства FM Rafiei (2011) описує використання нейронних мереж для передбачення фінансового здоров'я підприємств та класифікації банкрутства. [39]
 5. Прогнозування фінансових показників підприємства:
 - Стаття: "Financial health prediction models using artificial neural networks, genetic algorithm and multivariate discriminant analysis" авторства A. Fadlalla надає огляд застосування нейронних мереж для прогнозування фінансових показників підприємств. [40]

Ці дослідження та статті демонструють значущий внесок нейронних мереж у фінансовий аналіз та моделювання фінансової стійкості.

Загалом, застосування нейронних мереж в фінансовому аналізі стає все більш популярним, оскільки вони дозволяють отримати більш точні, надійні та об'єктивні результати порівняно з традиційними методами. Вони забезпечують адаптивність до змін умов, можливість прогнозування та розпізнавання складних залежностей у фінансових даних. При використанні нейронних мереж для оцінки фінансової стійкості підприємств, важливо мати відповідну експертну базу та

досить обсяг даних для навчання та налагодження моделей. Інтеграція таких передових методів у фінансовий менеджмент підприємств може підвищити ефективність управління ризиками та забезпечити стабільність фінансового стану організації.

2.4. Опис процесу моделювання оцінки фінансової стійкості підприємства за допомогою нейронних мереж

Фінансова стійкість підприємства є ключовим аспектом його успіху та тривалості на ринку. Із зростанням глобалізації та зростаючими вимогами стосовно прозорості фінансів, оцінка фінансової стійкості стає більш важливою завдяки необхідності передбачення та уникнення фінансових криз та банкрутства. У зв'язку з цим виникає потреба у розвитку ефективних методів оцінки фінансової стійкості, та одним із таких методів є використання нейронних мереж.

Основні принципи моделювання оцінки фінансової стійкості за допомогою нейронних мереж:

1. *Вибір вхідних даних*: перший крок у моделюванні оцінки фінансової стійкості – вибір вхідних даних, які будуть використовуватися для оцінки. Зазвичай це фінансові показники підприємства, такі як прибуток, заборгованість, оборотні активи, витрати, показники ліквідності та інші. Важливо правильно підібрати ці параметри, оскільки від цього залежить точність моделі.
2. *Побудова архітектури нейронної мережі*: наступним етапом є вибір та побудова архітектури нейронної мережі. Зазвичай використовуються штучні нейронні мережі типу "подвійного шару" (feedforward neural networks). Архітектура включає в себе визначення кількості шарів, кількості нейронів в кожному шарі, а також функції активації для кожного нейрону.

3. *Навчання мережі*: для того, щоб нейронна мережа могла визначати фінансову стійкість, її потрібно навчити. Цей процес включає в себе подачу вхідних даних на вхід мережі та корекцію ваг нейронів шляхом зворотного поширення помилки (backpropagation). Ця процедура проводиться на навчальному наборі даних, який включає історичні фінансові дані та відомі результати фінансової стійкості підприємств.
4. *Тестування та оцінка*: після навчання мережі важливо протестувати її на тестовому наборі даних, який не використовувався під час навчання. Оцінка включає в себе порівняння передбачених результатів мережі з реальними значеннями фінансової стійкості. Також можна використовувати різні метрики, такі як середньоквадратична помилка, для оцінки точності моделі.

Моделювання оцінки фінансової стійкості підприємства за допомогою нейронних мереж є потужним інструментом для фінансового аналізу та прийняття рішень. Здатність нейронних мереж розпізнавати складні зв'язки, адаптуватися до змін та працювати з великими обсягами даних робить їх цінним інструментом для прогнозування та управління фінансовою стійкістю підприємств. Такий підхід відкриває нові можливості для аналітиків, дослідників та практиків у галузі фінансів та економіки.

Для побудови нейронної мережі класифікатора, потрібно обрати набір фінансових показників, по підприємствах України (частина яких визнана банкрутами в процесі судового порядку, інша – є фінансово стійкими):

У нашому випадку варто звернути увагу на фінансові фактори та показники, що їх описують. Наступні показники, будуть використанні для подальшого дослідження та створення нейронних мереж для визначення фінансового стану підприємств:

1. Маневреність власних оборотних засобів вказує на здатність підприємства швидко перетворювати свої оборотні активи (наприклад, запаси, дебіторська заборгованість) в готівку або еквіваленти готівки. Це важливо для забезпечення надходження коштів на оплату поточних зобов'язань. Цей показник можна

визначити, обчисливши співвідношення між оборотними активами та оборотними зобов'язаннями. Високе значення свідчить про швидке перетворення активів у готівку.

2. Маневреність власного капіталу вказує на здатність підприємства використовувати власні кошти для фінансування своєї діяльності, замість залучення позикових коштів. Високий рівень власного капіталу може свідчити про більшу стійкість до фінансових труднощів. Розраховується як відношення власного капіталу до загального активу. Високий показник вказує на здатність самофінансування.

3. Забезпеченість власними оборотними засобами показує, наскільки підприємство може покрити свої поточні зобов'язання за допомогою власних оборотних активів, не вдаючись до залучення зовнішніх джерел фінансування. Визначається як співвідношення між власними оборотними активами та поточними зобов'язаннями. Високе значення свідчить про фінансову стійкість.

4. Оборотність оборотних активів вказує на те, як ефективно підприємство використовує свої оборотні активи для генерації прибутку. Висока оборотність свідчить про ефективне управління активами. Розраховується як співвідношення між доходом та середнім значенням оборотних активів. Високий показник вказує на ефективне управління активами.

5. Оборотність основних засобів вказує на те, наскільки швидко підприємство використовує свої основні активи для виробництва продукції і послуг. Цей показник визначається як співвідношення між виручкою від продажу та середньою вартістю основних засобів. Високе значення свідчить про ефективне використання активів.

6. Оборотність власного капіталу визначає, наскільки результативно підприємство використовує свій власний капітал для заробітку. Розраховується як співвідношення між чистим прибутком та середнім значенням власного капіталу. Високий показник вказує на результативне використання капіталу.

7. Оборотність кредиторської заборгованості показує, як швидко підприємство сплачує свої зобов'язання перед постачальниками. Цей показник

визначається як співвідношення між виручкою від продажу та середнім значенням кредиторської заборгованості. Високе значення свідчить про швидку оплату зобов'язань.

8. Оборотність дебіторської заборгованості вказує на те, як швидко підприємство отримує оплату від своїх клієнтів. Визначається як співвідношення між доходом та середньою вартістю дебіторської заборгованості. Високий показник вказує на ефективний управління вирахуваннями.

9. Оборотність запасів показує, наскільки швидко підприємство продажів свій запас товарів або сировини. Цей показник визначається як співвідношення між виручкою від продажу та середньою вартістю запасів. Високий показник вказує на ефективне управління запасами.

10. Коефіцієнт загальної ліквідності (Коефіцієнт покриття) вказує на здатність підприємства виконати всі свої зобов'язання в разі неочікуваних фінансових труднощів. Цей показник обчислюється як співвідношення між поточними активами та поточними зобов'язаннями. Високе значення свідчить про фінансову стійкість.

11. Коефіцієнт поточної ліквідності (Коефіцієнт швидкої ліквідності) показує, наскільки підприємство може покрити свої поточні зобов'язання за допомогою найбільш ліквідних активів. Розраховується як співвідношення між грошовими активами та поточними зобов'язаннями. Високий показник вказує на здатність швидко погасити зобов'язання.

12. Коефіцієнт абсолютної ліквідності визначає, які частка активів підприємства є в готівці або еквівалентах готівки. Цей показник визначається як співвідношення грошових активів до поточних зобов'язань. Високий показник свідчить про готовність до швидкої оплати зобов'язань.

13. Частка оборотних коштів в активах вказує на розподіл активів підприємства і його здатність оперативно реагувати на зміни у фінансовому стані. Визначається як співвідношення оборотних коштів до загальних активів. Високий показник вказує на гнучкість у фінансовому управлінні.

14. Коефіцієнт фінансової автономії визначає, наскільки підприємство фінансується за рахунок власних коштів у порівнянні з позиковими. Цей показник обчислюється як співвідношення власного капіталу до загального капіталу. Високий показник свідчить про міцну фінансову базу.

15. Коефіцієнт концентрації позикового капіталу показує, наскільки велика частина фінансування підприємства сконцентрована в одному джерелі. Визначається як співвідношення позикового капіталу до загального капіталу. Високий показник вказує на залежність від зовнішнього фінансування.

16. Коефіцієнт стійкості економічного росту вказує на те, наскільки підприємство здатне забезпечити стійкий економічний ріст і відповісти на зовнішні та внутрішні фінансові виклики. Цей показник обчислюється як співвідношення прибутку до власного капіталу. Високий показник вказує на стійкий розвиток підприємства.

Такий набір параметрів моделі обраний в процесі аналізу різних підходів визначення фінансової стійкості та частоти використання тих чи інших показників у дослідженнях науковців, а також з врахуванням Методичних рекомендацій щодо виявлення ознак неплатоспроможності підприємства та ознак дій з приховування банкрутства, фіктивного банкрутства чи доведення до банкрутства, затверджених Наказом Міністерства економіки України №14 від 19.01.2006 р. [26]

2.5. Опис джерел та методів збору даних

Побудова нейронних мереж для моделювання оцінки фінансової стійкості підприємств є складним завданням, що потребує спеціалізованого підходу до пошуку, збору та обробки даних.

Основні етапи пошуку, збору та обробки даних для побудови нейронних мереж з метою моделювання оцінки фінансової стійкості підприємств:

1. Визначення джерел даних. На даному етапі необхідно визначити, які джерела даних будуть використовуватися для навчання нейронної мережі. До джерел даних можуть відноситися:

- Фінансові звіти підприємств
- Аналітичні показники
- Макроекономічні показники
- Інформація з відкритих джерел

Основними джерелами інформації будуть сервіси які дозволять відкрити річну фінансову звітність підприємств (<https://smida.gov.ua>, <https://zvitnist.com>, <https://vkursi.pro>)

2. Збір даних. Необхідно зібрати дані з визначених джерел. Це може бути здійснено за допомогою ручного збору, автоматизованого збору або комбінації цих методів.

3. Очищення даних. Є потреба очистити дані від помилок та невідповідностей. Це може бути здійснено за допомогою таких методів, як:

- Відкидання неповних або некоректних даних
- Заповнення пропущених даних
- Корекція помилок

4. Обробка даних. На цьому етапі необхідно обробити дані для того, щоб вони були придатні для навчання нейронної мережі. Це може бути здійснено за допомогою таких методів, як:

- Кодування категоріальних даних
- Нормування даних
- Вибір ознак

5. Аналіз даних. Необхідно проаналізувати дані для того, щоб визначити їх якість та придатність для навчання нейронної мережі. Це може бути здійснено за допомогою таких методів, як:

- Виявлення аномалій
- Виявлення невідповідностей
- Виявлення залежності між ознаками

6. Навчання нейронної мережі. На цьому етапі нейронна мережа навчається на даних, які були зібрані, очищені, оброблені та проаналізовані. Це здійснюється за допомогою алгоритмів машинного навчання.

7. Тестування нейронної мережі. Нейронна мережа тестується на тестових даних, які не використовувалися для навчання. Це дозволяє оцінити точність нейронної мережі.

8. Впровадження нейронної мережі. Нейронна мережа впроваджується в систему аналізу фінансового стану підприємства для оцінки фінансової стійкості підприємств.

Проблеми пошуку, збору та обробки даних для побудови нейронних мереж з метою моделювання оцінки фінансової стійкості підприємств полягають у наступному:

- **Різноманітність даних.** Для оцінки фінансової стійкості підприємств використовуються різні типи даних, включаючи фінансові звіти, аналітичні показники, макроекономічні показники тощо. Це вимагає від фахівців з пошуку та збору даних глибокого розуміння фінансової галузі та аналітичної оцінки.

- **Нестабільність даних.** Дані про фінансову стійкість підприємств можуть бути нестабільним, оскільки вони залежать від багатьох факторів, включаючи економічні умови, політику компанії тощо. Це вимагає від фахівців з обробки даних використання методів, які дозволяють враховувати нестабільність даних.

- **Великий обсяг даних.** Для навчання нейронних мереж використовуються великі обсяги даних. Це вимагає від фахівців з обробки даних використання ефективних методів обробки великих даних.

РОЗДІЛ 3

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ОЦІНКИ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

3.1. Побудова нейронних мереж для оцінки фінансового стану підприємств

Під час розробки критерію для навчання моделі можна використати аналіз крайньої форми фінансового нездужання – банкрутства – як об'єктивну оцінку стійкості фінансового стану компаній. Діагностика банкрутства може служити джерелом для прогнозування фінансового стану компаній. У випадку, коли модель має відтворити думки експертів про надійність компаній, проблема визначення рейтингу може бути вирішена. Однак, для діагностики та прогнозування банкрутства необхідна статистична обробка конкретних прикладів банкрутств. Щоб математично сформулювати висловлювання, які використовуються фінансистами та економістами для прийняття рішень про ймовірність банкрутства підприємства, можна використовувати теорію нечітких множин та нейронні мережі.

Для створення адекватної економіко-математичної моделі для оцінки фінансового стану підприємств, розглянемо можливість реалізації моделі на базі нейронних мереж. У ході дослідження було розглянуто різні типи нейромережових моделей.

Нейромережеве моделювання рівня фінансової стійкості підприємства проводилось послідовно за наступними етапами:

- формування вхідних даних: вибірки з 130 підприємств і 16 показників;
- формування вихідних даних, на основі яких навчається нейронна мережа;
- вибір архітектури та визначення структури мережі (багатошаровий перцептрон із прихованим шаром);

- навчання нейронної мережі (70% даних було використано для навчання);
- тестування та перевірка нейронної мережі (розбивка даних: 15% для тестування та 15% для перевірки).

У загальному випадку вхідними умовами нейронних мереж є дані про об'єкти, кожен з яких представлений у вигляді набору робочих спостережень, тобто характеризується як точка x в j -вимірному просторі спостережень. Завдання класифікації зводиться до поділу об'єктів на ряд однотипних груп, який здійснюється на основі інформації, отриманої з навчальних даних. Оскільки в даному дослідженні задані значення вихідного шару, то класифікацію проводимо за допомогою багатошарового перцептрона (MLP).

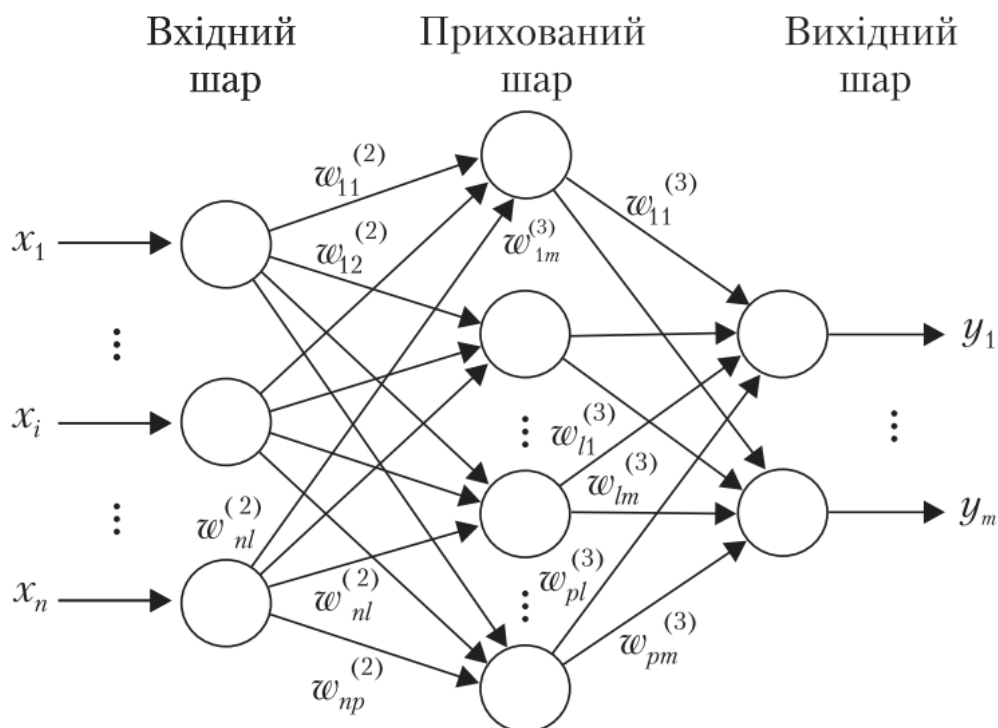


Рис. 3.1. Нейронна мережа типу MLP

На рисунку 3.1 представлена модель перцептрону з трьома шарами. Робота перцептрона полягає в обчисленні вихідних показників через послідовне нелінійне перетворення в нейронах від першого до останнього шару сигналів, що надходять на входи цих нейронів ззовні або від нейронів попереднього шару. Ці сигнали враховані з ваговими коефіцієнтами міжнейронних зв'язків. Таким

чином, тришарова нейронна мережа типу персептрон, яка представлена на рисунку 3.1 використовується для розрахунку вихідних змінних за функціональним співвідношенням:

$$\hat{y}_j = \psi_j^{(3)}(b_j^{(3)} + \sum_{l=1}^m [\omega_{lj}^{(3)} \cdot \psi_l^{(2)}(b_l^{(2)} + \sum_{i=1}^n [\omega_{il}^{(2)} \cdot \psi_i^{(1)}(x_i)])]), j = \overline{1, m}, \quad (3.1)$$

де $\psi_i^{(k)}(\cdot)$, $b_i^{(k)}$, — функція активації та параметр зміщення суматора i -го нейрона k -го шару нейронної мережі; $w_i^{(k)}$ — вага міжнейронного зв'язку між i -им нейроном $(k-1)$ -го шару та l -им нейроном k -го шару нейронної мережі.

Потрібно зауважити, що нейронна мережа типу персептрон може ефективно моделювати взаємозв'язки між вхідними та вихідними змінними, навіть якщо між ними немає значущих кореляційних зв'язків. Це досягається завдяки здатності виявляти як лінійні, так і складні нелінійні закономірності розвитку, що відрізняється від класичних економетричних моделей. Ця здатність обумовлена використанням у нейронах нелінійного функціонального перетворювача, який характеризується певною функцією активації, такою як порогова, сигмоїдна, гаусова тощо.

Дана особливість надає нейронним мережам більшу апроксимаційну здатність для відтворення функціональних залежностей і прогнозування подальшого розвитку процесів порівняно з економетричними моделями.

При побудові MLP-мереж використовуються різні функції активації як для нейронів прихованого шару (логістична, гіперболічна тангенціальна, лінійна, експоненціальна), так і для нейронів вихідного шару (синусоїдальна, гіперболічна тангенціальна, експоненціальна функція Softmax). Найпоширеніші функції активації наведено в таблиці 3.1.

В якості критерію зупинки обчислень обирається одна з двох функцій [51]:
- функція перехресної ентропії (ECE):

$$ECE = -\sum_{i=1}^n t_i \ln(y_i t_i) \quad (3.2)$$

де N - кількість записів у використаному файлі даних; y_i - розрахункові значення виходів у мережевій моделі; t_i - фактичні значення виходів, записані у файлі даних.

- середньоквадратична похибка (MSE):

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (target_i - output_i)^2 \quad (3.3)$$

де $target$ та $output$ позначають експериментальні та прогнозовані значення відповідно, n - кількість точок даних.

Таблиця 3.1

Функції активації нейронних мереже типу MLP

Функція активації	Опис функції
Ідентифікаційна	Використовує функцію ідентичності. За допомогою цієї функції рівень активації передається безпосередньо як вихід нейронів.
Логістична	Використовує логістичну сигмоїдну функцію. Це S-подібна (сигмоїдна) крива, з виходом в діапазоні (0,1).
Тангенсна	Використовує функцію гіперболічного тангенса (рекомендовано). Функція гіперболічного тангенса (\tanh) - це симетрична S-подібна (сигмоїдна) функція, вихідні дані якої лежать в діапазоні (-1, +1). Часто працює краще, ніж логістична сигмоїдна функція через свою симетрію.
Експоненціальна	Використовує від'ємну експоненціальну функцію активації.
Синус	Використовує стандартну синусоїдальну функцію активації.

Джерело: складено автором.

Навчання нейронної мережі здійснюється за допомогою програмного продукту STATISTICA Automated Neural Networks (SANN) для підприємств, рівень фінансової стійкості яких відомий (попередньо розрахований), при цьому програма будує нейронну мережу методом сортування, визначає оптимальну топологію нейронної мережі та навчає її. Навчання багат шарового персептрона відбувається на основі алгоритму BFGS (Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno), в основі якого лежить правило мінімізації помилки. Нейронна мережа, у відповідь на отримані вхідні дані, генерує вихідні дані, які потім порівнює з цільовими (заданими) параметрами і обчислює значення помилки. Після цього ваги та

зсуви коригуються для мінімізації помилки; процес навчання продовжується до тих пір, поки мережа не досягне заздалегідь визначеної мінімально допустимої помилки [0].

Першим кроком, побудови нейронних мереж в ПП STATISTICA, є вибір типу аналізу явища, так як у ШНМ буде виконувати функцію класифікації, обираємо відповідну категорію:

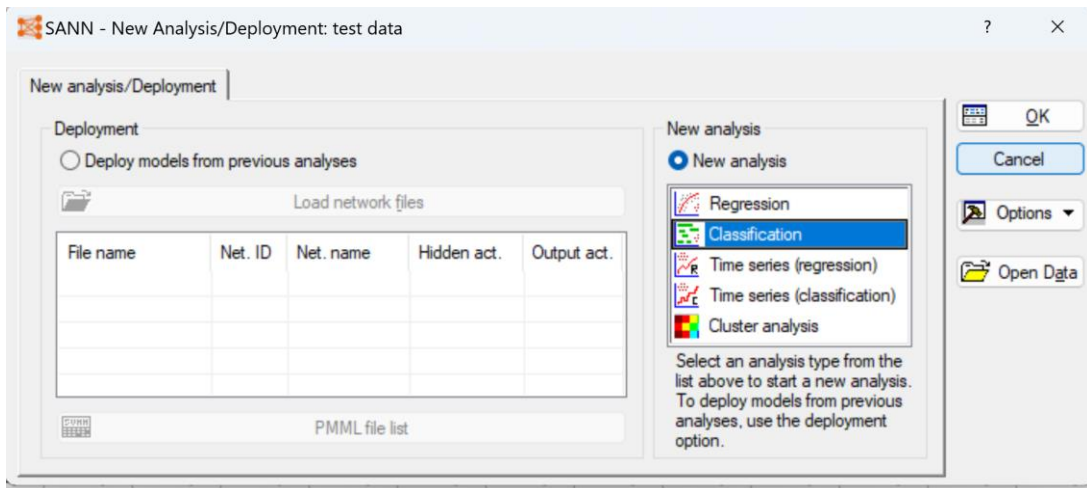


Рис. 3.2. Вікно вибору типу аналізу в ПП STATISTICA

Наступним кроком обираємо дані та стратегію побудови ШНМ:

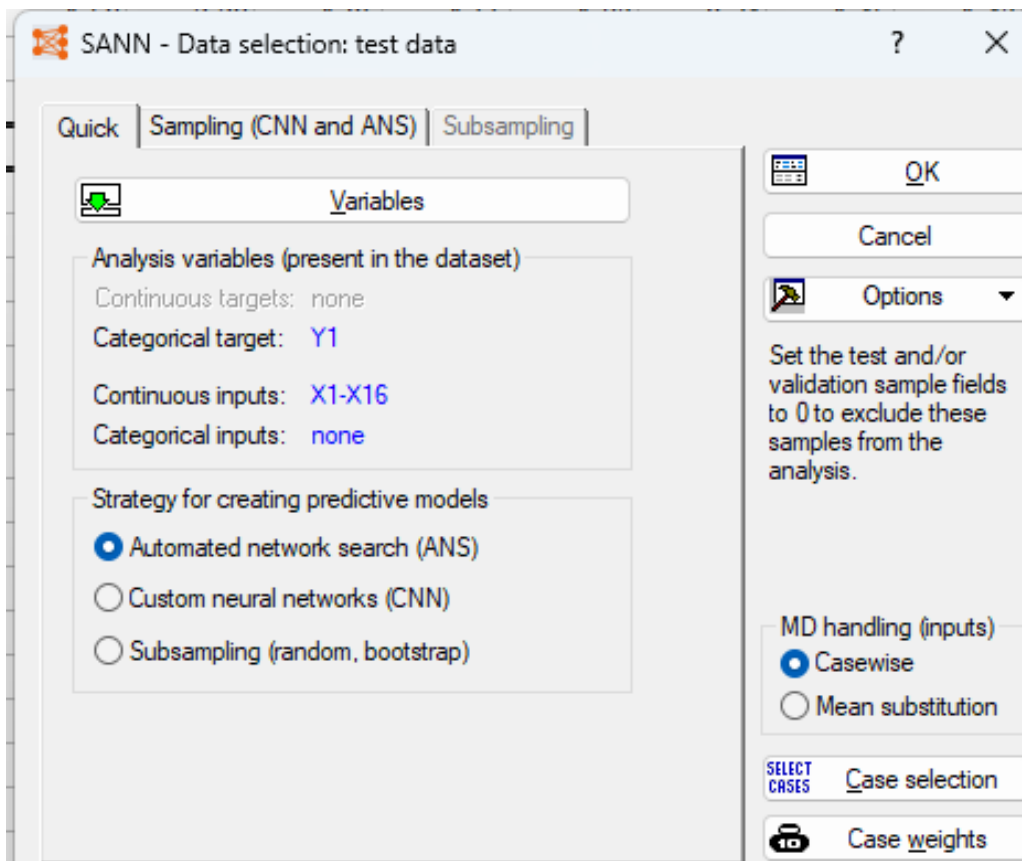


Рис. 3.3. Вибір даних для побудови ШНМ

Визначаємо розміри вибірок, що будуть використовуватись при роботі з мережею:

- навчальна вибірка – 70% даних;
- тестування – 15%;
- перевірка – 15%.

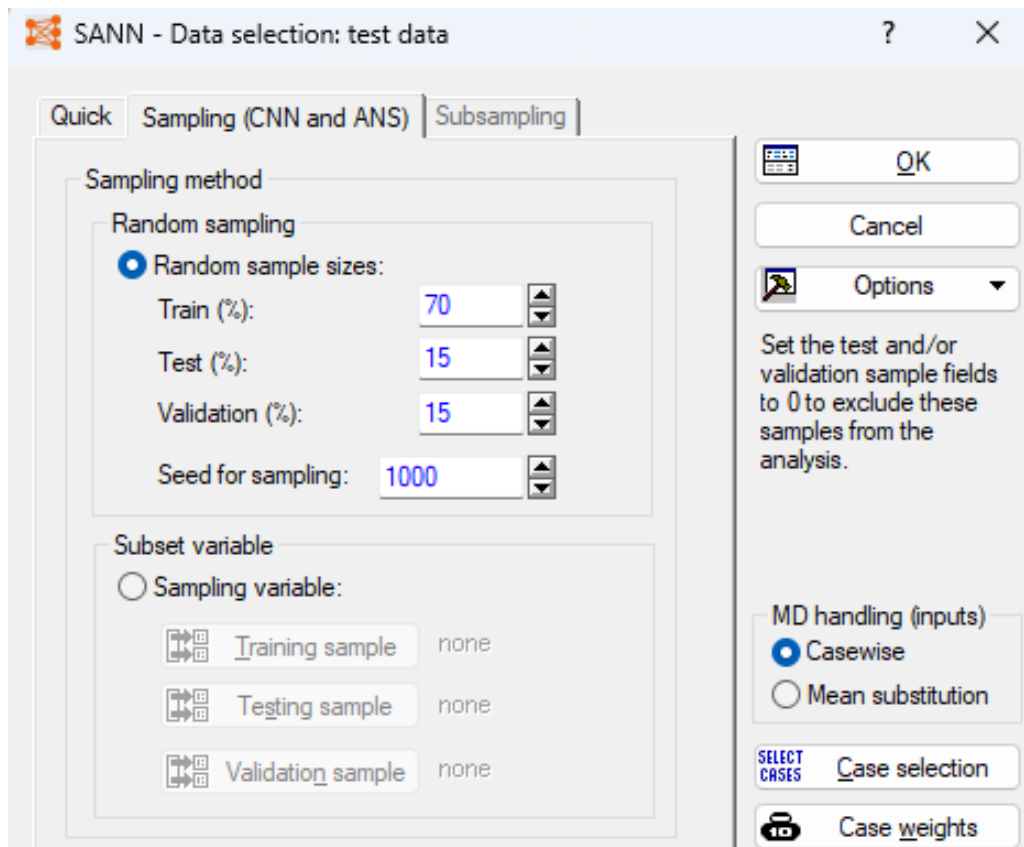


Рис. 3.4. Вибір розміру вибірок

Визначаємо параметри ШНМ, серед яких:

- тип мережі – MLP (багатошаровий персептрон);
- кількість прихованих шарів ШНМ;
- кількість мереж, що тренуються;
- функція помилки;
- функції активації.

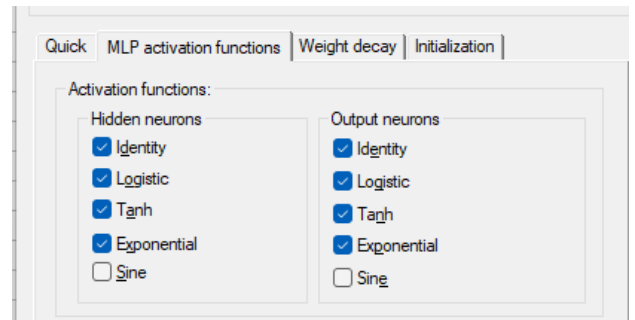
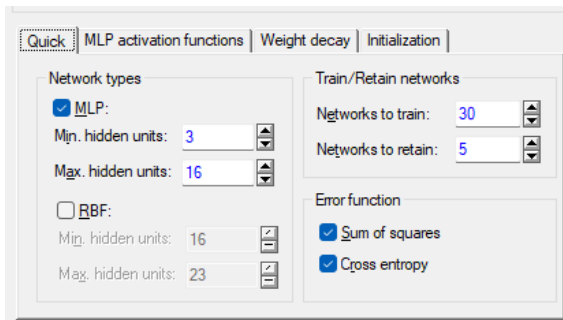


Рис. 3.5. Вибір параметрів нейронної мережі в ПП STATISTICA

В результаті отримуємо 5 найкращих, за показниками точності нейронні мережі:

Таблиця 3.2

Порівняння побудованих нейронних мереж

№	Назва н. м.	Тренування, %	Тест, %	Контроль, %	Навчальний алгоритм	Функція помилок	Прихований шар	Вихідний шар
1	MLP 16-7-2	89,13	100	78,95	BFGS 4	Entropy	Identity	Softmax
2	MLP 16-14-2	91,3	100	89,47	BFGS 4	Entropy	Tanh	Softmax
3	MLP 16-11-2	91,3	100	84,21	BFGS 9	SOS	Logistic	Exponential
4	MLP 16-12-2	88,04	94,74	78,95	BFGS 4	Entropy	Tanh	Softmax
5	MLP 16-8-2	92,39	100	89,47	BFGS 4	Entropy	Identity	Softmax

Джерело: розробка автора.

Найкращою моделлю виявилась нейронна мережа MLP 16-8-2, яка містить 5 нейронів у прихованому шарі. Її точність на тренувальній вибірці становить 92,39%, на тестовій вибірці – 100%, на контрольній вибірці – 89,47%. Для навчання мережі за алгоритмом BFGS, знадобилось здійснити 4 цикли.

Всі моделі були побудовані з урахуванням уникнення перенавчання, маючи значно меншу кількість параметрів, ніж розмір навчальної вибірки. Для поліпшення ефективності нейронної мережі значення змінних моделі було переведено у відносну форму або нормалізовано за однією розмірністю, що сприяло уникненню екстремальної поведінки мережі.

3.2. Аналіз результатів моделювання

Результати моделювання фінансової стійкості підприємства за допомогою нейронних мереж містить інформацію про загальну кількість даних, правильні та неправильні прогнози для кожного з трьох класів фінансової стійкості підприємства: нестійкого, стабільного та загального наведено в таблиці 3.3.

Загалом, всі моделі показали високу точність прогнозування, з середньою точністю 89,2%. Найкращі результати показала модель MLP 16-8-2 з точністю 93,1%. Найгірші результати показала модель MLP 16-12-2 з точністю 87,7%.

Для класу "Нестійкий" всі моделі показали високу точність прогнозування, з середньою точністю 87,5%. Найкращі результати показала модель MLP 16-14-2 з точністю 93,75%. Найгірші результати показала модель MLP 16-12-2 з точністю 76,56%.

Таблиця 3.3

Порівняння результатів роботи нейронних мереж на вибірках

	Y (Classification summary) (test data) Samples: Train, Test, Validation			
		Y-Unstable	Y-Stable	Y-All
1.MLP 16-7-2	Total	64,00	66,00	130,0
	Correct	56,00	60,00	116,0
	Incorrect	8,00	6,00	14,0
	Correct (%)	87,50	90,91	89,2
	Incorrect (%)	12,50	9,09	10,8
3.MLP 16-14-2	Total	64,00	66,00	130,0
	Correct	60,00	60,00	120,0
	Incorrect	4,00	6,00	10,0
	Correct (%)	93,75	90,91	92,3
	Incorrect (%)	6,25	9,09	7,7
5.MLP 16-11-2	Total	64,00	66,00	130,0
	Correct	58,00	61,00	119,0
	Incorrect	6,00	5,00	11,0
	Correct (%)	90,63	92,42	91,5
	Incorrect (%)	9,38	7,58	8,5
7.MLP 16-12-2	Total	64,00	66,00	130,0
	Correct	49,00	65,00	114,0
	Incorrect	15,00	1,00	16,0
	Correct (%)	76,56	98,48	87,7
	Incorrect (%)	23,44	1,52	12,3
8.MLP 16-8-2	Total	64,00	66,00	130,0

	Correct	59,00	62,00	121,0
	Incorrect	5,00	4,00	9,0
	Correct (%)	92,19	93,94	93,1
	Incorrect (%)	7,81	6,06	6,9

Джерело: розробка автора.

Для класу «Стабільний» всі моделі показали високу точність прогнозування, з середньою точністю 90,9%. Найкращі результати показала модель MLP 16-12-2 з точністю 98,48%.

Загалом, результати моделювання фінансової стійкості підприємства за допомогою нейронних мереж є позитивними. Всі моделі показали високу точність прогнозування, що свідчить про їхню здатність ефективно прогнозувати фінансову стійкість підприємств.

Для отримання більш точних висновків про ефективність різних моделей необхідно провести додаткові дослідження з використанням більшої кількості даних (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Матриця невідповідностей

Predicted category	Y (Confusion matrix) (test data) Samples: Train, Test, Validation	
	Y-0	Y-1
1.MLP 16-7-2-0	56	6
1.MLP 16-7-2-1	8	60
3.MLP 16-14-2-0	60	6
3.MLP 16-14-2-1	4	60
5.MLP 16-11-2-0	58	5
5.MLP 16-11-2-1	6	61
7.MLP 16-12-2-0	49	1
7.MLP 16-12-2-1	15	65
8.MLP 16-8-2-0	59	4
8.MLP 16-8-2-1	5	62

Джерело: розробка автора.

Для більш детального аналізу скористаємось ROC кривою.

ROC крива, або крива робочих характеристик приймача (Receiver Operating Characteristic), — це графік, який відображає співвідношення між чутливістю і специфічністю моделі класифікації. Чутливість, також відома як істинний

позитивний показник, вимірює частку фактичних позитивних випадків, які правильно визначені моделлю. Специфічність, з іншого боку, — це справжній негативний показник, який вимірює частку фактичних негативних випадків, які правильно ідентифіковано.

ROC крива створюється шляхом побудови графіка істинної позитивної частоти (TPR) проти помилкової позитивної частоти (FPR), яка є пропорцією фактичних негативних випадків, які неправильно визначені як позитивні.

Для оцінки ефективності моделі класифікації за допомогою ROC кривої потрібно використовувати такі показники:

- AUC (Area Under the Curve) — це площа під ROC кривою. AUC є загальноприйнятим показником ефективності моделей класифікації. Чим вища AUC, тим ефективніша модель.

- TPR — це ордината точки на ROC кривій, яка відповідає заданому значенню FPR. TPR показує, яка частка фактичних позитивних випадків буде правильно визначена моделлю при заданому рівні помилкових позитивних результатів.

- FPR — це абсциса точки на ROC кривій, яка відповідає заданому значенню TPR. FPR показує, яка частка фактичних негативних випадків буде неправильно визначена моделлю при заданому рівні правильних позитивних результатів.

Наприклад, якщо модель класифікації має AUC 0,9, це означає, що вона має 90% шансів правильно класифікувати позитивний випадок, якщо її пороговий рівень встановлений на рівні FPR 0,1.

Якщо порівняти ROC криві для різних моделей, то модель з більш високою AUC буде більш ефективною. Наприклад, якщо ROC крива для моделі А має AUC 0,9, а ROC крива для моделі В має AUC 0,8, то модель А буде більш ефективною при прогнозуванні позитивних випадків.

ROC крива для однієї і тієї ж моделі може змінюватися в залежності від порогового рівня. Якщо пороговий рівень підвищується, то TPR зменшується, а FPR збільшується. Це означає, що модель буде правильно класифікувати більше

позитивних випадків, але також буде неправильно класифікувати більше негативних випадків.

ROC крива — це потужний інструмент, який можна використовувати для оцінки ефективності моделей класифікації. ROC криві дозволяють порівнювати різні моделі та визначати оптимальний пороговий рівень для конкретної задачі.

Таблиця 3.4

Параметри ROC кривої

	ROC areas and thresholds (test data) Samples: Train, Test, Validation				
	1. MLP 16-7-2	3. MLP 16-14-2	5. MLP 16-11-2	7. MLP 16-12-2	8. MLP 16-8-2
ROC area	0,96	0,98	0,97	0,98	0,98
ROC threshold	0,49	0,51	0,38	0,42	0,49

Джерело: розробка автора.

Аналіз параметрів ROC кривої для даного набору даних показує, що всі моделі мають високі значення ROC area, що свідчить про їхню високу ефективність. Найвищі значення ROC area мають моделі 3, 7 та 8 (0,98). Однак, ці моделі також мають найнижчі значення ROC threshold, що означає, що вони класифікують більшість об'єктів як позитивні. Це може призвести до зниження точності класифікації, якщо в тестовому наборі даних є багато негативних об'єктів.

Найкращим вибором для даного набору даних є модель 5, яка має високе значення ROC area (0,97) і середнє значення ROC threshold (0,38). Ця модель буде найбільш точною, оскільки вона буде класифікувати більшість негативних об'єктів як негативні.

Ось більш детальний аналіз параметрів ROC кривої для кожної моделі:

Модель 1 (MLP 16-7-2)

- ROC area: 0,96
- ROC threshold: 0,49

Ця модель має високе значення ROC area, що свідчить про її високу ефективність. Однак, її значення ROC threshold є відносно високим, що означає, що вона класифікує більшість об'єктів як позитивні. Це може призвести до

зниження точності класифікації, якщо в тестовому наборі даних є багато негативних об'єктів.

Модель 3 (MLP 16-14-2)

- ROC area: 0,98
- ROC threshold: 0,51

Ця модель має найвищі значення ROC area з усіх моделей. Однак, її значення ROC threshold є також відносно високим, що означає, що вона класифікує більшість об'єктів як позитивні. Це може призвести до зниження точності класифікації, якщо в тестовому наборі даних є багато негативних об'єктів.

Модель 5 (MLP 16-11-2)

- ROC area: 0,97
- ROC threshold: 0,38

Ця модель має високе значення ROC area і відносно низьке значення ROC threshold. Це означає, що вона буде найбільш точною, оскільки вона буде класифікувати більшість негативних об'єктів як негативні.

Модель 7 (MLP 16-12-2)

- ROC area: 0,98
- ROC threshold: 0,42

Ця модель має найвищі значення ROC area з усіх моделей. Однак, її значення ROC threshold є трохи нижчим, ніж у моделі 3. Це означає, що вона може бути трохи точнішою, ніж модель 3, але менш точною, ніж модель 5.

Модель 8 (MLP 16-8-2)

- ROC area: 0,98
- ROC threshold: 0,49

Ця модель має високе значення ROC area, але її значення ROC threshold є відносно високим. Це означає, що вона може бути менш точною, ніж модель 5.

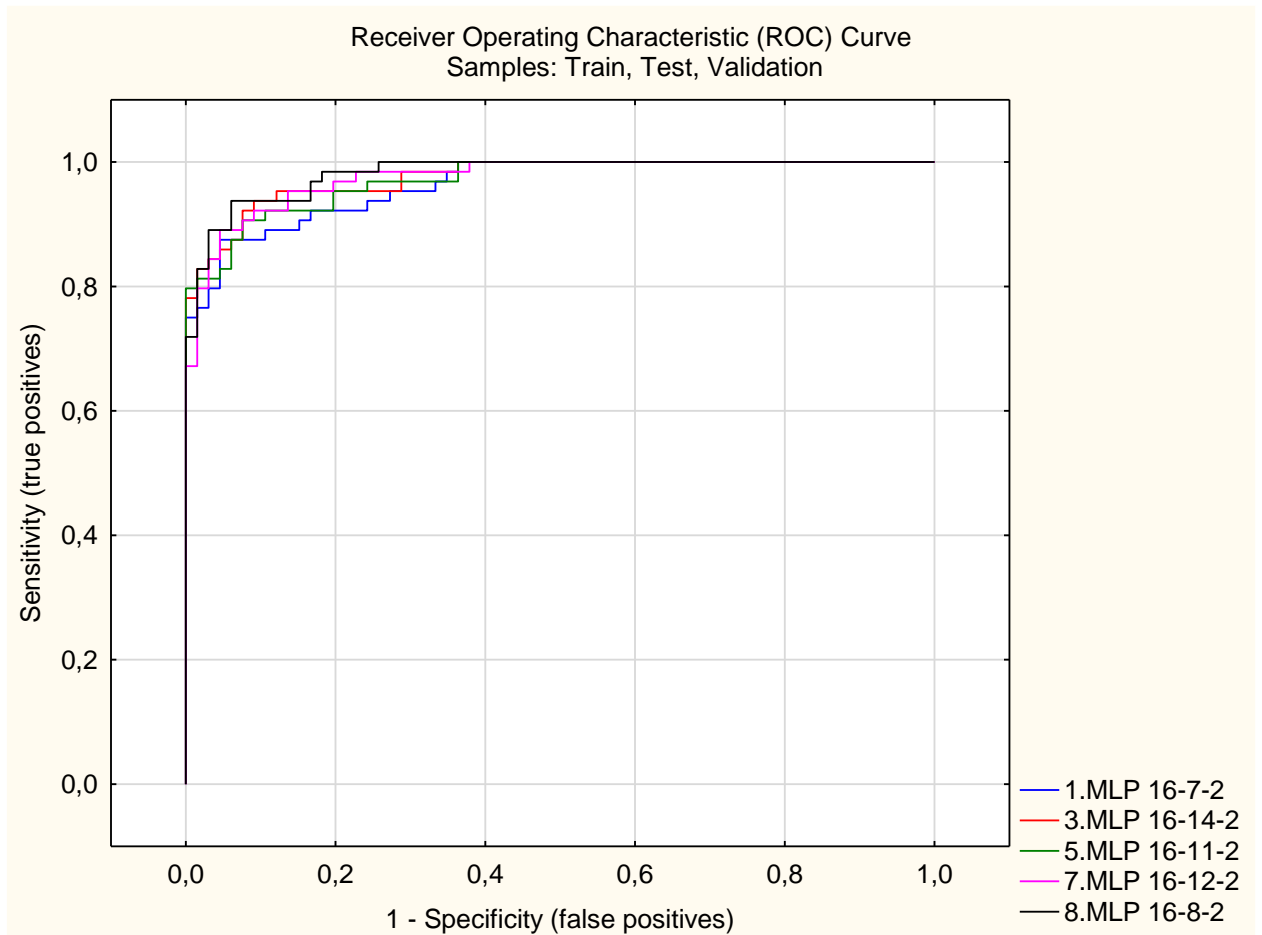


Рис. 3.6. ROC крива для побудованих ШНМ

Щоб оцінити важливість факторів використаних в моделі та ступінь їх впливу на результуючу змінну використовують коефіцієнт чутливості. Кожен коефіцієнт розраховується як відношення помилки мережі за відсутності фактору до помилки мережі з доступним входом. Якщо це відношення менше або дорівнює 1, мережа фактично працюватиме краще при виключенні цього фактору з набору змінних.

З обраних для побудови нейронної мережі параметрів, найбільший вплив на фінансову стійкість мають:

- коефіцієнт фінансової автономії;
- коефіцієнт концентрації позикового капіталу;
- коефіцієнт загальної ліквідності;
- коефіцієнт абсолютної ліквідності;
- коефіцієнт стійкості економічного росту;

- маневреності власного капіталу.

Варто зазначити, що деякі обрані фінансові показники є залежними одним від одного, що може впливати на значення коефіцієнтів чутливості. Проте, нейронні мережі є стійкими до мультиколінеарності, а отже такий набір параметрів не є помилковим.

Таблиця 3.5

Аналіз чутливості побудованих ШНМ

Показник	1.MLP 16-7-2	3.MLP 16-14-2	5.MLP 16-11-2	7.MLP 16-12-2	8.MLP 16-8-2	Середнє
коефіцієнт фінансової автономії	1,67	1,27	1,67	1,22	1,32	1,43
коефіцієнт концентрації позикового капіталу	1,58	1,2	1,59	1,14	1,24	1,35
коефіцієнт загальної ліквідності (Коефіцієнт покриття)	1,13	1,04	1,08	1,02	1,04	1,06
коефіцієнт абсолютної ліквідності	1	1,01	1	1,01	1,01	1,01
коефіцієнт стійкості економічного росту.	1	1,01	1,02	1,01	1,01	1,01
маневреності власного капіталу	0,99	1	1,01	1	1	1
забезпеченості власними оборотними засобами	1	1	1	1	1	1
коефіцієнт поточної ліквідності (Коефіцієнт швидкої ліквідності)	1,01	1	1	1	1,01	1
маневреність власних оборотних засобів	1	1	1	1	1	1
оборотності власного капіталу	1,01	1	1	1	1	1
оборотності дебіторської заборгованості	0,99	1	0,99	1	1	1
оборотності запасів	1	1	1	1	1	1
оборотності кредиторської заборгованості	1	1	1	1,01	1	1
оборотності оборотних активів	1,01	1	0,99	1	1	1
оборотності основних засобів	0,99	1	1	1	1	1
частка оборотних коштів в активах	0,99	1	0,99	1	1	1

Джерело: розробка автора.

Аналізуючи табл. 3.5, можна зробити висновок про порядок впливовості кожного застосованого фактору в цій моделі. Чутливість показників з найменшим значенням найбільш взаємопов'язані між собою, що означає, що при скороченні кількості факторів не можна просто відкидати їх один за одним. Необхідно залишати хоча б один параметр з кожної групи пов'язаних показників, щоб мережа могла виявляти ефект впливу, що описуються групою таких показників.

Аналіз матриці чутливості параметрів нейронних мереж, що використовуються для оцінки фінансової стійкості підприємства, показує, що найбільш чутливими до зміни значень є такі показники:

- Коефіцієнт фінансової автономії (1,67-1,32)
- Коефіцієнт концентрації позикового капіталу (1,58-1,24)
- Коефіцієнт загальної ліквідності (1,13-1,04)

Ці показники є найбільш важливими для оцінки фінансової стійкості підприємства, оскільки вони відображають такі ключові фактори, як фінансова незалежність підприємства, його кредитоспроможність та ліквідність.

Більш низькі значення коефіцієнтів чутливості вказують на меншу залежність результатів класифікації від зміни значень відповідних показників. Так, наприклад, коефіцієнт абсолютної ліквідності, коефіцієнт стійкості економічного росту, маневреності власного капіталу тощо, мають відносно низькі значення коефіцієнтів чутливості, що свідчить про їх меншу важливість для оцінки фінансової стійкості підприємства.

Важливо відзначити, що жоден з факторів моделі не має коефіцієнта чутливості менше 1, свідчачи про те, що жоден з них не погіршує точність класифікації. Виключення будь-якого з них призведе до втрати точності. Потрібно розуміти, що це стосується конкретної мережі, і для подальших досліджень можна спробувати побудувати нові мережі, виключаючи фактори з найменшим коефіцієнтом чутливості.

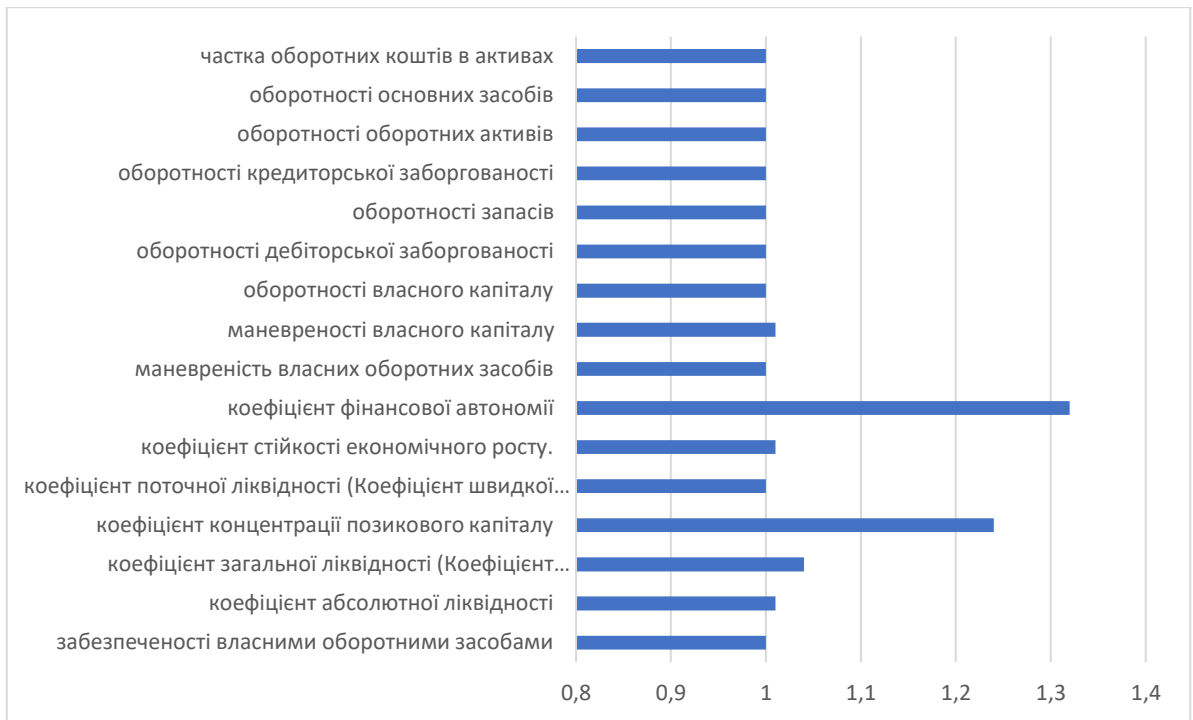


Рис. 3.7. Чутливість побудованих ШНМ

У ході дослідження було побудовано різноманітні штучні нейронні мережі, серед яких найефективнішою виявилась MLP 16-8-2: 16 фінансових показників на вході та визначення фінансового стану підприємства (стійкого чи потенційно банкрутного) на виході. Точність класифікації складає 93,1% (помилка 6,9%). Ця нейронна мережа здатна класифікувати підприємства за даними з річних фінансових звітів.

В подальших дослідженнях, варто спробувати змінити набір фінансових показників на вхідному шарі. Також, має місце, пошук методів інтеграції таких нейронних мереж в системи управління та формування фінансової звітності з метою виявлення проблем на етапі їх зародження задля запобігання порушення фінансової стійкості підприємства.

3.3. Порівняння ефективності методів моделювання оцінки фінансової стійкості підприємства

Доцільним також є порівняти результати моделювання за допомогою нейронних мереж, з результатами роботи інших моделей.

Розглянемо кожен метод окремо:

1. Модель Спрінгейта:

- Кількість правильних відповідей: 100
- Точність моделі: 77%

Модель Спрінгейта базується на дискримінантній функції і використовується для оцінки фінансової стійкості підприємства. Його точність в 77% може бути визначеною як висока, але є ще місце для покращення. Модель Спрінгейта - це модель оцінки ймовірності банкрутства підприємства, розроблена американськими економістами Робертом Спрінгейтом і Річардом Шайдлером у 1977 році. Модель є модифікацією Z-рахунку Альтмана, який був розроблений у 1968 році. [0]

Модель Спрінгейта використовує п'ять фінансових показників для оцінки ймовірності банкрутства підприємства:

- Кредитний мультиплікатор (X1) - відношення поточних активів до поточних зобов'язань.
- Чистий оборотний капітал (X2) - різниця між поточними активами та поточними зобов'язаннями.
- Чистий прибуток до оподаткування (X3) - відношення чистого прибутку до оподаткування до загальних активів.
- Чистий прибуток до відсотків та податків (X4) - відношення чистого прибутку до відсотків та податків до поточних зобов'язань.
- Рентабельність активів (X5) - відношення чистого прибутку до загальних активів.

Значення Z-рахунку Спрінгейта розраховується за формулою:

$$Z_x = 1,03X_1 + 3,07X_2 + 0,66X_3 + 0,4X_4 + 0,99X_5 \quad (3.4)$$

Значення Z-рахунку інтерпретуються таким чином:

- $Z_x < 1,81$ - дуже висока ймовірність банкрутства (близько 90%).
- $1,81 < Z_x < 2,67$ - середня ймовірність банкрутства (близько 60%).
- $2,67 < Z_x < 2,99$ - невелика ймовірність банкрутства (близько 30%).
- $Z_x > 2,99$ - дуже мала ймовірність банкрутства (близько 10%).

Модель Спрінгейта була протестована на даних 1500 підприємств США і показала високу точність прогнозування банкрутства. Вона широко використовується в практиці бізнесу та фінансів для оцінки фінансового стану підприємств.

До переваг моделі Спрінгейта можна віднести:

- Висока точність прогнозування банкрутства.
- Простота розрахунку.
- Широка доступність фінансових показників, необхідних для розрахунку.

До недоліків моделі Спрінгейта можна віднести:

- Модель є модифікацією Z-рахунку Альтмана, який був розроблений на основі даних підприємств США. Тому точність прогнозування моделі Спрінгейта для підприємств інших країн може бути нижчою.
- Модель не враховує галузеві особливості діяльності підприємств.
- Модель не враховує динаміку фінансових показників.

2. Узагальнена модель, побудована на підґрунті дискримінантної функції:

- Кількість правильних відповідей: 79
- Точність моделі: 61%

Ця узагальнена модель також використовує дискримінантну функцію, але має меншу точність у порівнянні з Моделлю Спрінгейта.

Узагальнена модель, побудована на підґрунті дискримінантної функції, є статистичним методом прогнозування банкрутства підприємств. Модель використовує шість фінансових показників для оцінки ймовірності банкрутства:

- Cash-flow/зобов'язання – відношення чистого грошового потоку до зобов'язань.
- Валюта балансу/зобов'язання – відношення валюти балансу до зобов'язань.

- Прибуток/валюта балансу – відношення прибутку до валюти балансу.
- Прибуток/виручка від реалізації – відношення прибутку до виручки від реалізації.
- Виробничі запаси/виручка від реалізації – відношення виробничих запасів до виручки від реалізації.
- Обіг основного капіталу (виручка від реалізації/валюта балансу) – відношення виручки від реалізації до валюти балансу.

Формула моделі:

$$Z = 1,5 X_1 + 0,08 X_2 + 10 X_3 + 5 X_4 + 0,3 X_5 + 0,1 X_6 \quad (3.5)$$

Значення Z-показника, розрахованого за цією моделлю, інтерпретуються таким чином:

- $Z > 2$ – підприємство вважається фінансово стійким і йому не загрожує банкрутство.
- $1 < Z < 2$ – фінансова рівновага (фінансова стійкість) підприємства порушена, однак за умови переходу до антикризового керування банкрутство йому не загрожує.
- $0 < Z < 1$ – підприємству загрожує банкрутство, якщо воно не застосує заходи щодо санації.
- $Z < 0$ – підприємство наполовину банкрут.

Модель була розроблена на основі даних українських підприємств і показала високу точність прогнозування банкрутства. Вона широко використовується в практиці бізнесу та фінансів для оцінки фінансового стану підприємств.

3. Модель О. О. Терещенка:

- Кількість правильних відповідей: 77
- Точність моделі: 59%

Модель Терещенка – це модель прогнозування банкрутства підприємств, розроблена українським економістом Олександром Терещенком. [0] Модель використовує шість фінансових показників підприємства для прогнозування його ймовірності банкрутства:

- Коефіцієнт поточної ліквідності (КЛ)
- Коефіцієнт фінансової автономії (КФА)
- Коефіцієнт рентабельності активів (КРА)
- Коефіцієнт грошових потоків від операційної діяльності до чистого прибутку (КГФО/ЧП)
- Коефіцієнт прибутковості продажів (КПР)
- Коефіцієнт рентабельності власного капіталу (КРК)

Для кожного з цих показників розраховується значення дискримінантного показника. Сума цих показників потім використовується для класифікації підприємства на одну з трьох груп:

- Група з високою ймовірністю банкрутства ($Z < -0,8$)
- Група з низькою ймовірністю банкрутства ($Z > 0,48$)
- Група з невизначеною ймовірністю банкрутства ($-0,8 < Z < 0,48$)

Модель Терещенка була протестована на вибірці українських підприємств і показала високу точність прогнозування банкрутства.

Формула моделі Терещенка:

$$Z = 0,105K1 + 1,567K2 + 0,301K3 + 1,375K4 + 1,689K5 + 0,168K6 - 0,260 \quad (3.6)$$

4. Нейронна мережа MLP 16-8-2:

- Кількість правильних відповідей: 121
- Точність моделі: 93%

Нейронна мережа MLP 16-8-2 є багатошаровою персептронною мережею з трьома шарами нейронів:

- Вхідний шар складається з 16 нейронів, які відповідають 16 фінансовим показникам, що використовуються для оцінки фінансової стійкості підприємства.
- Шар прихованої активації складається з 8 нейронів, які дозволяють мережі навчитися виявляти неявні закономірності в даних.
- Вихідний шар складається з 2 нейронів, які відповідають двом можливим станам фінансової стійкості підприємства: стійке та нестійке.

Мережа навчається на наборі даних з фінансових показників підприємств, які вже пройшли оцінку фінансової стійкості.

Принцип роботи нейронної мережі MLP 16-8-2 наступний:

1. На вхідний шар мережі подаються значення фінансових показників підприємства.
2. Кожний нейрон вхідного шару обчислює значення функції активації, яке залежить від ваги зв'язків між цим нейроном і нейронами попереднього шару.
3. Значення функцій активації нейронів вхідного шару пересилаються на нейрони шару прихованої активації.
4. Кожен нейрон прихованого шару обчислює значення функції активації, яке залежить від ваги зв'язків між цим нейроном і нейронами попереднього шару.
5. Значення функцій активації нейронів шару прихованої активації пересилаються на нейрони вихідного шару.
6. Кожний нейрон вихідного шару обчислює значення функції активації, яке залежить від ваги зв'язків між цим нейроном і нейронами попереднього шару.
7. На основі значень функцій активації нейронів вихідного шару приймається рішення про фінансову стійкість підприємства.

Таблиця 3.6

Порівняння точності методів оцінки фінансової стійкості

Модель	Кількість правильних відповідей	Точність моделі
Модель Спрінгейта	100	77%
Узагальнена модель, побудована на підґрунті дискримінантної функції	79	61%
Модель О. О. Терещенка	77	59%
Нейронна мережа MLP 16-8-2	121	93%

Джерело: побудовано автором.

Нейронна мережа MLP 16-8-2 виявилася найточнішою серед вказаних моделей, але слід враховувати, що вибір оптимального методу може залежати від специфіки даних та умов, на яких вони базуються. Нейронна мережа з

архітектурою MLP (Multi-Layer Perceptron) 16-8-2 демонструє високу точність на рівні 93%. Що може свідчити про те, що нейронні мережі можуть ефективно моделювати складні зв'язки в фінансових даних та бути потужним інструментом для оцінки фінансової стійкості підприємства.

3.4. Рекомендації щодо контролю та підвищення фінансової стійкості підприємства

Фінансова стійкість визначається рівнем фінансової автономії підприємства в контексті його володіння власним капіталом. Цей ступінь автономії оцінюється на основі ряду критеріїв, таких як забезпеченість оборотних коштів сталими джерелами фінансування, потенційна можливість покриття термінових зобов'язань ліквідними активами, і частка власних або стійких джерел у загальних джерелах фінансування. У випадку, коли аналіз фінансової стійкості досліджуваного підприємства виявив слабкі моменти у сфері фінансового управління, рекомендується приділити належну увагу ретельному розгляду фінансової політики підприємства.

Основні напрямки фінансової політики включають аналіз та оцінку фінансово-економічного стану підприємства, розробку ефективної облікової та податкової політики, визначення кредитної політики, керування оборотними коштами, кредиторською та дебіторською заборгованістю, управління витратами та формування амортизаційної політики, а також вибір оптимальної дивідендної політики. Слід приділити особливу увагу розробці комплексу заходів, спрямованих на зниження дебіторської та кредиторської заборгованості, і перевірити, чи ефективно відбувається управління запасами готової продукції та товарів, оскільки їхні обсяги постійно зростають, відволікаючи оборотні кошти від господарської діяльності. Це дозволить визначити вплив такого внутрішнього фактору на збільшення прибутку, як раціональне використання ресурсів.

У випадку негативного фінансового стану підприємства рекомендується вдосконалити його фінансову стійкість за допомогою різних заходів для поліпшення фінансового стану. Основні напрямки вдосконалення фінансового стану можуть включати:

- удосконалення системи управління на підприємстві, раціональний відбір персоналу, їхню стимуляцію, постійне підвищення кваліфікації та інші аспекти;
- активізація інноваційно-інвестиційної діяльності;
- оптимізація поточних витрат;
- постійне підвищення конкурентоспроможності та якості продукції або послуг;
- збільшення вхідних та зменшення вихідних грошових потоків; проведення ребрендингу підприємства.

Зазначені напрямки дозволяють використовувати фінансові резерви підприємства, зміцнювати його стійкість, підвищувати ефективність та збільшувати доходи.

В сучасному бізнес-середовищі забезпечення фінансової стійкості підприємства є ключовим завданням для забезпечення сталого розвитку та конкурентоспроможності та вимагає використання інновацій. Одним з інноваційних підходів до досягнення цієї мети є використання нейронних мереж, що визначається як важливий інструмент у сфері фінансового управління.

В даній роботі, нейронні мережі розглядаються як інструмент з оцінки фінансової стійкості підприємства. Дана ШНМ може використовуватися для регулярної оцінки фінансової стійкості підприємства. Це дозволить своєчасно виявляти проблеми з фінансовим станом підприємства і приймати необхідні заходи для їх усунення. На основі результатів використання нейронної мережі можна робити прогнози та розробляти рекомендації щодо управління підприємством.

Також даний інструмент має такі шляхи використання:

- **Прийняття рішень.** Нейронна мережа може слугувати інструментом для прийняття обґрунтованих рішень щодо фінансового стану, наприклад, у видачі кредиту, інвестуванні чи зміні стратегії управління.
- **Контроль фінансового стану.** Застосування мережі для контролю за фінансовим станом дозволяє вчасно виявляти відхилення від планових показників.
- **Автоматизація процесів.** Нейронна мережа може автоматизувати процеси управління фінансовим станом, спрощуючи розрахунки та формування звітів.

Загалом, використання нейронної мережі в системі управління підприємством є перспективним напрямком розвитку. Нейронні мережі здатні забезпечити більш точну оцінку фінансового стану підприємства, що може призвести до покращення якості управління фінансовим станом підприємства.

Окрім оцінки, нейронні мережі можуть використовуватись в якості інструментів з аналізу різних складових фінансової стійкості:

1. **Розрахунок та аналіз показників фінансового стану підприємства.** Застосування нейронних мереж дозволяє аналізувати великі обсяги фінансової інформації та швидко отримувати точні результати. За допомогою ШНМ, можна визначати різні аспекти фінансового стану, такі як ліквідність, рентабельність, платоспроможність тощо.

2. **Прогнозування фінансових показників.** Нейронні мережі можуть бути використані для прогнозування фінансових показників, таких як оборот, прибуток тощо.

3. **Оптимізація управління структурою витрат та ресурсів.** Використання нейронних мереж для аналізу витрат дозволяє ефективно оптимізувати капітал підприємства. Моделі можуть автоматично виявляти можливості для економії та оптимізації витрат.

4. **Ризик-менеджмент.** Нейронні мережі активно використовуються як інструмент для виявлення потенційних фінансових ризиків. Забезпечення

надійного ризик-менеджменту дозволяє підприємству адаптуватися до змін в економічному середовищі та запобігати можливим проблемам.

Застосування нейронних мереж у фінансовому управлінні підприємством стало ключовою частиною стратегії підвищення фінансової стійкості в умовах постійної зміни економічного середовища. Нейронні мережі відіграють роль важливого інструменту, забезпечуючи підприємствам здатність швидко та ефективно аналізувати великі обсяги фінансової інформації та використовувати ці дані для прийняття обґрунтованих стратегічних рішень.

Однак важливо розуміти, що успішне впровадження нейронних мереж вимагає не лише високотехнологічних рішень, але і узгодженості зі стратегічним управлінням підприємством. Технологічні інструменти повинні бути вирішальною частиною бізнес-стратегії, а не відокремленим елементом.

ВИСНОВКИ

Оцінка фінансового стану підприємства та його фінансової стійкості визначається як один із ключових аспектів управління підприємством. Фінансова стійкість, у свою чергу, визначається наявністю ефективного фінансового управління, яке забезпечує розвиток підприємства через зростання прибутку і капіталу, при збереженні платоспроможності та кредитоспроможності в рамках прийняттого рівня ризику.

Фінансова стійкість підприємства є складним концептом, який включає в себе багато різних факторів. Щоб досягти фінансової стійкості, підприємство повинно мати достатній фінансовий потенціал та ефективно управляти своїми ресурсами, щоб забезпечити свою діяльність у будь-який момент. Незалежно від того, якої галузі вони належать, підприємства повинні знати, які є складові фінансової стійкості та як їх використовувати для забезпечення успішної діяльності.

Проведене дослідження підтверджує, що використання штучних нейронних мереж може бути ефективним і зручним інструментом для визначення фінансової стійкості підприємства у різних сферах його діяльності. Швидкість обробки вхідних даних нейронними мережами та швидке формулювання результатів моделювання дозволяють оперативно виявляти потенційні загрози та вживати відповідних заходів для їх усунення.

Під час проведення дослідження було розроблено різні штучні нейронні мережі, серед яких найефективнішою виявилась MLP 16-8-2, що включає 16 фінансових показників на вході та визначає фінансовий стан підприємства (стійкого чи потенційно банкрутного) на виході. Точність класифікації складає 93,1%, з помилкою 6,9%. Важливо зазначити, що хоча нейронна мережа MLP 16-8-2 виявилася найточнішою серед порівнюваних методів, до яких входили моделі Спрінгейта, Терещенка та узагальнена дискримінанта.

Аналіз матриці чутливості параметрів нейронних мереж, які використовуються для визначення фінансової стійкості підприємства, вказує на те, що найбільш суттєво впливають на зміни значень такі показники:

- Коефіцієнт фінансової автономії (1,32)
- Коефіцієнт концентрації позикового капіталу (1,24)
- Коефіцієнт загальної ліквідності (1,04)

Виявлено, що дані критерії є найважливішими для оцінки фінансової стійкості підприємства, оскільки вони відображають ключові аспекти, такі як фінансова незалежність підприємства, його кредитоспроможність та ліквідність.

Результати дослідження свідчать про високу точність та прогностичну здатність розробленої нейронної мережі в оцінці фінансової стійкості підприємства. Це дозволяє використовувати модель як ефективний інструмент для прогнозування майбутньої фінансової ситуації.

Ефективність моделі найбільше залежить від якості та правильності вхідних даних. Неправильні або неповні дані можуть призвести до неточностей у прогнозах, що потребує систематичного контролю та вдосконалення процесу збору даних.

Отримані результати свідчать про можливість впровадження систематичного моніторингу фінансової стійкості підприємства з використанням аналітичної моделі, що дозволяє оперативно реагувати на зміни та попереджувати можливі проблеми. ШНМ дозволяє отримати підтримку при прийнятті рішень на основі об'єктивних даних, що сприяє інформованому фінансовому управлінню та підвищує ефективність прийняття стратегічних рішень.

Незважаючи на фактичні висновки щодо якості побудованих нейронних мереж, дане дослідження має певні обмеження та дискусійні моменти.

По-перше, перелік показників та функціональних підсистем, за якими оцінюється рівень безпеки підприємства, залежить від конкретних цілей дослідження та наявної інформації, а тому може бути уточнений у подальших дослідженнях.

По-друге, враховуючи стрімке та значне вдосконалення і поширення використання нейронних мереж у практичній діяльності, додатковий науково-методичний та практичний інтерес змушує розглянути можливості використання

інших архітектур нейронних мереж з подальшим порівнянням якості таких моделей з тими, що отримані в даній роботі.

Крім того, наявний досвід використання нейронних мереж в інших сферах діяльності та низка експериментів, проведених різними вченими, дозволяє стверджувати, що можливим шляхом підвищення якості побудованих MLP-мереж є збільшення кількості об'єктів, на яких проводиться їх навчання, а також зміна кількості нейронів у вихідному шарі, що дозволить нейронній мережі більш точно розпізнавати відмінності однієї класифікаційної групи від іншої.

Загалом, використання нейромережевого моделювання для визначення фінансової стійкості підприємства є складним процесом, спрямованим на вирішення різних завдань. Цей підхід дозволяє обґрунтовано приймати управлінські рішення та розширює можливості прогнозування наслідків їх реалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Єфімов О. М. Фінансовий менеджмент: Навчальний посібник. - Київ: Центр учбової літератури, 2007. - 384 с.
2. Осадчий І. І. Фінанси підприємств: Навчальний посібник. - Київ: Кондор, 2004. - 608 с.
3. Базілінська О.Я. Фінансовий аналіз: теорія та практика : навч. посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / О.Я. Базілінська. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 328 с.
4. Деєва Н.М., Дедіков О.І. Фінансовий аналіз : навч. посібник / Н.М. Деєва, О.І. Дедіков – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 328 с.
5. Кремень В.М. Оцінювання фінансової стійкості підприємства / В.М. Кремень, С.Я. Щепетков // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – №1 (115). – С. 107-115.
6. Терещенко О.О. Дискримінантна модель інтегральної оцінки фінансового стану підприємства. Економіка України. 2003. № 8. С. 38–45.
7. Матвійчук А.В. Моделювання фінансової стійкості підприємств із застосуванням теорій нечіткої логіки, нейронних мереж і дискримінантного аналізу. Вісник НАН України. 2010. № 9. С. 24–46.
8. Бланк І.А. Фінансовий менеджмент: навчальний курс / І.А. Бланк. - Київ: Ніка-Центр, 2014. - 656 с.
9. Тютюнник Ю. М., Дорогань-Писаренко Л. О., Тютюнник С. В. Фінансовий аналіз : навч. посіб. Полтава: Видавництво ПП «Астрая», 2020. 434 с.
10. Непочатенко О.О., Мельничук Н.Ю. Фінанси підприємств : підручник. Київ: «Центр учбової літератури», 2013. 504 с.
11. Тищенко О.М. Моделювання оцінки та прогнозування фінансової стійкості підприємства. Вісник нац. ун-ту «Львівська політехніка». : Львів, 2009. - № 640. – С. 405-415.
12. Maslennikov E.I. Strategic assessment of the financial sustainability of the industrial enterprise. ECONOMICS: time realities. 2014. № 6(16). С. 111–115.

13. Месюра В.І., Дикий О.В. Оцінка фінансового стану підприємства з використанням нечіткої логіки. Вінниця : ВНТУ, 2014. 3 с.
14. Матвійчук А.В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка: монографія. Київ: КНЕУ, 2011.
15. Матвійчук А.В. Нечіткі, нейромережеві та дискримінантні моделі діагностування можливості банкрутства підприємств. Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці. 2013. № 2. С. 71–118.
16. Дебунов Л.М., Яковенко О.Г. Аналіз сучасних підходів до визначення поняття фінансової стійкості підприємства. Наукові записки Національного університету "Острозька академія", серія "Економіка". 2019. № 12 (40). С. 86–91. doi: [https://doi.org/10.25264/2311-5149-2019-12\(40\)-86-91](https://doi.org/10.25264/2311-5149-2019-12(40)-86-91)
17. Проволоцька, О. М., & Воронкова, А. В. (2018). Сучасні тенденції фінансової стійкості вітчизняних промислових підприємств. «Вісник ЖДТУ»: Економіка, управління та адміністрування, (1(83), 129–133. [https://doi.org/10.26642/jen-2018-1\(83\)-129-133](https://doi.org/10.26642/jen-2018-1(83)-129-133)
18. Гапак Н.М., Капштан С.А. Особливості визначення фінансової стійкості підприємства. Серія Економіка. 2014. №1 (42). С.191-196
19. Дебунов Л.М., Яковенко О.Г. Моделювання межі фінансової стійкості підприємств при використанні штучних нейронних мереж. Economic Stability Studies. 2018. № 1. С. 59–66.
20. Шаркаді, М. М. Нечітке моделювання показників фінансової безпеки підприємства / М. М. Шаркаді, М. М. Маляр, Г. В. Мазютинець // Науковий вісник Ужгородського університету : серія Математика і Інформатика / редкол. : М. М. Маляр, Г. І. Сливка-Тилищак та ін. – Ужгород : Говерла, 2020. – Вип. 2 (37). – С. 178–183.
21. Guoqiang Zhang, Michael Y. Hu, B. Eddy Patuwo, Daniel C. Indro Artificial neural networks in bankruptcy prediction: General framework and cross-validation analysis. European Journal of Operational Research Volume 116, Issue 1, 1 July 1999, Pages 16-32

22. Дехтяр Н. А. Оцінка фінансової стійкості підприємства із застосуванням методів економіко-математичного моделювання / Н. А. Дехтяр, О. В. Дейнека, К. В. Черніговець // Вісник Одеського національного університету. Серія : Економіка. - 2016. - Т. 21, Вип. 1. - С. 195-199. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vonu_econ_2016_21_1_45.

23. Altman E.I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *The Journal of Finance*. 1968. No. 4. P. 589–609. doi: <https://doi.org/10.2307/2978933>

24. Taffler R., Tishaw H. Going, going, gone – four factors which predict. *Accountancy*. 1977. Vol. 88, No. 1003. P. 50–54.

25. Методичні рекомендації щодо виявлення ознак неплатоспроможності підприємства та ознак дій з приховування банкрутства, фіктивного банкрутства чи доведення до банкрутства, затверджені Наказом Міністерства економіки України №14 від 19.01.2006 р. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/ME06025> (дата звернення 23.04.2023)

26. Altman E.I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy // *The Journal of Finance*. — 1968. — №4. — P. 589–609.

27. Toffler R., Tishaw H. Going, going, gone — four factors which predict // *Accountancy*. — 1977. — March. — P. 50–54.

28. Цал-Цалко Ю.С. Фінансовий аналіз : підручник / Ю.С. Цал-Цалко – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 566 с.

29. Терещенко О.О. Антикризове фінансове управління на підприємстві. — К.: КНЕУ, 2004. — 268 с.

30. Подольська В.О. Комплексна оцінка фінансової стійкості підприємства / В.О. Подольська, О.О. Оржинська // Науковий вісник Полтавського університету споживчої кооперації України. – 2009. – № 4 (35). – С. 136-142.

31. Altman E.I. Further Empirical Investigation of the Bankruptcy Cost Question // *The Journal of Finance*. — 1984. — №4. — P. 1067–1089.

32. Rumelhart D.E., Hinton G.E., Williams R.J. Learning Internal Representation by Back-Propagation Errors // *Nature*. — 1986. — №23. — P. 533– 536. 15. Trippi

R., Turban E. *Neural Networks in Finance and Investing — Using Artificial Intelligence to Improve Real-world Performance*. 2nd edition. — Chicago: Irwin, 1996. — 821 p.

33. Matviychuk A.V. Bankruptcy Prediction in Transformational Economy: Discriminant and Fuzzy Logic Approaches // *Fuzzy Economic Review*. — 2010. — May. — Vol. XV. — № 1. — P. 21–38.

34. Мамонтова Н.А. Фінансова стійкість акціонерних підприємств і методи її забезпечення: Автореф. дис. ... канд. екон. наук / Ін-т. економ. прогнозув. НАН України. – К., 2001. – 160 с

35. Кучеренко К. В. Фінансова стійкість як чинник та індикатор економічної безпеки промислового підприємства. *Економіка. Фінанси. Право*. 2019. № 7(2). С. 44-46.

36. Tyschenko, V. (2023). *Neural Networks for Financial Stability of Economic System*. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3387/paper21.pdf>

37. Adam Fadlalla and Chien-Hua Lin (Jul. - Aug., 2001), *An Analysis of the Applications of Neural Networks in Finance* pp. 112-122 URL: <https://www.jstor.org/stable/25062724>

38. Wookjae Heo, Jae Min Lee, Narang Park, John E. Grable, Using Artificial Neural Network techniques to improve the description and prediction of household financial ratios, *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, Volume 25, 2020,100273, ISSN 2214-6350, URL: <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2020.100273> (date of access: 03.10.2023).

39. F. Mokhatab Rafiei, S.M. Manzari, S. Bostanian, Financial health prediction models using artificial neural networks, genetic algorithm and multivariate discriminant analysis: Iranian evidence, *Expert Systems with Applications*, Volume 38, Issue 8, 2011, Pages 10210-10217, ISSN 0957-4174, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.02.082>.

40. Lyulyov, O., Pimonenko, T., Stoyanets, N., & Letunovska, N. (2019). Sustainable development of agricultural sector: Democratic profile impact among developing countries. *Research in World Economy*, 10(4), 97-105. DOI

41. Марченко Н. А., Деркач А. О. Напрямки підвищення фінансової стійкості промисло-вих підприємств. Чернігівський науковий часопис. Серія 1, Економіка і управління. 2016. №1. С. 92-97.
42. Рачинський О. В. Дефініція наукових поглядів щодо поняття «фінансова стійкість підприємства». Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. 2019. № 2. С. 226-229.
43. Стригуль Л. С. Теоретико-методичне забезпечення визначення фінансової стійкості підприємств різних організаційно-правових форм в умовах мінливого середовища. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2016. № 6. С. 64-67.
44. Prokopenko, O., Sebula, J., Chayen, S., & Pimonenko, T. (2017). Wind energy in Israel, Poland and Ukraine: Features and opportunities. *International Journal of Ecology and Development*, 32(1), 98-107.
45. Дорош Н. І. Прогнозний аналіз фінансових результатів та визначення межі банкрутства підприємства / Н.І. Дорош, Лю, Д. // Молодий вчений. - № 2 (2). – С. 700-703.
46. Соколова Л. В. Ретроспективний аналіз фінансових результатів функціонування суб'єктів господарювання України / Л.В. Соколова, Г.М. Верясова, О.Є. Соколов // Інфраструктура ринку. – 2019. – Випуск 31. – С. 376-385.
47. Chigrin, O., & Pimonenko, T. (2014). The ways of corporate sector firms financing for sustainability of performance. *International Journal of Ecology and Development*, 29(3), 1-13.
48. Чегринець К. Фінансова стійкість підприємства: економічна сутність та методи оцінки. Управління розвитком. 2012. № 10. С. 51–54.
49. Донченко Т. Теоретичні основи формування механізму управління фінансовою стійкістю підприємства. Вісник Хмельницького національного університету. 2010. № 1. С. 23–27.
50. Киш Л. Аналіз і прогнозування фінансової стійкості підприємства у сучасних умовах. Сталий розвиток соціально-економічних систем : матеріали III

Всеукраїнської науково-практичної конференції. 2019. URL:
<http://repository.vsau.org/getfile.php/23820.pdf>

51. TIBCO Product Documentation. *TIBCO Product Documentation*.
URL: <https://docs.tibco.com/pub/stat/14.0.0/doc/html/UsersGuide/GUID-64431259-1FD5-4006-94C4-F02401B760D3.html> (date of access: 03.10.2023).

ДОДАТКИ

Додаток А. Результати роботи побудованих ШНМ

Case name	Predictions spreadsheet for Y (test data) Samples: Train, Test, Validation											
	Sample	Y	Y - Output	Y - Accuracy	Y - Output	Y - Accuracy	Y - Output	Y - Accuracy	Y - Output	Y - Accuracy	Y - Output	Y - Accuracy
		Target	1. MLP 16-7-2	1. MLP 16-7-2	3. MLP 16-14-2	3. MLP 16-14-2	5. MLP 16-11-2	5. MLP 16-11-2	7. MLP 16-12-2	7. MLP 16-12-2	8. MLP 16-8-2	8. MLP 16-8-2
Компанія 1	Validation	Unstable	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct
Компанія 2	Validation	Stable	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct
Компанія 3	Train	Unstable	Stable	Incorrect	Stable	Incorrect	Stable	Incorrect	Stable	Incorrect	Stable	Incorrect
Компанія 4	Train	Stable	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct
Компанія 5	Test	Unstable	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct
Компанія 6	Train	Stable	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct
Компанія 7	Train	Unstable	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Stable	Incorrect	Unstable	Correct
Компанія 8	Train	Stable	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct
Компанія 9	Train	Unstable	Stable	Incorrect	Stable	Incorrect	Stable	Incorrect	Stable	Incorrect	Stable	Incorrect
Компанія 10	Test	Unstable	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct
Компанія 11	Train	Stable	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct
Компанія 12	Validation	Unstable	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct
Компанія 13	Train	Unstable	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct

Комп анія 14	Test	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 15	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 16	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 17	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Stabl e	Incor rect	Unst able	Corr ect
Комп анія 18	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 19	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 20	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Unst able	Incor rect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 21	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 22	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 23	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 24	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 25	Valid ation	Unst able	Stabl e	Incor rect	Stabl e	Incor rect	Stabl e	Incor rect	Stabl e	Incor rect	Stabl e	Incor rect
Комп анія 26	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 27	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 28	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 29	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 30	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect

Комп анія 31	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 32	Train	Stabl e	Unst able	Incor rect	Stabl e	Corr ect	Unst able	Incor rect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 33	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 34	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 35	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Unst able	Incor rect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Unst able	Incor rect
Комп анія 36	Train	Unst able	Stabl e	Incor rect	Stabl e	Incor rect	Unst able	Corr ect	Stabl e	Incor rect	Stabl e	Incor rect
Комп анія 37	Train	Unst able	Stabl e	Incor rect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Stabl e	Incor rect	Unst able	Corr ect
Комп анія 38	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 39	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 40	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 41	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 42	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Unst able	Incor rect	Stabl e	Corr ect	Unst able	Incor rect
Комп анія 43	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 44	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 45	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 46	Valid ation	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 47	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect

Комп анія 48	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 49	Test	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 50	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 51	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 52	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 53	Test	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 54	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 55	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 56	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Stabl e	Incor rect	Stabl e	Incor rect	Unst able	Corr ect
Комп анія 57	Test	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 58	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 59	Test	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 60	Valid ation	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 61	Test	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 62	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 63	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 64	Valid ation	Unst able	Stabl e	Incor rect	Unst able	Corr ect	Stabl e	Incor rect	Stabl e	Incor rect	Unst able	Corr ect

Компанія 65	Train	Stable	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct
Компанія 66	Train	Unstable	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct
Компанія 67	Validation	Stable	Unstable	Incorrect	Unstable	Incorrect	Unstable	Incorrect	Unstable	Incorrect	Unstable	Incorrect
Компанія 68	Train	Unstable	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct
Компанія 69	Test	Stable	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct
Компанія 70	Validation	Unstable	Stable	Incorrect	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Stable	Incorrect	Unstable	Correct
Компанія 71	Train	Unstable	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct
Компанія 72	Test	Unstable	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct
Компанія 73	Train	Stable	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct
Компанія 74	Train	Stable	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct
Компанія 75	Test	Stable	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct
Компанія 76	Train	Unstable	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct
Компанія 77	Validation	Stable	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct
Компанія 78	Train	Stable	Unstable	Incorrect	Unstable	Incorrect	Unstable	Incorrect	Stable	Correct	Stable	Correct
Компанія 79	Train	Stable	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct
Компанія 80	Validation	Unstable	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct	Unstable	Correct
Компанія 81	Train	Stable	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct	Stable	Correct

Комп анія 82	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 83	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 84	Test	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 85	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 86	Test	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 87	Valid ation	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 88	Valid ation	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 89	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 90	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 91	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 92	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Stabl e	Incor rect	Unst able	Corr ect
Комп анія 93	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 94	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Stabl e	Incor rect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 95	Valid ation	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 96	Test	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Stabl e	Incor rect	Unst able	Corr ect
Комп анія 97	Train	Stabl e	Unst able	Incor rect	Unst able	Incor rect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Unst able	Incor rect
Комп анія 98	Valid ation	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect

Комп анія 99	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 100	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 101	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 102	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Unst able	Incor rect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 103	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 104	Train	Unst able	Stabl e	Incor rect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Stabl e	Incor rect	Stabl e	Incor rect
Комп анія 105	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 106	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 107	Test	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 108	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 109	Test	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 110	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 111	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Stabl e	Incor rect	Unst able	Corr ect
Комп анія 112	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 113	Valid ation	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 114	Test	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 115	Valid ation	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect

Комп анія 116	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 117	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 118	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 119	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 120	Train	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 121	Test	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 122	Train	Stabl e	Unst able	Incor rect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 123	Valid ation	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 124	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Stabl e	Incor rect	Unst able	Corr ect
Комп анія 125	Valid ation	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 126	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 127	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 128	Train	Unst able	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect	Unst able	Corr ect
Комп анія 129	Test	Stabl e	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect
Комп анія 130	Train	Stabl e	Unst able	Incor rect	Stabl e	Corr ect	Unst able	Incor rect	Stabl e	Corr ect	Stabl e	Corr ect

Додаток Б. Дані ROC кривої

Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve (data) Samples: Train, Test, Validation									
1 - Specificity (false positives)	Sensitivity (true positives)	1 - Specificity (false positives)	Sensitivity (true positives)	1 - Specificity (false positives)	Sensitivity (true positives)	1 - Specificity (false positives)	Sensitivity (true positives)	1 - Specificity (false positives)	Sensitivity (true positives)
1. MLP 16-7-2	1. MLP 16-7-2	3. MLP 16-14-2	3. MLP 16-14-2	5. MLP 16-11-2	5. MLP 16-11-2	7. MLP 16-12-2	7. MLP 16-12-2	8. MLP 16-8-2	8. MLP 16-8-2
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03
0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05
0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,06
0,00	0,08	0,00	0,08	0,00	0,08	0,00	0,08	0,00	0,08
0,00	0,09	0,00	0,09	0,00	0,09	0,00	0,09	0,00	0,09
0,00	0,11	0,00	0,11	0,00	0,11	0,00	0,11	0,00	0,11
0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,13
0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,14
0,00	0,16	0,00	0,16	0,00	0,16	0,00	0,16	0,00	0,16
0,00	0,17	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00	0,17
0,00	0,19	0,00	0,19	0,00	0,19	0,00	0,19	0,00	0,19
0,00	0,20	0,00	0,20	0,00	0,20	0,00	0,20	0,00	0,20
0,00	0,22	0,00	0,22	0,00	0,22	0,00	0,22	0,00	0,22
0,00	0,23	0,00	0,23	0,00	0,23	0,00	0,23	0,00	0,23
0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25
0,00	0,27	0,00	0,27	0,00	0,27	0,00	0,27	0,00	0,27
0,00	0,28	0,00	0,28	0,00	0,28	0,00	0,28	0,00	0,28
0,00	0,30	0,00	0,30	0,00	0,30	0,00	0,30	0,00	0,30
0,00	0,31	0,00	0,31	0,00	0,31	0,00	0,31	0,00	0,31
0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,33
0,00	0,34	0,00	0,34	0,00	0,34	0,00	0,34	0,00	0,34
0,00	0,36	0,00	0,36	0,00	0,36	0,00	0,36	0,00	0,36
0,00	0,38	0,00	0,38	0,00	0,38	0,00	0,38	0,00	0,38
0,00	0,39	0,00	0,39	0,00	0,39	0,00	0,39	0,00	0,39
0,00	0,41	0,00	0,41	0,00	0,41	0,00	0,41	0,00	0,41
0,00	0,42	0,00	0,42	0,00	0,42	0,00	0,42	0,00	0,42
0,00	0,44	0,00	0,44	0,00	0,44	0,00	0,44	0,00	0,44
0,00	0,45	0,00	0,45	0,00	0,45	0,00	0,45	0,00	0,45
0,00	0,47	0,00	0,47	0,00	0,47	0,00	0,47	0,00	0,47
0,00	0,48	0,00	0,48	0,00	0,48	0,00	0,48	0,00	0,48
0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50
0,00	0,52	0,00	0,52	0,00	0,52	0,00	0,52	0,00	0,52
0,00	0,53	0,00	0,53	0,00	0,53	0,00	0,53	0,00	0,53
0,00	0,55	0,00	0,55	0,00	0,55	0,00	0,55	0,00	0,55
0,00	0,56	0,00	0,56	0,00	0,56	0,00	0,56	0,00	0,56
0,00	0,58	0,00	0,58	0,00	0,58	0,00	0,58	0,00	0,58

0,00	0,59	0,00	0,59	0,00	0,59	0,00	0,59	0,00	0,59
0,00	0,61	0,00	0,61	0,00	0,61	0,00	0,61	0,00	0,61
0,00	0,63	0,00	0,63	0,00	0,63	0,00	0,63	0,00	0,63
0,00	0,64	0,00	0,64	0,00	0,64	0,00	0,64	0,00	0,64
0,00	0,66	0,00	0,66	0,00	0,66	0,00	0,66	0,00	0,66
0,00	0,67	0,00	0,67	0,00	0,67	0,00	0,67	0,00	0,67
0,00	0,69	0,00	0,69	0,00	0,69	0,02	0,67	0,00	0,69
0,00	0,70	0,00	0,70	0,00	0,70	0,02	0,69	0,00	0,70
0,00	0,72	0,00	0,72	0,00	0,72	0,02	0,70	0,00	0,72
0,00	0,73	0,00	0,73	0,00	0,73	0,02	0,72	0,02	0,72
0,00	0,75	0,00	0,75	0,00	0,75	0,02	0,73	0,02	0,73
0,02	0,75	0,00	0,77	0,00	0,77	0,02	0,75	0,02	0,75
0,02	0,77	0,00	0,78	0,00	0,78	0,02	0,77	0,02	0,77
0,03	0,77	0,02	0,78	0,00	0,80	0,02	0,78	0,02	0,78
0,03	0,78	0,02	0,80	0,02	0,80	0,02	0,80	0,02	0,80
0,03	0,80	0,02	0,81	0,02	0,81	0,03	0,80	0,02	0,81
0,05	0,80	0,02	0,83	0,03	0,81	0,03	0,81	0,02	0,83
0,05	0,81	0,03	0,83	0,05	0,81	0,03	0,83	0,03	0,83
0,05	0,83	0,03	0,84	0,05	0,83	0,03	0,84	0,03	0,84
0,05	0,84	0,05	0,84	0,06	0,83	0,05	0,84	0,03	0,86
0,05	0,86	0,05	0,86	0,06	0,84	0,05	0,86	0,03	0,88
0,05	0,88	0,06	0,86	0,06	0,86	0,05	0,88	0,03	0,89
0,06	0,88	0,06	0,88	0,06	0,88	0,05	0,89	0,05	0,89
0,08	0,88	0,08	0,88	0,08	0,88	0,06	0,89	0,06	0,89
0,09	0,88	0,08	0,89	0,08	0,89	0,08	0,89	0,06	0,91
0,11	0,88	0,08	0,91	0,08	0,91	0,08	0,91	0,06	0,92
0,11	0,89	0,08	0,92	0,09	0,91	0,09	0,91	0,06	0,94
0,12	0,89	0,09	0,92	0,11	0,91	0,09	0,92	0,08	0,94
0,14	0,89	0,09	0,94	0,11	0,92	0,11	0,92	0,09	0,94
0,15	0,89	0,11	0,94	0,12	0,92	0,12	0,92	0,11	0,94
0,15	0,91	0,12	0,94	0,14	0,92	0,14	0,92	0,12	0,94
0,17	0,91	0,12	0,95	0,15	0,92	0,14	0,94	0,14	0,94
0,17	0,92	0,14	0,95	0,17	0,92	0,14	0,95	0,15	0,94
0,18	0,92	0,15	0,95	0,18	0,92	0,15	0,95	0,17	0,94
0,20	0,92	0,17	0,95	0,20	0,92	0,17	0,95	0,17	0,95
0,21	0,92	0,18	0,95	0,20	0,94	0,18	0,95	0,17	0,97
0,23	0,92	0,20	0,95	0,20	0,95	0,20	0,95	0,18	0,97
0,24	0,92	0,21	0,95	0,21	0,95	0,20	0,97	0,18	0,98
0,24	0,94	0,23	0,95	0,23	0,95	0,21	0,97	0,20	0,98
0,26	0,94	0,24	0,95	0,24	0,95	0,23	0,97	0,21	0,98
0,27	0,94	0,26	0,95	0,24	0,97	0,23	0,98	0,23	0,98
0,27	0,95	0,27	0,95	0,26	0,97	0,24	0,98	0,24	0,98
0,29	0,95	0,29	0,95	0,27	0,97	0,26	0,98	0,26	0,98
0,30	0,95	0,29	0,97	0,29	0,97	0,27	0,98	0,26	1,00
0,32	0,95	0,29	0,98	0,30	0,97	0,29	0,98	0,27	1,00

