

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет комп'ютерних наук і технологій

(повне найменування факультету)

Кафедра програмних засобів

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ
ЗАСОБІВ АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ
RESEARCH AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF
TOOLS FOR ANALYZING THE EFFICIENCY OF ENTERPRISES

Виконав(ла): студент(ка) 2 курсу, групи КНТ-223м
Спеціальності 122 Комп'ютерні науки
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Системи штучного інтелекту

ІЩЕНКО В.О.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник КОЛПАКОВА Т.О.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент ІЛЛЯШЕНКО М.Б.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет КНТ
Кафедра програмних засобів
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Системи штучного інтелекту
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПЗ, д.т.н, проф.
Сергій СУББОТІН
“ ” 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ІЩЕНКА Владислава Олександровича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження та програмна реалізація засобів аналізу ефективності діяльності підприємств. Research and Software Implementation of Tools for Analyzing the Efficiency of Enterprises

керівник проєкту (роботи) к.т.н., доцент, КОЛПАКОВА Тетяна Олексіївна,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “07” жовтня 2024 року № 398

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 02 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) рекомендована література, технічне завдання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз предметної області. 2. Матеріали і методи. 3. Опис програми. 4. Експлуатація, тестування та експериментальне дослідження програми.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

Слайди презентації

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4 Основна частина	КОЛПАКОВА Т.О., доцент		
Нормоконтроль	ДЕЙНЕГА Л.Ю., ст. викладач		

7. Дата видачі завдання “9” вересня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Постановка завдання роботи.	1 тиждень	Завдання, ТЗ
2	Аналіз предметної області.	1 тиждень	Розділ 1
3	Вибір мови програмування та інших технологій розробки.	2 тиждень	Розділ 2
4	Розробка структури програми.	3 тиждень	Розділ 3
5	Розробка програми.	4-7 тижні	Розділи 3,4
6	Тестування та експериментальне дослідження програмного забезпечення.	8 тиждень	Розділ 4
7	Оформлення пояснювальної записки та документів до неї.	9-10 тижні	Додатки
8	Нормоконтроль та рецензування.	11 тиждень	
9	Захист роботи.	12 тиждень	

Студент(ка)

(підпис) Владислав ПЦЕНКО
(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис) Тетяна КОЛПАКОВА
(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи магістра:
86 с., 3 табл., 25 рис., 3 дод., 16 джерел.

RSTUDIO, АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ, ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ,
МОВА ПРОГРАМУВАННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ШТУЧНИЙ
ІНТЕЛЕКТ.

Об'єкт дослідження – процес розробки програмного забезпечення для
оцінювання ефективності діяльності підприємств.

Предмет дослідження – програмні засоби для аналізу ефективності
діяльності підприємства.

Мета роботи – дослідження та розробка програмного забезпечення для
аналізу ефективності діяльності підприємства.

Матеріали, методи та технічні засоби: мова програмування R,
середовище розробки RStudio.

Результати. Розроблено програмне забезпечення для аналізу
ефективності діяльності підприємства за допомогою мови програмування R та
середовища розробки RStudio.

Практична цінність роботи полягає у розробці програмного
забезпечення, що забезпечує проведення аналізу ефективності діяльності
підприємства.

Висновки. Виконано проєктування програмного забезпечення для
аналізу ефективності діяльності підприємств. Розроблено програмне
забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств. Здійснено
тестування розробленого програмного забезпечення для аналізу ефективності
діяльності підприємств.

Галузь використання – економічний аналіз.

ABSTRACT

Explanatory note to the diploma qualifying work of the master: 86 pages, 3 tables, 25 figures, 3 appendixes, 16 sources.

RSTUDIO, PERFORMANCE ANALYSIS, GENETIC ALGORITHM, PROGRAMMING LANGUAGE, SOFTWARE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE.

The object of research is the process of developing software for evaluating the efficiency of enterprises.

The subject of the research is software for analyzing the efficiency of the enterprise.

The purpose of this work is to research and develop the software for analyzing the efficiency of the enterprise.

Materials, methods and technical tools: R programming language, RStudio development environment.

Results. The software tools for analyzing the efficiency of enterprise activity using the R programming language and the RStudio development environment have been developed.

The practical value of the work lies in the development of software that provides an analysis of the company's performance.

Conclusions. The software to support the analysis of the efficiency of the enterprises has been designed. The software to support the analysis of the efficiency of the enterprises has been developed. The developed software to support the analysis of the efficiency of the enterprises has been tested.

Scope of use – economic analysis.

ЗМІСТ

	С.
Перелік скорочень та умовних позначок	8
Вступ	9
1 Аналіз предметної області.....	11
1.1 Технології та програмне забезпечення для оцінювання ефективності діяльності підприємств.....	11
1.2 Аналіз програмного забезпечення для оцінювання ефективності діяльності підприємств.....	20
1.3 Висновки за розділом 1	29
2 Матеріали і методи	31
2.1 Вибір мови програмування	31
2.2 Вибір середовища розробки для створення програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств	33
2.3 Розробка методу аналізу ефективності діяльності підприємств на основі нейроеволюційного підходу	35
2.4 Висновки за розділом 2	39
3 Опис програми	41
3.1 Структура програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств.....	41
3.2 Опис функціонування компонентів програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств	42
3.3 Розробка бази даних програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств.....	45
3.4 Проєктування інтерфейсу програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств.....	47
3.5 Висновки за розділом 3	49
4 Експлуатація, тестування та експериментальне дослідження програми.....	51
4.1 Призначення й умови застосування програми	51

4.2 Характеристики програми для аналізу ефективності діяльності підприємств	52
4.3 Інструкція по експлуатації програми.....	52
4.3.1 Звернення до програми.....	52
4.3.2 Вхідні й вихідні дані	53
4.3.3 Повідомлення.....	53
4.4 Виконання програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств.....	53
4.5 Тестування програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств.....	55
4.6 Висновки за розділом 4	56
Висновки	57
Перелік джерел посилання	61
Додаток А Технічне завдання	63
Додаток Б Фрагмент тексту програми	67
Додаток В Слайди презентації	79

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК

БД – база даних;

ГА – генетичний алгоритм;

ПЗ – програмне забезпечення;

СЗД – система зберігання даних;

ШІ – штучний інтелект;

ШНМ – штучна нейронна мережа.

ВСТУП

Актуальність програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств є високою в сучасних умовах. У зв'язку зі зростанням конкуренції, потребою в оптимізації процесів та швидкому реагуванні на зміни ринку, компанії використовують програмні засоби, які допомагають їм підвищувати продуктивність та прибутковість [1]-[3].

Програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств дозволяє забезпечити прийняття обґрунтованих рішень: завдяки точному збору та аналізу даних, керівництво підприємства може приймати більш обґрунтовані рішення, що сприяє зростанню компанії [3]-[5].

Програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств підтримує процес контролю витрат та ресурсів підприємства. Такі програмні засоби дозволяють детально відстежувати витрати та використання ресурсів, що є критичним для підвищення рентабельності компанії [1]-[7].

Програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств допомагає виявити слабкі місця в діяльності підприємства та впровадити зміни для підвищення ефективності. Завдяки можливостям швидкого аналізу даних за допомогою відповідного програмного забезпечення, компанії можуть оперативно реагувати на ринкові зміни, забезпечуючи свою конкурентоспроможність [1]-[7].

Загалом, використання програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств дозволяє компаніям залишатися гнучкими та готовими до викликів сучасного бізнес-середовища [1]-[7].

Проте у деякому програмному забезпеченні для оцінювання ефективності діяльності підприємств результати аналізу можуть бути неточними, що може призвести до неправильних управлінських рішень. Це обумовлено використанням неефективних моделей для класифікації та прогнозування, а також низькою якістю та обсягу вхідних даних у процесі навчання таких моделей. Крім того, купівля, налаштування та підтримка

програмного забезпечення для оцінювання ефективності діяльності підприємств може вимагати значних фінансових інвестицій, що є досить накладним, особливо для малого та середнього бізнесу, де бюджетні обмеження можуть стати бар'єром для впровадження таких рішень.

Тому актуальною є розробка програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств, що дозволяє синтезувати ефективні моделі для класифікації та прогнозування на основі наявних даних.

У дипломній кваліфікаційній роботі магістра розв'язується актуальне завдання дослідження та розробки програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємства.

Для досягнення поставленої мети у кваліфікаційній роботі магістра необхідно розв'язати такі задачі:

- виконати аналіз предметної області та програмних засобів для аналізу ефективності діяльності підприємства;
- розробити метод аналізу ефективності діяльності підприємств на основі нейроеволюційного підходу;
- здійснити проєктування програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємства;
- створити програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємства;
- виконати тестування розробленого програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємства.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Технології та програмне забезпечення для оцінювання ефективності діяльності підприємств

Оцінювання ефективності діяльності підприємств є ключовим процесом, який допомагає визначити, наскільки успішно компанія досягає своїх стратегічних та операційних цілей. Процес оцінювання ефективності діяльності підприємств включає аналіз фінансових показників, наприклад, прибутковості, рентабельності, ліквідності, а також не фінансових факторів, таких як ефективність управління, якість продукції або послуг, і задоволеність клієнтів. Оцінка ефективності також дозволяє виявити слабкі місця в діяльності підприємства, визначити резерви для підвищення продуктивності та приймати обґрунтовані управлінські рішення для покращення загальних результатів [1]-[7].

Оцінювання ефективності діяльності підприємств стає особливо важливим у контексті цифрової трансформації, оскільки вона не тільки змінює бізнес-моделі та межі індустрій, але й сприяє високоякісному економічному розвитку. Інтеграція цифрових технологій з інноваціями в традиційних галузях стає новим рушієм швидкого економічного зростання. Цифровізація бізнес-середовища відкриває можливості для трансформації підприємств, і оцінка ефективності стає критичним елементом успішного впровадження нових технологій. В останні роки стрімкий розвиток цифрових технологій, таких як хмарні обчислення, штучний інтелект тощо, постійно формує нові ринкові потреби, що сприяє цифровій трансформації підприємств. Цифрові технології є основною рушійною силою цифрової економіки. Інтеграція цих технологій з реальною економікою не лише підвищує рівень цифровізації, але й покращує управлінські моделі, що дозволяє підвищити ефективність діяльності підприємств [1]-[7].

Оцінювання ефективності діяльності підприємств стало ключовим фактором у період пізньої індустріалізації країни. Перед обличчям нової хвилі

промислових змін, традиційні підприємства стикаються з проблемами, оскільки їхні основні технології перебувають під контролем інших країн. Це суттєво впливає на якісний розвиток економіки, підкреслюючи необхідність ретельного аналізу ефективності їхньої діяльності. Дослідження підтверджують, що швидке зростання інформаційних технологій може сприяти економічному розвитку, а цифрові технології вже впроваджуються у всіх галузях бізнесу, від роздрібної торгівлі до виробництва та освіти. Урядові ініціативи, спрямовані на підтримку досліджень у сферах великих даних, хмарних обчислень та Інтернету речей, сприяють не тільки інтеграції цифрових технологій, але й покращенню ефективності підприємств через їхню цифрову трансформацію. Оцінювання ефективності діяльності підприємств стало центральним аспектом у процесі трансформації, особливо в останні роки, коли досягнення в галузі штучного інтелекту зміцнили цей процес. Події, такі як пандемія, показали необхідність нових продуктів та форм бізнесу, які відповідають сучасним вимогам споживачів, тим самим підтверджуючи важливість оцінювання ефективності підприємств для забезпечення їхнього успішного переходу до цифрової ери [1]-[7].

Оцінювання ефективності діяльності підприємств набуває нового значення в епоху цифрових технологій, коли швидкі зміни на споживчому ринку стимулюють цифрову трансформацію традиційних галузей. Цей процес включає переосмислення стратегії, маркетингу, продуктів, бізнес-моделей, менеджменту, корпоративної культури та способу мислення підприємств. Незважаючи на активне впровадження цифрових рішень, досліджень, які б комплексно висвітлювали вплив цифрових технологій на ефективність діяльності підприємств, все ще недостатньо. Важливо відзначити, що використання цифрових технологій дозволяє підприємствам знижувати витрати на виробництво, транзакції та управління, що в свою чергу позитивно впливає на їхню продуктивність. Дослідження показують, що цифровізація бізнес-процесів допомагає підприємствам ефективніше розподіляти ресурси, знижувати витрати на транзакції, пов'язані з асиметрією інформації, та

задовольняти персоналізовані потреби споживачів. Використання цифрових платформ для взаємозв'язку даних дозволяє досягти інтелектуального та індивідуалізованого виробництва, що сприяє трансформації різних галузей. Крім того, інтелектуальні системи прийняття рішень і контролю значно підвищують ефективність роботи та управління підприємствами, що позитивно впливає на їхні показники діяльності. Хоча деякі галузі ще знаходяться на початковому етапі цифрової трансформації, її вплив на інновації бізнес-моделей вже очевидний [1]-[7].

Ефективність є ключовим критерієм для оцінки результатів господарської діяльності та однією з головних цілей фінансово-господарської діяльності підприємства. Це поняття складне для визначення через різні підходи та думки щодо його тлумачення. Ефективність можна розділити на два основні компоненти: технічну ефективність, що відображає здатність підприємства досягати максимальних результатів із використанням наявних ресурсів, і ефективність розподілу, яка показує здатність оптимально використовувати ресурси з урахуванням їх вартості та технологічних процесів. Загалом, ефективність відображає раціональність діяльності підприємства як спеціалізованої системи, що функціонує на основі цілеспрямованих взаємозв'язків із зовнішнім середовищем. Вона також визначається як рівень розподілу обмежених ресурсів підприємства для досягнення визначених цілей з урахуванням внутрішніх і зовнішніх факторів [1]-[7].

Концепція ефективності базується на понятті «ефекту», який виражає результат діяльності. Загальний ефект для підприємства пов'язаний із продуктами та послугами, які воно надає, тобто випусками, що є наслідком використання виробничих факторів, таких як ресурси. З огляду на це, ефективність можна розглядати як співвідношення між виходами і вхідними ресурсами. У рамках економічної теорії ефективність визначається як стан, коли неможливо збільшити виробництво одного продукту або послуги без зменшення виробництва іншого. Тобто виробнича одиниця досягає межі своїх виробничих можливостей без створення відходів. Однак у реальному світі

існують як ефективні, так і неефективні виробничі одиниці, тому приймається припущення про наявність відходів у процесі виробництва [1]-[7].

Чим ефективніше функціонує підприємство, тим успішніше воно реалізує свою продукцію як на внутрішньому, так і на міжнародному ринках. Висока ефективність дозволяє компанії здійснювати свою стратегічну діяльність більш економічно та результативно порівняно з конкурентами, що сприяє отриманню конкурентних переваг і зміцненню позицій на ринку. Ключовим моментом для підвищення ефективності є аналіз механізмів, що впливають на неї, і впровадження необхідних заходів відповідно до виявлених ефектів. Отже, основне завдання оцінки економічної ефективності підприємства полягає у визначенні відповідних критеріїв та підходів, які будуть розглянуті в наступному підрозділі [1]-[7].

Вимірювання ефективності та виявлення можливих джерел неефективності є важливим етапом для покращення конкурентоспроможності підприємств і їхньої загальної стратегії в умовах ринкової конкуренції. На сьогодні існує безліч методів та процедур для оцінки ефективності діяльності виробничих підрозділів.

Розглянемо підходи та технології до кількісного оцінювання ефективності діяльності підприємства [1]-[7].

Коефіцієнти є одним із найпоширеніших способів оцінки ефективності, оскільки їх відносно легко визначити на основі поточної фінансової звітності. Проте їхнім основним недоліком є те, що вони охоплюють лише обмежену кількість факторів, що не завжди впливають на загальну ефективність виробничого підрозділу. Втім, коефіцієнти можуть бути корисними для початкової оцінки роботи контрольованого об'єкта. Для більш глибокого аналізу ефективності необхідно застосовувати складніші інструменти економічного аналізу, що базуються на математичних моделях [1]-[7].

Параметричні методи є групою стохастичних методів, що враховують принаймні одну випадкову складову. Їхньою метою є розрізнення неефективності та випадкових помилок, що дозволяє отримати більш надійні

результати. Проте ці методи мають свої обмеження, оскільки вони передбачають певну функціональну залежність, яка визначає форму та положення межі ефективності. Якщо ці припущення виявляться неточними, результати можуть бути викривлені помилками. До параметричних методів кількісної оцінки економічної ефективності належать такі підходи, як стохастичний граничний аналіз, методи вільного розподілу, аналіз товстих меж і скоригований метод найменших квадратів [1]-[7].

Непараметричні методи належать до детермінованих підходів, що означає відсутність випадкової складової у їхніх розрахунках. Через це важко ефективно усунути вплив випадкових помилок, похибок вимірювання або неповних даних під час оцінки ефективності. Проте ці методи не вимагають жорстких припущень щодо виробничих технологій, на відміну від параметричних підходів, що забезпечує більшу свободу для аналізованих одиниць. У порівнянні з параметричними методами, непараметричні підходи фокусуються більше на технічній, а не економічній ефективності. До цієї групи відносяться такі методи, як аналіз охоплення даних, метод вільної оболонки та стохастичний аналіз охоплення даних [1]-[7].

Параметричні підходи зазвичай базуються на регресійних методах, які припускають існування певної функціональної форми для визначення межі ефективності та оцінюють неефективність відносно цього критерію. Непараметричні методи, навпаки, визначають неефективність у порівнянні з усіма одиницями у вибірці. Головна різниця між детермінованими та стохастичними підходами полягає у ставленні до випадкових складових: детерміновані методи вважають, що будь-яке відхилення від межі зумовлене виключно неефективністю, тоді як стохастичні підходи враховують також випадковість. Хоча результати можуть бути подібними при використанні обох підходів, можливі незначні відмінності. Водночас у літературі для оцінки ефективності часто використовуються інші методи, такі як математичне програмування, економетрика та моделювання [1]-[7].

Метод аналізу охоплення даних застосовується для кількісної оцінки технічної ефективності порівнюваних виробничих одиниць, які споживають певні ресурси для виробництва конкретної продукції. Прикладом таких одиниць можуть бути освітні заклади, лікарні, банки, державні органи, національні економіки та окремі сектори економіки [1]-[7].

Ця методологія враховує кілька вхідних змінних і дозволяє створити комплексний показник ефективності, який є загальноприйнятим. Пізніше цей підхід було вдосконалено для роботи з кількома вихідними змінними та перетворено на задачу лінійного програмування. З моменту представлення методу аналізу охоплення даних він став популярним інструментом в емпіричних дослідженнях і з часом набув ще більшого поширення. Проте його використання не обмежується лише аналізом ефективності виробничих одиниць; дослідники все частіше застосовують метод аналізу охоплення даних у різних сферах. У зв'язку з тим, що метод аналізу охоплення даних є предметом численних робіт, що стосуються використання програмного забезпечення та штучного інтелекту для оцінювання ефективності виробничих процесів [1]-[7].

Існує кілька типів моделей методу аналізу охоплення даних, які класифікуються за різними ознаками. Моделі аналізу охоплення даних, що фокусуються на вхідних ресурсах, оцінюють ефективність підприємств на основі вхідних змінних. Підприємства вважаються ефективними, якщо оптимальне значення їхньої цільової функції дорівнює одиниці. Якщо значення менше одиниці, це свідчить про неефективність і необхідність зменшення витрат для покращення результатів підприємства. Моделі аналізу охоплення даних, орієнтовані на виходи, оцінюють, на скільки можна збільшити результати без змін у вхідних ресурсах, тобто вони вимірюють ефективність як здатність генерувати максимальну кількість виходів для заданого рівня входів [1]-[7].

Серед найважливіших моделей аналізу охоплення даних є модель, яка припускає постійну віддачу від масштабу, тобто зміна вхідних і вихідних

параметрів повинна бути пропорційною. Існують також моделі, які передбачають змінну віддачу від масштабу, наприклад, модель, яка є модифікацією іншого підходу і допускає, що зміна рівня виходів і входів не повинна бути строго пропорційною, вона може змінюватися в різних пропорціях або залишатися незмінною. Ця модель відноситься до радіальних моделей аналізу охоплення даних, що означає її здатність вимірювати технічну ефективність у відносно жорсткому форматі [1]-[7].

Радіальні моделі аналізу охоплення даних визначають ефективність через пропорційне скорочення входів та розширення виходів, необхідне для досягнення ефективності. Не радіальні моделі аналізу охоплення даних дозволяють непропорційні зміни вхідних і вихідних параметрів для досягнення ефективності. Модель аналізу охоплення даних, зокрема, отримує технічну ефективність шляхом врахування варіацій в розмірах входів і виходів, причому її основні властивості включають інваріантність масштабу і монотонне зменшення оптимального розв'язку зі збільшенням приросту на входах і виходах [1]-[7].

Останнім часом набуло широкого використання нейронних мереж для моделювання складних залежностей. Зокрема, застосування нейронних мереж для аналізу ефективності діяльності підприємств є доцільним завдяки їхній здатності обробляти великі обсяги даних і виявляти складні взаємозв'язки між різними чинниками ефективності. Нейронні мережі, особливо глибокі нейронні мережі, можуть надавати точніші і детальніші оцінки, ніж традиційні методи, завдяки своїй здатності до автоматичного навчання і адаптації [1]-[7].

Нейронні мережі здатні працювати з великими обсягами даних, що дозволяє ефективно аналізувати комплексні дані підприємства, включаючи фінансові звіти, операційні дані та інші індикатори ефективності. Нейронні мережі можуть виявляти складні і нелінійні зв'язки між різними змінними, що часто не помітно традиційними методами аналізу [1]-[7].

Завдяки можливостям прогнозування, нейронні мережі можуть допомогти підприємствам передбачити майбутні результати ефективності на основі історичних даних і поточних тенденцій [1]-[7].

Нейронні мережі можуть бути використані для прогнозування фінансових результатів, аналізу витрат і прибутків, а також для виявлення аномалій у фінансових звітах. Моделі на основі нейронних мереж допомагають оптимізувати розподіл ресурсів, враховуючи різні фактори впливу на ефективність, такі як витрати, обсяги виробництва та продуктивність праці. Нейронні мережі можуть аналізувати дані про продуктивність співробітників, процесів та систем, надаючи рекомендації для поліпшення ефективності [1]-[7].

За допомогою нейронних мереж можна оцінювати позицію підприємства на ринку, аналізувати конкурентів і визначати області для покращення. Для тренування нейронних мереж потрібен великий обсяг даних, що може бути проблематичним для деяких підприємств. Нейронні мережі можуть бути складними для налаштування і інтерпретації результатів, що вимагає спеціалізованих знань та навичок [1]-[7].

В цілому, нейронні мережі представляють потужний інструмент для аналізу ефективності діяльності підприємств, забезпечуючи глибоке розуміння і точні прогнози на основі великих даних і складних взаємозв'язків [1]-[7].

Нейронні мережі, завдяки своїй здатності до автоматичного навчання, можуть з часом покращувати свою точність. Це досягається шляхом адаптації до нових даних і змінюваних умов. Наприклад, в аналізі ефективності діяльності підприємств, мережі можуть враховувати сезонні коливання, економічні цикли та інші динамічні фактори. Ця властивість дозволяє забезпечити більш точні і надійні прогнози, які можуть бути використані для стратегічного планування та прийняття рішень [1]-[7].

Нейронні мережі дозволяють автоматизувати багато аспектів аналізу ефективності. Наприклад, вони можуть автоматично обробляти і класифікувати дані про витрати, прибутки і продуктивність, що знижує

потребу в ручному введенні даних і зменшує ймовірність людських помилок. Автоматизація також допомагає швидше виявляти тренди і аномалії, що робить процес моніторингу ефективності більш ефективним і оперативним [1]-[7].

Нейронні мережі можуть виявляти складні та неочевидні зв'язки в даних, які традиційні методи аналізу можуть пропустити. Вони здатні обробляти великі обсяги даних і виявляти приховані патерни у фінансових показниках, операційних процесах та ринкових трендах. Це може включати виявлення нетипових взаємозв'язків між різними змінними або прогнозування майбутніх результатів на основі історичних даних. Такий глибокий аналіз допомагає підприємствам не лише покращити свою поточну діяльність, але й підготуватися до майбутніх викликів і можливостей [1]-[7].

На основі результатів аналізу, нейронні мережі можуть генерувати персоналізовані рекомендації для покращення ефективності. Це може включати рекомендації по оптимізації процесів, зменшенню витрат, підвищенню продуктивності або вдосконаленню управлінських стратегій. Наприклад, модель може ідентифікувати найбільш ефективні практики в одній частині підприємства і запропонувати їх впровадження в інших підрозділах. Це допомагає підприємствам реалізувати конкретні і практичні рішення для підвищення своєї загальної ефективності [1]-[7].

Відзначено, що оцінювання ефективності діяльності підприємств є ключовим процесом, який допомагає визначити, наскільки успішно компанія досягає своїх стратегічних та операційних цілей. Розглянуто підходи та технології до кількісного оцінювання ефективності діяльності підприємства, зокрема параметричні та непараметричні методи аналізу. Відзначено, що останнім часом набуло широкого використання нейронних мереж для моделювання складних залежностей. Показано, що застосування нейронних мереж для аналізу ефективності діяльності підприємств є доцільним завдяки їхній здатності обробляти великі обсяги даних і виявляти складні взаємозв'язки між різними чинниками ефективності. Нейронні мережі,

особливо глибокі нейронні мережі, можуть надавати точніші і детальніші оцінки, ніж традиційні методи, завдяки своїй здатності до автоматичного навчання і адаптації.

1.2 Аналіз програмного забезпечення для оцінювання ефективності діяльності підприємств

Проаналізуємо програмне забезпечення для оцінювання ефективності діяльності підприємств [8]-[12].

Програмне забезпечення BMC TrueSight Operations Management (рис. 1.1) є потужним програмним рішенням для моніторингу підприємства, яке фокусується на об'єднанні різних ІТ-операцій у рамках однієї організації. Завдяки своїй орієнтації на інтегровані ІТ-процеси, програма спрямована на забезпечення узгодженості та оптимізацію операційних систем, центрів обробки даних та пропускної здатності [8], [10].



Рисунок 1.1 – Програмне забезпечення BMC TrueSight Operations Management [10]

Суттєвою перевагою рішення для інтегрованих ІТ-операцій BMC TrueSight Operations Management є здатність об'єднувати різні аспекти ІТ на єдиній платформі моніторингу. Завдяки повному набору функцій та акценту на інтеграції, легко зрозуміти, чому це рішення вважається найкращим для інтегрованих ІТ-операцій [8], [10].

Основні можливості BMC TrueSight Operations Management включають глибокий моніторинг мережі, здатний виявляти збої або проблеми з продуктивністю, а також можливості віддаленого моніторингу, що охоплюють як локальні, так і хмарні системи. Також доступні розширені графіки для детального аналізу трафіку [8], [10].

З точки зору інтеграції, це рішення підключається до таких платформ, як Nagios XI і Netflow, що забезпечує цілісне управління мережею [8], [10].

Переваги використання BMC TrueSight Operations Management включають міцну інтеграцію для всебічного управління мережею, детальний аналіз трафіку з розширеними можливостями візуалізації та комплексний моніторинг ІТ-операцій [8], [10].

Основними характеристиками програмного забезпечення BMC TrueSight Operations Management є такі [8], [10]:

- інтегрований моніторинг ІТ-операцій: програмне забезпечення BMC TrueSight Operations Management забезпечує комплексний моніторинг ІТ-середовища, охоплюючи як локальні, так і хмарні інфраструктури. Це дозволяє отримувати єдине уявлення про всі операції [8], [10];

- глибокий моніторинг мережі: програмне забезпечення BMC TrueSight Operations Management здатне виявляти збої, аномалії та проблеми з продуктивністю в мережі підприємства, забезпечуючи швидке реагування на інциденти [8], [10];

- можливості віддаленого моніторингу: програмне забезпечення BMC TrueSight Operations Management підтримує моніторинг як локальних, так і хмарних систем, що дозволяє отримувати дані про продуктивність у будь-який момент [8], [10];

– розширені графіки та аналітика: програмне забезпечення BMC TrueSight Operations Management надає інструменти для побудови графіків і аналізу трафіку дозволяють детально відслідковувати активність і виявляти потенційні проблеми до їх виникнення [8], [10];

– інтеграція з іншими платформами: програмне забезпечення BMC TrueSight Operations Management легко інтегрується з іншими популярними системами моніторингу та керування, такими як Nagios XI і Netflow, що дозволяє створити цілісну систему керування мережею [8], [10];

– автоматизація та оптимізація: програмне забезпечення BMC TrueSight Operations Management автоматизує процеси моніторингу та оптимізує ІТ-операції, зменшуючи необхідність ручного втручання та підвищуючи ефективність [8], [10];

– прогнозування продуктивності: завдяки використанню штучного інтелекту та аналітики, програмне забезпечення BMC TrueSight Operations Management може прогнозувати можливі проблеми, допомагаючи уникнути збоїв у роботі систем [8], [10];

– підтримка широкого спектра технологій: програмне забезпечення BMC TrueSight Operations Management підтримує різноманітні операційні системи, бази даних і технології, що робить її універсальним рішенням для підприємств із складною ІТ-інфраструктурою [8], [10].

Серед недоліків програмного забезпечення BMC TrueSight Operations Management можна відзначити те, що для малих організацій із менш складною ІТ-інфраструктурою функціонал BMC TrueSight Operations Management може бути надлишковим, і використання всіх можливостей програми може виявитися нерентабельним. Інтеграція та налаштування можуть бути складними та вимагати значних технічних знань і ресурсів, що може затримати впровадження та підвищити витрати на навчання персоналу. Іншим недоліком можна відзначити недостатню оперативність у вирішенні проблем і складності у взаємодії з технічною підтримкою [8], [10].

Програмне забезпечення Grafana Enterprise (рис. 1.2) є провідним рішенням для моніторингу ефективності інфраструктури підприємства, орієнтованим на створення складних і детальних візуальних представлень даних. Потужні інструменти візуалізації забезпечують чітке відображення складних наборів даних [8], [11].

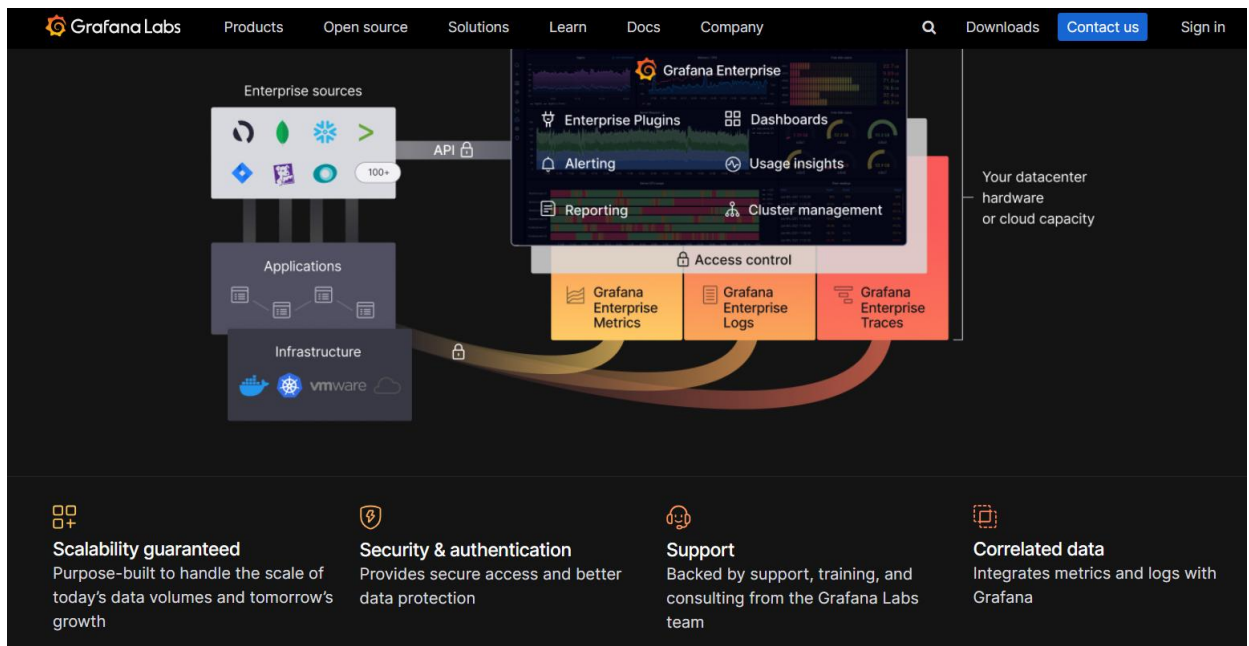


Рисунок 1.2 – Програмне забезпечення Grafana Enterprise [11]

Ефективність використання Grafana Enterprise як корпоративного програмного забезпечення для моніторингу з акцентом на візуалізацію обумовлена його здатністю ефективно перетворювати великі обсяги мережевого трафіку в зрозумілі графічні формати. Якість візуалізації робить його оптимальним варіантом для покращених можливостей відображення даних [8], [11].

Основними характеристиками Grafana Enterprise є розширені можливості створення шаблонів для налаштування відображення даних, моніторинг без агентів і інструменти для відстеження часу безвідмовної роботи та аналізу використання ЦП. Програмне забезпечення легко інтегрується з платформами Linux, Windows та iOS, що спрощує керування інфраструктурою в різних операційних системах [8], [11].

Сильна міжплатформна інтеграція, гнучкі параметри шаблонів і видатні можливості візуалізації для різних наборів даних є ключовими перевагами програмного рішення Grafana Enterprise [8], [11].

Програмне забезпечення Grafana Enterprise має такі особливості [8], [11]:

- покращені можливості візуалізації: програмне забезпечення Grafana Enterprise спеціалізується на створенні складних і детальних графічних представлень даних, що дозволяє чітко відображати навіть складні набори даних у зрозумілій формі [8], [11];

- гнучкі параметри шаблонів: програмне забезпечення Grafana Enterprise пропонує розширені можливості створення шаблонів, які дозволяють користувачам налаштовувати візуалізацію даних відповідно до своїх потреб, забезпечуючи гнучкість у відображенні інформації [8], [11];

- моніторинг без агентів: програмне забезпечення Grafana Enterprise підтримує моніторинг інфраструктури без необхідності встановлення додаткових агентів, що спрощує процес збору та аналізу даних [8], [11];

- підтримка міжплатформної інтеграції: програмне забезпечення Grafana Enterprise легко інтегрується з різними операційними системами, такими як Linux, Windows та iOS, що дозволяє централізовано керувати інфраструктурою на різних платформах [8], [11];

- інструменти для відстеження продуктивності: програмне забезпечення Grafana Enterprise надає інструменти для моніторингу часу безвідмовної роботи, використання центральних ресурсів та інших ключових показників продуктивності підприємства, що дозволяє оперативно виявляти та усувати проблеми [8], [11];

- масштабованість: програмне забезпечення Grafana Enterprise добре підходить для підприємств, які потребують масштабованих рішень для моніторингу великих і складних інфраструктур [8], [11];

- підтримка різних джерел даних: програмне забезпечення Grafana Enterprise може інтегруватися з широким спектром джерел даних, таких як

Prometheus, InfluxDB, Elasticsearch, та багато інших, що дозволяє централізувати та аналізувати інформацію з різних систем [8], [11].

Серед недоліків програмного забезпечення Grafana Enterprise можна відзначити те, що для малих організацій функціонал програми може бути надлишковим, і використання всіх можливостей програми може виявитися нерентабельним. Інтеграція та налаштування можуть бути складними та вимагати значних технічних знань і ресурсів, що може затримати впровадження та підвищити витрати на навчання персоналу. Іншим недоліком можна відзначити недостатню оперативність у вирішенні проблем і складності у взаємодії з технічною підтримкою [8], [11].

Програмне забезпечення Splunk Enterprise (рис. 1.3) є платформою для моніторингу ефективності діяльності підприємств, зосередженим на аналізі великих обсягів машинно-генерованих даних. Це програмне рішення розроблено для організацій, які прагнуть використовувати аналітичні дані для підвищення ефективності прийняття рішень [8], [12].



Рисунок 1.3 – Програмне забезпечення Splunk Enterprise [12]

Доцільність використання програмного забезпечення Splunk Enterprise обумовлена його здатністю перетворювати дані на цінну інформацію, що є критично важливим у сучасному світі, орієнтованому на дані. У порівнянні з іншими інструментами для оцінювання ефективності діяльності підприємств, у ПЗ Splunk Enterprise виділяється експертиза в області аналізу даних, що робить його оптимальним рішенням для підтримки прийняття рішень на основі даних [8], [12].

Основні характеристики Splunk Enterprise включають надійні інструменти і широкий спектр доповнень, які забезпечують глибоку аналітику даних і моніторинг інфраструктури, спрямовані на запобігання простою та підтримку безперебійної роботи. Splunk Enterprise також інтегрується з різними інструментами DevOps і підтримує конфігурації WMI для покращеного моніторингу [8], [12].

Переваги програмного забезпечення Splunk Enterprise включають широкі можливості інтеграції, які підвищують його універсальність, різноманітні доповнення для налаштування моніторингу та потужні аналітичні функції для забезпечення надійної інформації [8], [12].

Програмне забезпечення Splunk Enterprise має такі особливості [8], [12]:

- глибока аналітика даних: програмне забезпечення Splunk Enterprise спеціалізується на аналізі машинно-генерованих даних, таких як журнали подій, дані мережевого трафіку та інші великі масиви інформації щодо діяльності підприємства. Це дозволяє організаціям отримувати цінні інсайти для прийняття рішень [8], [12];

- потужні інструменти моніторингу: програмне забезпечення Splunk Enterprise надає можливості моніторингу інфраструктури в режимі реального часу, допомагаючи виявляти та усувати проблеми до того, як вони вплинуть на роботу [8], [12];

- різноманітні доповнення та розширення: програмне забезпечення Splunk Enterprise підтримує широкий спектр додаткових модулів і розширень,

що дозволяють налаштувати систему під конкретні потреби підприємства, забезпечуючи гнучкість і масштабованість [8], [12];

- інтеграція з DevOps інструментами: програмне забезпечення Splunk Enterprise легко інтегрується з популярними інструментами DevOps, що забезпечує безперервний моніторинг і аналітику в різних середовищах розробки [8], [12];

- підтримка WMI конфігурацій: програмне забезпечення Splunk Enterprise забезпечує покращений моніторинг і керування системами Windows, підвищуючи точність та ефективність операцій [8], [12];

- запобігання простою: завдяки своїм можливостям моніторингу та аналітики, програмне забезпечення Splunk Enterprise допомагає запобігти простою системи, забезпечуючи стабільну та безперебійну роботу інфраструктури [8], [12];

- універсальність: програмне забезпечення Splunk Enterprise підтримує широкий спектр інтеграцій, що дозволяє використовувати його в різних галузях і сценаріях застосування [8], [12].

Ці особливості роблять програмне забезпечення Splunk Enterprise потужним інструментом для підприємств, які прагнуть використовувати дані для оптимізації своєї діяльності та підвищення ефективності операцій [8], [12].

Серед недоліків програмного забезпечення Splunk Enterprise можна відзначити те, що для малих організацій функціонал програми може бути надлишковим, і використання всіх можливостей програми може виявитися нерентабельним. Інтеграція та налаштування можуть бути складними та вимагати значних технічних знань і ресурсів, що може затримати впровадження та підвищити витрати на навчання персоналу. Іншим недоліком можна відзначити недостатню оперативність у вирішенні проблем і складності у взаємодії з технічною підтримкою [8], [12].

Порівняльну характеристику програмного забезпечення для оцінювання ефективності діяльності підприємств наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняння програмного забезпечення для оцінювання ефективності діяльності підприємств

Критерій порівняння	TrueSight [10]	Grafana Enterprise [11]	Splunk Enterprise [12]
Можливості віддаленого моніторингу	+	–	+–
Масштабованість	–	+	+–
Можливості роботи з різними джерел даних	+–	+	–
Розширена аналітика даних	+	+–	+–
Засоби інтеграції з іншими платформами	+	+–	+–
Підтримка широкого спектра технологій	+	+–	+–

За результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що у наш час існує досить багато програмних засобів для оцінювання ефективності діяльності підприємств. Проте у деякому програмному забезпеченні для оцінювання ефективності діяльності підприємств результати аналізу можуть бути неточними, що може призвести до неправильних управлінських рішень. Це обумовлено використанням неефективних моделей для класифікації та прогнозування, а також низькою якістю та обсягу вхідних даних у процесі навчання таких моделей. Крім того, купівля, налаштування та підтримка програмного забезпечення для оцінювання ефективності діяльності підприємств може вимагати значних фінансових інвестицій, що є досить накладним, особливо для малого та середнього бізнесу, де бюджетні обмеження можуть стати бар'єром для впровадження таких рішень. Тому актуальною є розробка програмного забезпечення для аналізу ефективності

діяльності підприємств, що дозволяє синтезувати ефективні моделі для класифікації та прогнозування на основі наявних даних.

При розробці програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств необхідно забезпечити такі функціональні вимоги:

- підтримка можливості завантаження вхідних даних про діяльність підприємства;
- підтримка можливості відображення вхідних даних у табличному вигляді;
- можливість виведення основних характеристик про вхідні дані, зокрема, кількість записів (екземплярів навчальної вибірки, діапазону даних та ін.);
- можливість синтезу нейромережових моделей на основі вхідних даних для оцінювання ефективності діяльності підприємства;
- підтримка можливості виведення результатів синтезу нейромережових моделей оцінювання діяльності підприємства;
- підтримка можливості використання синтезованих нейромоделей для оцінювання діяльності підприємства.

1.3 Висновки за розділом 1

Відзначено, що оцінювання ефективності діяльності підприємств є ключовим процесом, який допомагає визначити, наскільки успішно компанія досягає своїх стратегічних та операційних цілей. Розглянуто підходи та технології до кількісного оцінювання ефективності діяльності підприємства, зокрема параметричні та непараметричні методи аналізу. Відзначено, що останнім часом набуло широкого використання нейронних мереж для моделювання складних залежностей. Показано, що застосування нейронних мереж для аналізу ефективності діяльності підприємств є доцільним завдяки їхній здатності обробляти великі обсяги даних і виявляти складні взаємозв'язки між різними чинниками ефективності. Нейронні мережі,

особливо глибокі нейронні мережі, можуть надавати точніші і детальніші оцінки, ніж традиційні методи, завдяки своїй здатності до автоматичного навчання і адаптації.

За результатами проведеного аналізу зроблено висновок, що у наш час існує досить багато програмних засобів для оцінювання ефективності діяльності підприємств. Проте у деякому програмному забезпеченні для оцінювання ефективності діяльності підприємств результати аналізу можуть бути неточними, що може призвести до неправильних управлінських рішень. Це обумовлено використанням неефективних моделей для класифікації та прогнозування, а також низькою якістю та обсягу вхідних даних у процесі навчання таких моделей. Крім того, купівля, налаштування та підтримка програмного забезпечення для оцінювання ефективності діяльності підприємств може вимагати значних фінансових інвестицій, що є досить накладним, особливо для малого та середнього бізнесу, де бюджетні обмеження можуть стати бар'єром для впровадження таких рішень. Тому актуальною є розробка програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств, що дозволяє синтезувати ефективні моделі для класифікації та прогнозування на основі наявних даних.

Сформульовано функціональні вимоги до програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

2.1 Вибір мови програмування

При розробці програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств було використано мову програмування R [13], [14].

R – це мова програмування та програмне середовище, призначене для статистичних обчислень, аналізу даних і їх візуалізації в графічній формі. На розвиток R значно вплинули дві існуючі мови програмування. R є інтерпретованою мовою програмування, орієнтованою на роботу з наборами даних. Для виконання R-кодів потрібне середовище виконання. R розповсюджується під відкритою ліцензією, і доступні збірки для різних платформ. Ще однією перевагою мови є наявність великої кількості додаткових пакетів, які прискорюють розробку за рахунок повторного використання готового коду. Починаючи з MS SQL Server, Microsoft інтегрувала R у середовище MS SQL Server, що дозволяє використовувати функції R в SQL-запитах, розширюючи можливості обробки даних [13], [14].

Мова програмування R створена саме для статистичного аналізу та візуалізації даних, що робить її ідеальною для задач, пов'язаних із аналізом ефективності підприємств. R має велику кількість бібліотек і пакетів, спеціально розроблених для статистичних методів, економічних моделей, машинного навчання, які дозволяють здійснювати точні розрахунки та моделювання [13], [14].

R є відкритою мовою, що дозволяє компаніям зекономити на ліцензійних витратах. Велика кількість користувачів і розробників R постійно створює нові пакети та покращує існуючі, що забезпечує доступ до сучасних аналітичних інструментів [13], [14].

Мова програмування R може ефективно працювати з великими масивами даних, що важливо для підприємств, які хочуть аналізувати ефективність своєї діяльності на основі великих баз даних. Завдяки підтримці методів машинного навчання, R може бути використана для створення

прогнозів ефективності та сценаріїв розвитку підприємства. В мові R доступні різні алгоритми машинного навчання та статистичного аналізу, які можуть бути адаптовані під специфічні задачі підприємства [13], [14].

Обґрунтування вибору мови програмування для розробки програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Обґрунтування вибору мови програмування для розробки програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств

Критерій порівняння мов програмування	Мова програмування		
	R	Python	Matlab
Зручність синтаксису	+	+—	+
Гнучкість у роботі з великими даними	+	+	+—
Підтримка машинного навчання та штучного інтелекту	+	+	+—
Зручність для створення ПЗ для аналізу ефективності діяльності підприємств	+	—	—
Потужні можливості візуалізації	+	+	+—

Отже, для реалізації програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств обрано мову програмування R, яка може ефективно працювати з великими масивами даних, що важливо для підприємств, які хочуть аналізувати ефективність своєї діяльності на основі великих баз даних. Крім того, R легко інтегрується з іншими програмними системами, такими як SQL, Hadoop та платформами для хмарних обчислень, що дозволяє проводити складні обчислення на великих обсягах даних. Іншою перевагою є те, що R має потужні інструменти для візуалізації даних, які

дозволяють створювати детальні звіти та діаграми для відображення результатів аналізу ефективності підприємства.

Для розробки програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств додатково було використано C# разом з інтегрованим середовищем розробки Microsoft Visual Studio. Ця мова використовувалася для створення графічного інтерфейсу користувача та організації взаємодії між модулями.

2.2 Вибір середовища розробки для створення програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств

В якості середовища розробки для створення програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств було обрано середовище RStudio [15], [16].

RStudio є безкоштовним та з відкритим вихідним кодом інтегроване середовище розробки для мови програмування R, яка спеціалізується на обчислювальній статистиці та візуалізації даних. RStudio надає розробникам зручний інтерфейс для написання, налагодження та виконання R-коду, що робить його незамінним інструментом для аналізу даних [15], [16].

RStudio доступне у двох версіях. RStudio Desktop працює як звичайна програма на комп'ютері і доступне для платформ Windows, OS X та Linux. Ця версія дозволяє запускати R-програми локально, забезпечуючи швидкий доступ до інструментів розробки. RStudio Server, з іншого боку, дозволяє користувачам отримувати доступ до середовища RStudio, яке працює на віддаленому сервері з операційною системою Linux. Це здійснюється через вебінтерфейс, що дозволяє працювати з R-кодом, не встановлюючи додаткове програмне забезпечення на локальному комп'ютері. Таке програмне рішення зручно для командної роботи та роботи з великими обчислювальними ресурсами [15], [16].

Середовище розробки RStudio доступне як у безкоштовній версії, так і в комерційних редакціях, які пропонують розширені можливості для професійних користувачів. Комерційні версії, такі як RStudio Server Pro, надають додаткові функції, включаючи покращену безпеку, масштабованість та підтримку корпоративних середовищ. RStudio можна використовувати як на настільних комп'ютерах з операційними системами Windows, OS X та Linux, так і через браузер, підключившись до RStudio Server або RStudio Server Pro, що підтримують відповідні сервери [15], [16].

Обґрунтування вибору середовища розробки для створення програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Обґрунтування вибору середовища розробки для створення програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств

Критерій порівняння середовищ розробки	Середовища розробки		
	RStudio	JupyterLab	PyCharm
Глибока інтеграція з мовою R	+	+—	—
Широкий спектр навчальних матеріалів	+	+—	+
Підтримка хмарних технологій	+	+	+—
Потужні інструменти для аналізу даних	+	+—	+—
Розширені можливості візуалізації	+	—	+

Таким чином, для створення програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств обрано середовище розробки RStudio завдяки гнучкості, потужним аналітичним можливостям, зручному інтерфейсу та підтримці командної роботи. Його використання дозволяє швидко створювати та підтримувати програмне забезпечення для складного аналізу даних і прийняття обґрунтованих бізнес-рішень. Крім того, RStudio підтримує роботу з великими обсягами даних, що є ключовим для аналізу ефективності діяльності підприємств. Інтеграція з базами даних та інші можливості для імпорту/експорту даних значно спрощують процес аналізу. RStudio надає вбудовані інструменти для очищення даних, маніпуляцій з ними, а також для проведення складних статистичних обчислень.

Крім того, RStudio інтегроване в інструменти розробки MS SQL Server Data Tools – розширення для MS Visual Studio, яке дозволяє працювати з проектами MS SQL Server, використовуючи потужність R для аналізу та обробки даних прямо в середовищі Microsoft [15], [16].

Для реалізації завдання було обрано середовище розробки RStudio Desktop. Основними критеріями вибору були надійність середовища, наявність інструментів для налагодження та додаткових функцій для швидкого написання коду. Ці переваги роблять RStudio ідеальним вибором для ефективної роботи з даними та статистичними моделями, забезпечуючи високу продуктивність та зручність у використанні [15], [16].

2.3 Розробка методу аналізу ефективності діяльності підприємств на основі нейроеволюційного підходу

Для створення програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств розроблено метод аналізу ефективності діяльності підприємств на основі нейроеволюційного підходу.

На першому етапі методу аналізу ефективності діяльності підприємств на основі нейроеволюційного підходу виконується збір та попередній аналіз

вхідних даних, де ключовою задачею є підготовка якісного набору вхідних даних. На цьому етапі аналізується наявна на підприємстві інформація, обираються вхідні ознаки та цільові критерії. За необхідності проводиться відбір інформативних ознак.

На початку необхідно визначити основні джерела даних. Це можуть бути внутрішні системи підприємства (фінансові звіти, дані наявних програмних систем, бази даних продажів, виробничі показники) та зовнішні джерела (ринкові дані, дані конкурентів, макроекономічні показники).

Зібрані дані мають бути інтегровані в єдиний набір для подальшого аналізу. Це може вимагати об'єднання інформації з різних баз даних або джерел, використовуючи процеси витягу, трансформації та завантаження даних.

На другому етапі виконуються завантаження та підготовка вхідних даних. За необхідності видаляються неадекватні та надлишкові дані, заповнюються дані з пропусками. На цьому етапі необхідно перевірити дані на наявність помилок, відсутніх або некоректних значень, дубльованих записів. Очищення може включати заповнення відсутніх значень, видалення або коригування помилкових записів. Для коректної роботи нейроеволюційного підходу дані мають бути приведені до єдиного формату та масштабу. Це включає нормалізацію числових значень, категоризацію текстових або якісних показників, а також кодування категоріальних змінних. У разі потреби дані можуть бути агреговані для зменшення їх обсягу або підготовки до аналізу на вищому рівні (наприклад, об'єднання показників по місяцях замість щоденних значень).

Також виконується визначення цільової змінної: обирається цільова змінна або метрика, яка буде оцінюватися в рамках нейроеволюційного підходу (наприклад, прибутковість, продуктивність, рентабельність). Після попереднього аналізу обираються найінформативніші ознаки для подальшого моделювання. Це може включати використання методів відбору ознак або інженерію ознак для підвищення якості моделі.

Отже, як наслідок виконання перших двох етапів методу створюється якісний та всебічний набір даних, що дозволить моделі нейроеволюційного аналізу ефективно працювати на наступних етапах. Він закладає основу для точного та надійного моделювання шляхом очищення, нормалізації та попереднього аналізу даних.

На третьому етапі обираються моделі, які будуть використовуватися для оцінювання ефективності діяльності підприємства. На цьому етапі враховуються обмеження щодо часу, доступних ресурсів та обсягу даних. Також визначаються вимоги до точності та інтерпретованості моделей.

Як такі моделі можуть використовуватися класичні моделі та моделі на основі штучних нейронних мереж. Можуть бути використані такі традиційні підходи, як лінійна регресія, логістична регресія, дерева рішень та методи найближчих сусідів. Ці моделі можуть бути ефективними для виявлення простих закономірностей та інтерпретації результатів. Нейронні мережі є потужним інструментом для роботи з великими обсягами даних та виявлення складних нелінійних залежностей. До таких моделей належать багат шарові перцептрони, згорткові нейронні мережі, рекурентні нейронні мережі тощо.

Також можуть використовуватися ансамблеві методи, зокрема, моделі на основі випадкового лісу (Random Forest), градієнтний бустинг (Gradient Boosting) та стекінг моделей. Це дозволяє комбінувати результати кількох моделей для підвищення точності оцінки. Гібридні моделі поєднують класичні методи з нейронними мережами та еволюційними алгоритмами. Використання таких моделей може забезпечити більш точні прогнози та кращу адаптацію до різних типів даних.

Далі на четвертому етапі відбувається процес синтезу моделей, обраних як базис на попередньому етапі. Для обраних моделей важливо підібрати оптимальні гіперпараметри, які впливають на продуктивність та точність моделювання. Це може бути здійснено за допомогою методів перехресної валідації, випадкового пошуку (Random Search) або байєсової оптимізації.

Для синтезу доцільно використовувати генетичні алгоритми. У рамках нейроеволюційного підходу еволюційні або генетичні алгоритми можуть бути використані для автоматичного пошуку оптимальних архітектур нейронних мереж. Це забезпечить створення моделей, які найбільш ефективно розв'язують завдання оцінювання ефективності підприємства.

На п'ятому етапі виконується оцінка якості синтезованих моделей. На цьому етапі важливо обрати метрики для оцінки якості моделей, такі як точність (accuracy), середньоквадратична похибка (MSE), R-квадрат, ROC-крива та інші, залежно від типу задачі (регресія чи класифікація). Обрані моделі повинні бути протестовані на тестових даних для перевірки їхньої здатності до узагальнення та точності прогнозів. Це дозволяє оцінити, наскільки ефективно модель зможе працювати на нових даних. У випадку, якщо модель не задовольняє визначені критерії якості, виконується синтез моделі іншого типу.

На шостому етапі виконується використання синтезованої моделі для аналізу ефективності діяльності підприємства. На цьому етапі синтезована модель, розроблена і налаштована на попередніх етапах, використовується для безпосереднього аналізу ефективності діяльності підприємства. Метою цього етапу є оцінка поточного стану підприємства, виявлення сильних і слабких сторін, а також надання рекомендацій щодо оптимізації бізнес-процесів. Результати моделювання повинні бути інтерпретовані для отримання зрозумілих і практичних висновків. Це включає аналіз показників, визначених моделлю, та їх впливу на загальну ефективність підприємства. Для спрощення інтерпретації результатів можна використовувати різні методи візуалізації, такі як графіки, діаграми та інші інтерактивні засоби. Це дозволяє представити ключові показники і залежності більш наочно. Модель може надавати рекомендації щодо оптимізації процесів для підвищення ефективності діяльності підприємства. Це можуть бути конкретні поради щодо змін у виробництві, маркетингу, фінансовому управлінні чи організації роботи персоналу. Використовуючи модель, можна провести прогнозування різних

сценаріїв розвитку підприємства, таких як оптимістичний, песимістичний та базовий сценарії. Це дозволить краще підготуватися до можливих змін і адаптувати стратегію.

Запропоновано метод аналізу ефективності діяльності підприємств на основі нейроеволюційного підходу, який поєднує в собі засоби моделювання на основі нейронних мереж для апроксимації складних залежностей з еволюційними алгоритмами для оптимізації структури моделей. Цей метод передбачає збір і попередній аналіз даних, вибір та налаштування нейромережевих моделей, їх використання для прогнозування та оцінки ефективності діяльності підприємства. Завдяки адаптивності та точності, нейроеволюційний підхід дозволяє підприємствам приймати обґрунтовані рішення та підвищувати ефективність своєї діяльності в умовах невизначеності та динамічних змін.

2.4 Висновки за розділом 2

Для реалізації програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств обрано мову програмування R, яка може ефективно працювати з великими масивами даних, що важливо для підприємств, які хочуть аналізувати ефективність своєї діяльності на основі великих баз даних. Крім того, R легко інтегрується з іншими програмними системами, такими як SQL, Hadoop та платформами для хмарних обчислень, що дозволяє проводити складні обчислення на великих обсягах даних. Іншою перевагою є те, що R має потужні інструменти для візуалізації даних, які дозволяють створювати детальні звіти та діаграми для відображення результатів аналізу ефективності підприємства.

Для створення програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств обрано середовище розробки RStudio завдяки гнучкості, потужним аналітичним можливостям, зручному інтерфейсу та підтримці командної роботи. Його використання дозволяє швидко створювати

та підтримувати програмне забезпечення для складного аналізу даних і прийняття обґрунтованих бізнес-рішень. Крім того, RStudio підтримує роботу з великими обсягами даних, що є ключовим для аналізу ефективності діяльності підприємств. Інтеграція з базами даних та інші можливості для імпорту/експорту даних значно спрощують процес аналізу. RStudio надає вбудовані інструменти для очищення даних, маніпуляцій з ними, а також для проведення складних статистичних обчислень.

Запропоновано метод аналізу ефективності діяльності підприємств на основі нейроеволюційного підходу, який поєднує в собі засоби моделювання на основі нейронних мереж для апроксимації складних залежностей з еволюційними алгоритмами для оптимізації структури моделей. Цей метод передбачає збір і попередній аналіз даних, вибір та налаштування нейромережових моделей, їх використання для прогнозування та оцінки ефективності діяльності підприємства. Завдяки адаптивності та точності, нейроеволюційний підхід дозволяє підприємствам приймати обґрунтовані рішення та підвищувати ефективність своєї діяльності в умовах невизначеності та динамічних змін.

3 ОПИС ПРОГРАМИ

3.1 Структура програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств

Структуру програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств наведено на рис. 3.1.

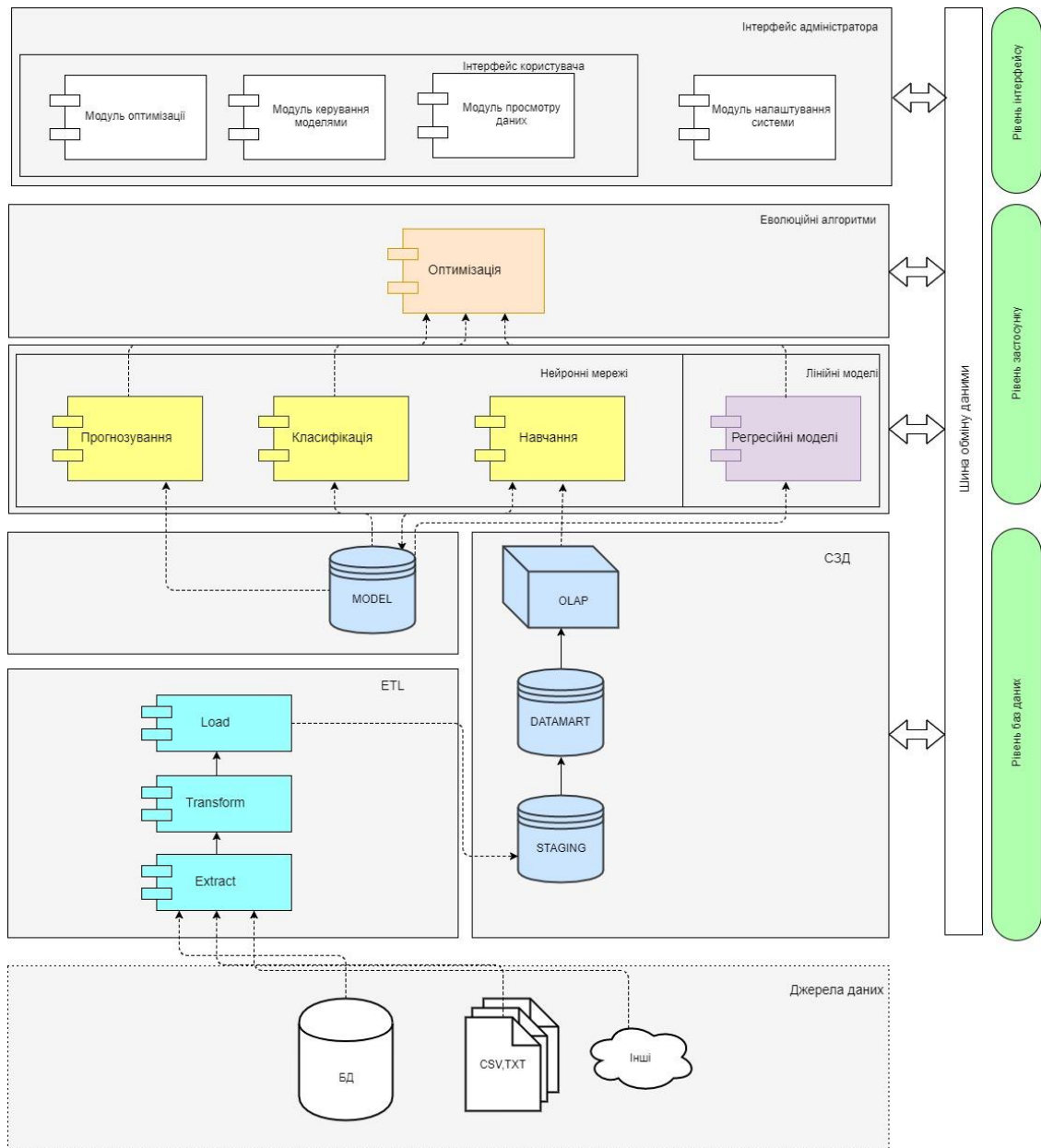


Рисунок 3.1 – Структура програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств

Як видно з рис. 3.1, програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств складається з компонентів інтерфейсного рівня, рівня застосунку та компонентів рівня даних.

Рівень інтерфейсу програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств включає модулі, які забезпечують графічний інтерфейс для взаємодії користувача із програмою.

На рівні застосунку програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств розташовані модулі, що виконують обчислення: модулі для нейронних мереж та еволюційних методів.

На рівні даних програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств знаходяться модулі, що відповідають за початкове завантаження даних, а також бази даних, які використовуються як джерела для розрахунків і для збереження отриманих результатів.

Обмін інформацією між цими рівнями відбувається через програмну шину для передачі даних.

3.2 Опис функціонування компонентів програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств

Рівень даних програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств включає два ключові модулі: модуль завантаження, обробки та зберігання даних та модуль системи зберігання даних (СЗД). Також на цьому рівні є окремий підмодуль для збереження даних нейромережевих моделей та еволюційних алгоритмів.

Усі компоненти цього рівня реалізовані на основі технологій Microsoft SQL Server. Модуль завантаження, обробки та зберігання даних реалізовано за допомогою SQL Server Integration Services.

Модуль системи зберігання даних складається з двох реляційних баз даних. База даних STAGING призначена для зберігання даних, завантажених із зовнішніх джерел для подальшого перетворення та перенесення в базу

даних DATAMART. База даних DATAMART використовується для зберігання оброблених та підготовлених для аналізу даних. Дані в DATAMART нормалізовані та пов'язані за допомогою ключів. Ця база даних слугує джерелом для подальшого синтезу нейромережових моделей.

Для реалізації модуля системи зберігання даних використовуються технології SQL Server Database Engine, а також SQL Server Analysis Services.

Основний обчислювальний блок програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств знаходиться на рівні застосунку і включає модулі штучних нейронних мереж (ШНМ), еволюційних алгоритмів та регресійних моделей.

Модуль штучних нейронних мереж складається з трьох підмодулів: модуль навчання мережі; модуль класифікації за допомогою нейронної мережі та модуль прогнозування на основі ШНМ.

Модуль навчання штучних нейронних мереж призначений для синтезу нейронних мереж на даних, отриманих з бази даних рівня даних. Після навчання вагові коефіцієнти моделі зберігаються в базі даних моделі на рівні даних.

Модуль класифікації програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств використовує штучні нейронні мережі для вирішення задачі оптимізації через класифікацію. Для цього модуль застосовує вагові коефіцієнти і моделі, збережені в базі даних моделі.

Модуль прогнозування програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств використовує штучні нейронні мережі для вирішення задачі оптимізації шляхом прогнозування для обчислення дійсного значення вихідного параметру, також базуючись на вагових коефіцієнтах і моделях з бази даних моделі.

Модуль регресійних моделей програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств призначений для вирішення задачі оптимізації через прогнозування за допомогою методів регресійного аналізу.

Результати, отримані модулями прогнозування та класифікації програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств, передаються до модуля оптимізації блоку еволюційних методів. Цей модуль програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств, використовуючи еволюційні методи, обирає найбільш ефективну модель для вирішення задачі оптимізації на основі заданих параметрів.

Модулі на рівні застосунку програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств реалізовані на мові R.

Рівень інтерфейсу програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств представлений набором форм користувача, створених за допомогою мови програмування C#. Основні функції модулів цього рівня програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств включають: модуль оптимізації програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств використовується для запуску процесу оптимізації та відображення його результатів; модуль управління розпізнавальними та прогностичними моделями дозволяє керувати нейромережевими моделями, включаючи ручне налаштування вагових коефіцієнтів нейронних мереж, регресійних коефіцієнтів тощо; модуль перегляду даних використовується для візуалізації даних та результатів аналізу; модуль налаштувань системи являє собою адміністративний інтерфейс, призначений для налаштувань програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств.

Важливою частиною програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств є засоби обміну даними, що забезпечують взаємодію між різними модулями та рівнями програми. У програмному забезпеченні для аналізу ефективності діяльності підприємств шина обміну даними реалізована у вигляді бібліотеки, створеної з використанням мови C#.

3.3 Розробка бази даних програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств

Програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств працює з декількома базами даних.

База даних STAGING програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств призначена для зберігання даних, отриманих з первинних джерел, тобто необроблених та непідготовлених для аналізу даних.

Схему бази даних STAGING програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств наведено на рис. 3.2.

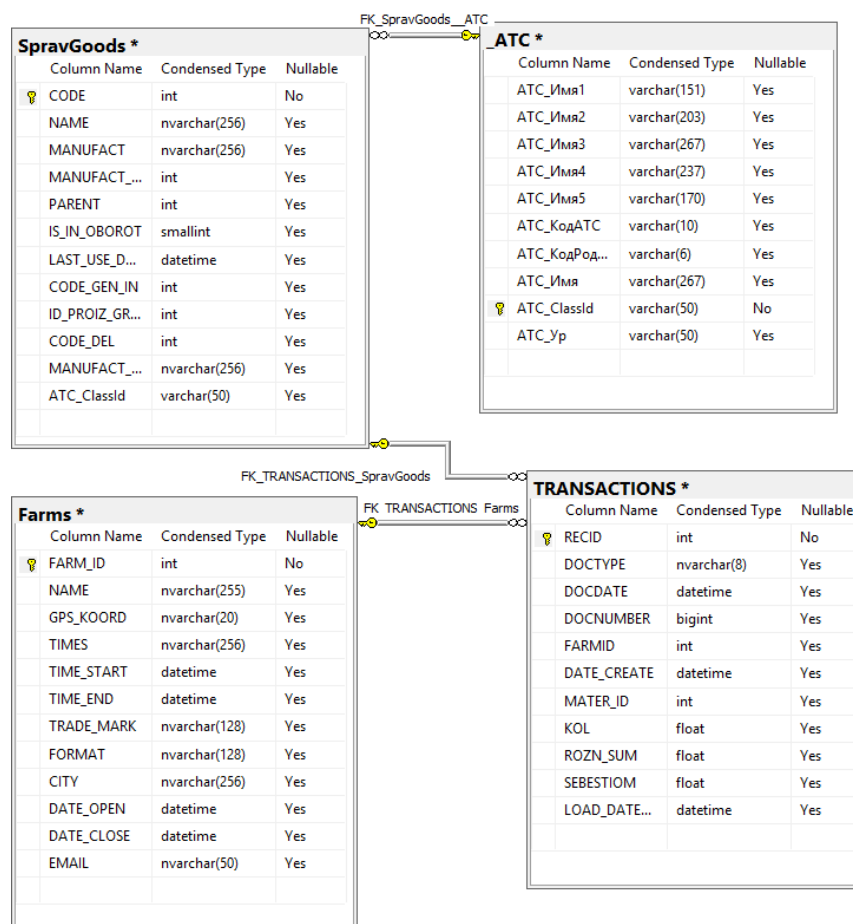


Рисунок 3.2 – Схема бази даних STAGING програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств

База даних DATAMART програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств призначена для зберігання оброблених та підготовлених для аналізу даних. Дані в базі DATAMART нормалізовані та пов'язані за допомогою ключів. Ця база даних слугує джерелом для подальшого синтезу нейромережових моделей.

Схему бази даних DATAMART програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств наведено на рис. 3.3.

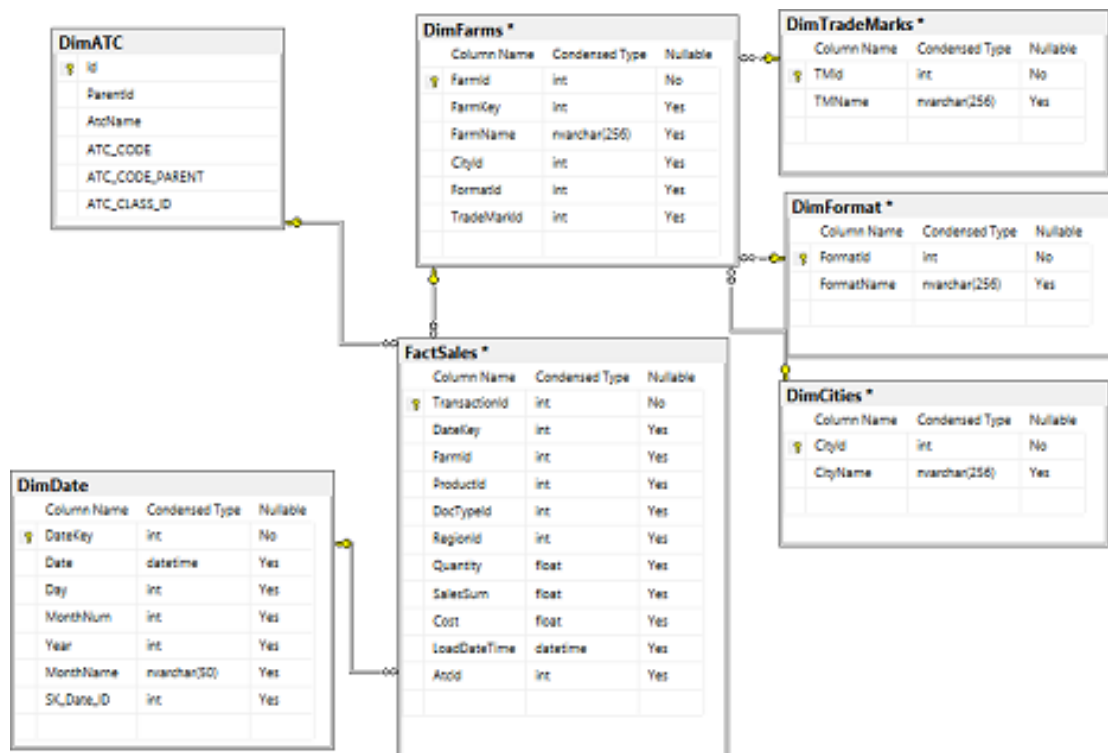


Рисунок 3.3 – Схема бази даних DATAMART програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств

Схема бази даних DATAMART програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств відображає концептуальні зв'язки між обраними елементами у відповідній предметній області. Основними сутностями бази даних обрано такі, що дозволяють зберігати оброблену інформацію про діяльність підприємства, зокрема, дані про продажі продукції.

3.4 Проектування інтерфейсу програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств

Проектування інтерфейсу взаємодії користувача з програмним забезпеченням для аналізу ефективності діяльності підприємств виконано з урахуванням вимог технічного завдання. При розробленні програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств враховані функціональні вимоги до програми:

- підтримка можливості завантаження вхідних даних про діяльність підприємства;
- підтримка можливості відображення вхідних даних у табличному вигляді;
- можливість виведення основних характеристик про вхідні дані, зокрема, кількість записів (екземплярів навчальної вибірки, діапазону даних та ін.);
- можливість синтезу нейромережових моделей на основі вхідних даних для оцінювання ефективності діяльності підприємства;
- підтримка можливості виведення результатів синтезу нейромережових моделей оцінювання діяльності підприємства;
- підтримка можливості використання синтезованих нейромоделей для оцінювання діяльності підприємства.

Інтерфейс головної форми програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств наведено на рис. 3.4.

Вкладка синтезу нейромережової моделі для аналізу ефективності діяльності підприємства наведена на рис. 3.5.

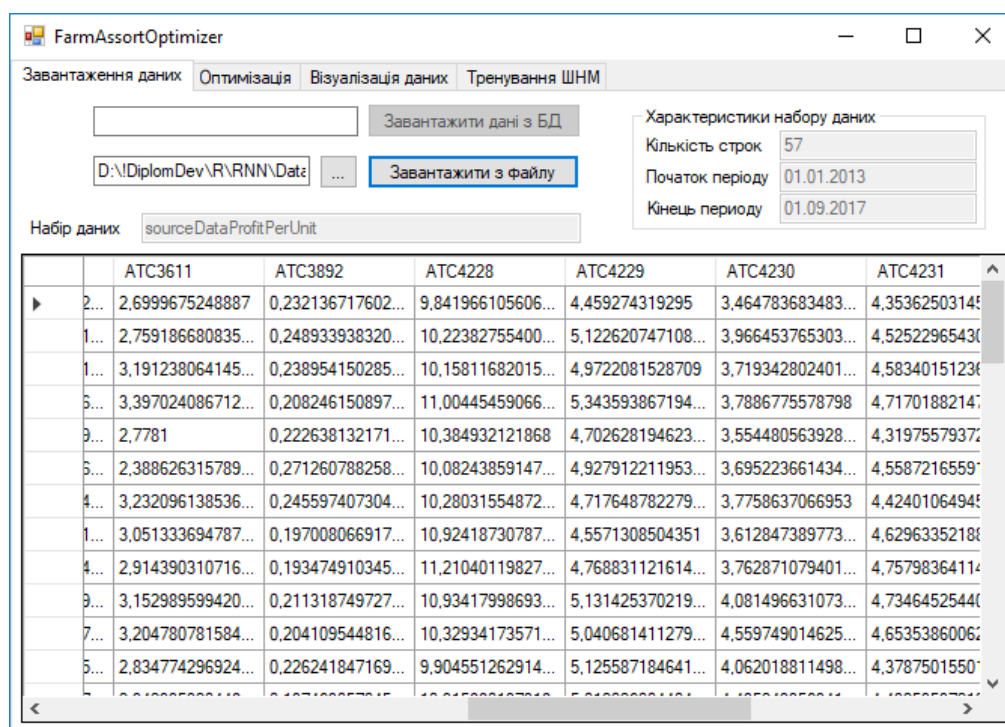


Рисунок 3.4 – Інтерфейс головної форми програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств

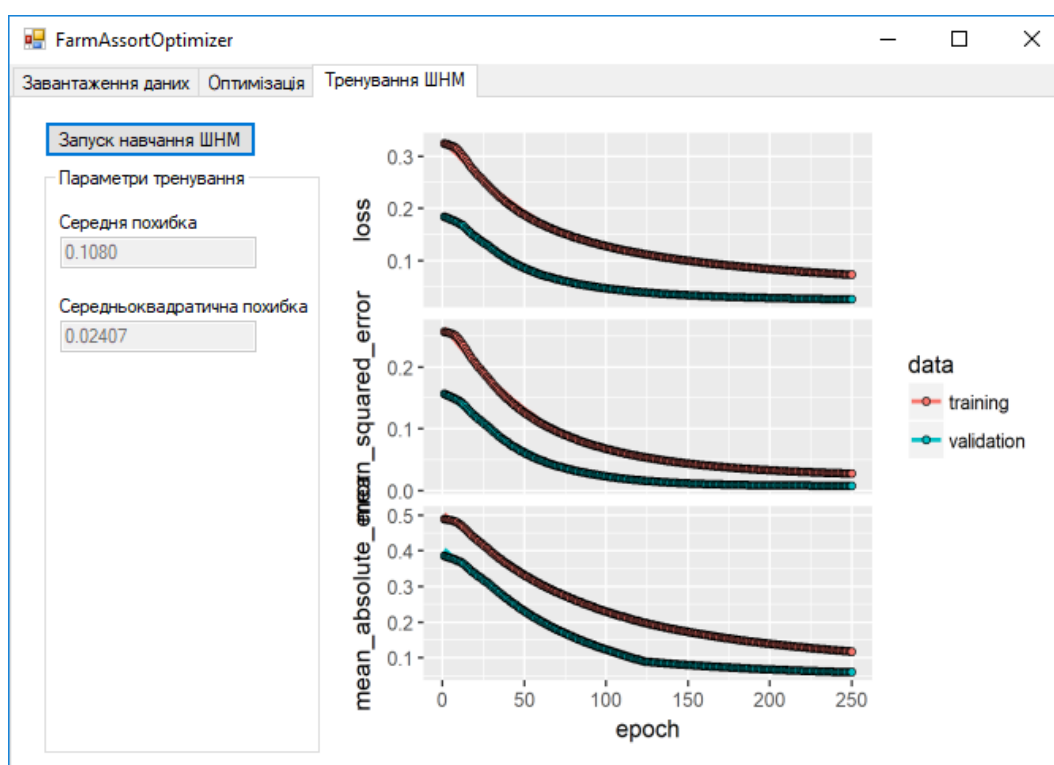


Рисунок 3.5 – Вкладка синтезу нейромережової моделі для аналізу ефективності діяльності підприємства

Вкладка використання синтезованих моделей для обчислення показників діяльності підприємства наведена на рис. 3.6.

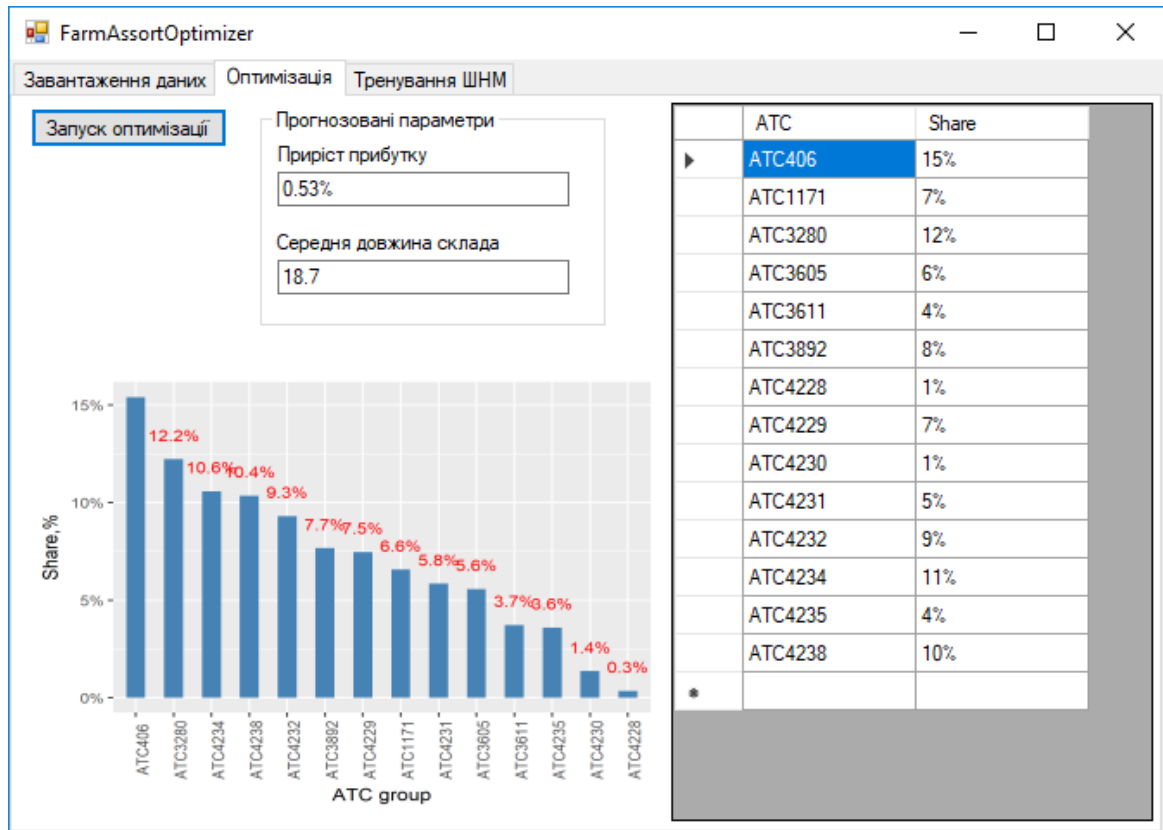


Рисунок 3.6 – Вкладка використання синтезованих моделей для обчислення показників діяльності підприємства

3.5 Висновки за розділом 3

Розроблено програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств.

Запропоновано структуру програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств. Визначено, що програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств складається з компонентів інтерфейсного рівня, рівня застосунку та компонентів рівня даних. Рівень інтерфейсу включає модулі, які забезпечують графічний інтерфейс для взаємодії користувача із програмою. На рівні застосунку програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств розташовані

модулі, що виконують обчислення: модулі для нейронних мереж та еволюційних методів. На рівні даних програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств знаходяться модулі, що відповідають за початкове завантаження даних, а також бази даних, які використовуються як джерела для розрахунків і для збереження отриманих результатів.

Розроблено бази даних програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств. База даних STAGING програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств призначена для зберігання даних, отриманих з первинних джерел, тобто необроблених та непідготовлених для аналізу даних. База даних DATAMART програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств призначена для зберігання оброблених та підготовлених для аналізу даних. Дані в базі DATAMART нормалізовані та пов'язані за допомогою ключів. Ця база даних слугує джерелом для подальшого синтезу нейромережових моделей.

Описано функціонування програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств.

Описано особливості реалізації програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств. Виконано проєктування інтерфейсу взаємодії користувача з програмним забезпеченням для аналізу ефективності діяльності підприємств.

4 ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ТЕСТУВАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМИ

4.1 Призначення й умови застосування програми

Програма призначена для підтримки процесу аналізу ефективності діяльності підприємств. Програма написана на мові R, яка може ефективно працювати з великими масивами даних, що важливо для підприємств, які хочуть аналізувати ефективність своєї діяльності на основі великих баз даних. В якості середовища розробки для створення програмного забезпечення для підтримки процесу аналізу ефективності діяльності підприємств обрано RStudio завдяки гнучкості, потужним аналітичним можливостям, зручному інтерфейсу та підтримці командної роботи.

Програмне забезпечення для підтримки процесу аналізу ефективності діяльності підприємств забезпечує виконання таких функцій:

- підтримка можливості завантаження вхідних даних про діяльність підприємства;
- підтримка можливості відображення вхідних даних у табличному вигляді;
- можливість виведення основних характеристик про вхідні дані, зокрема, кількість записів (екземплярів навчальної вибірки, діапазону даних та ін.);
- можливість синтезу нейромережових моделей на основі вхідних даних для оцінювання ефективності діяльності підприємства;
- підтримка можливості виведення результатів синтезу нейромережових моделей оцінювання діяльності підприємства;
- підтримка можливості використання синтезованих нейромоделей для оцінювання діяльності підприємства.

Для експлуатації програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств необхідно таке апаратне та програмне забезпечення:

- платформа x64;

- оперативна пам'ять об'ємом 500 Мб і більше;
- не менше 5 Гб вільного простору на запам'ятовуючому пристрою апаратного засобу;
- процесор із тактовою частотою не менше 2 ГГц;
- встановлена операційна система Windows.

Функціональні характеристики розробленого програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств наведено у технічному завданні (додаток А). Фрагмент тексту програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств наведено у додатку Б.

4.2 Характеристики програми для аналізу ефективності діяльності підприємств

Програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств складається з компонентів інтерфейсного рівня, рівня застосунку та компонентів рівня даних. Рівень інтерфейсу включає модулі, які забезпечують графічний інтерфейс для взаємодії користувача із програмою. На рівні застосунку ПЗ для аналізу ефективності діяльності підприємств розташовані модулі, що виконують обчислення: модулі для нейронних мереж та еволюційних методів. На рівні даних програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств знаходяться модулі, що відповідають за початкове завантаження даних, а також бази даних, які використовуються як джерела для розрахунків і для збереження отриманих результатів.

4.3 Інструкція по експлуатації програми

4.3.1 Звернення до програми

Для запуску програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств необхідно запустити головний файл стандартними засобами операційної системи.

4.3.2 Вхідні й вихідні дані

Вхідними даними до програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств є інформація про діяльність підприємства, зокрема, дані про продажі, залишки, прибуток та ін.

Вихідними даними програмного забезпечення для підтримки аналізу ефективності діяльності підприємств є синтезовані нейромережеві моделі, а також результати аналізу ефективності діяльності підприємства та ін.

4.3.3 Повідомлення

Користувач програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств може отримати такі повідомлення: повідомлення про успішне завантаження вхідних даних, повідомлення про помилку завантаження даних, повідомлення про успішне завершення синтезу нейромережевої моделі та ін.

4.4 Виконання програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств

Після запуску програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств з'являється головна форма (рис. 4.1), де відображено вкладки для завантаження даних, синтезу нейромережевих моделей, оцінювання діяльності підприємства (оптимізації його діяльності) та візуалізації даних. На вкладці Завантаження даних головної форми користувач може завантажити дані з файлу, натиснувши кнопку Завантажити з файлу, а також отримати характеристики вхідного набору даних, зокрема, період отримання даних, кількість екземплярів вибірки та ін.

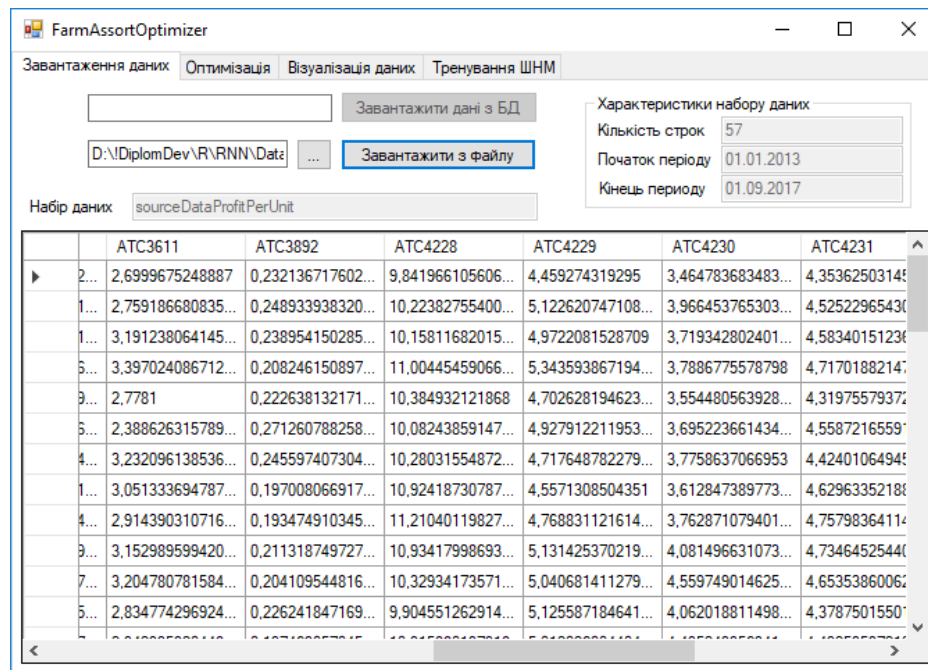


Рисунок 4.1 – Інтерфейс головної форми програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств

При виборі вкладки Тренування ШНМ відкривається вікно (рис. 4.2), де користувач може запустити процес синтезу нейромережевої моделі. За результатами синтезу відображаються графіки процесу навчання, а також помилки синтезованої моделі.

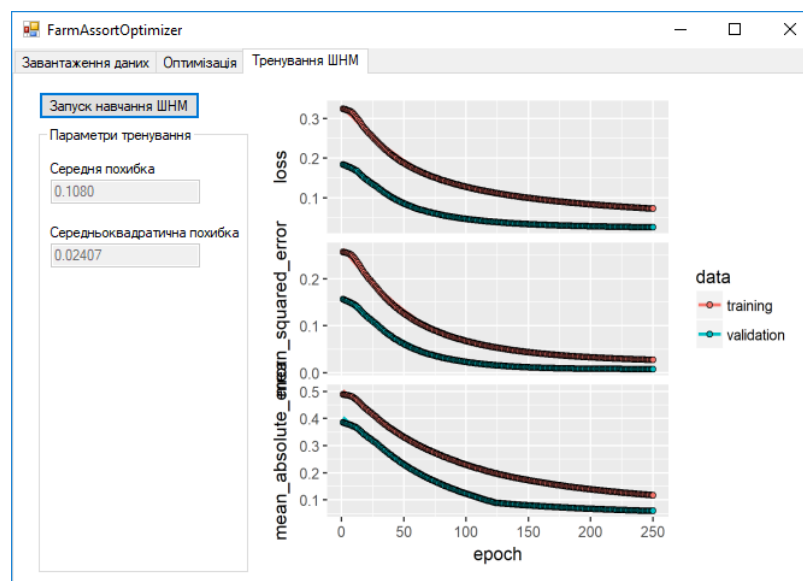


Рисунок 4.2 – Вкладка синтезу нейромережевої моделі для аналізу ефективності діяльності підприємства

Для отримання можливості використання синтезованих нейромоделей для оцінювання діяльності підприємства необхідно перейти на вкладку Оптимізація (рис. 4.3). Після натискання кнопки Оптимізація програмне забезпечення на основі синтезованої нейромережевої моделі та вхідних даних розрахує параметри ефективності діяльності підприємства, зокрема, приріст прибутку та ін.

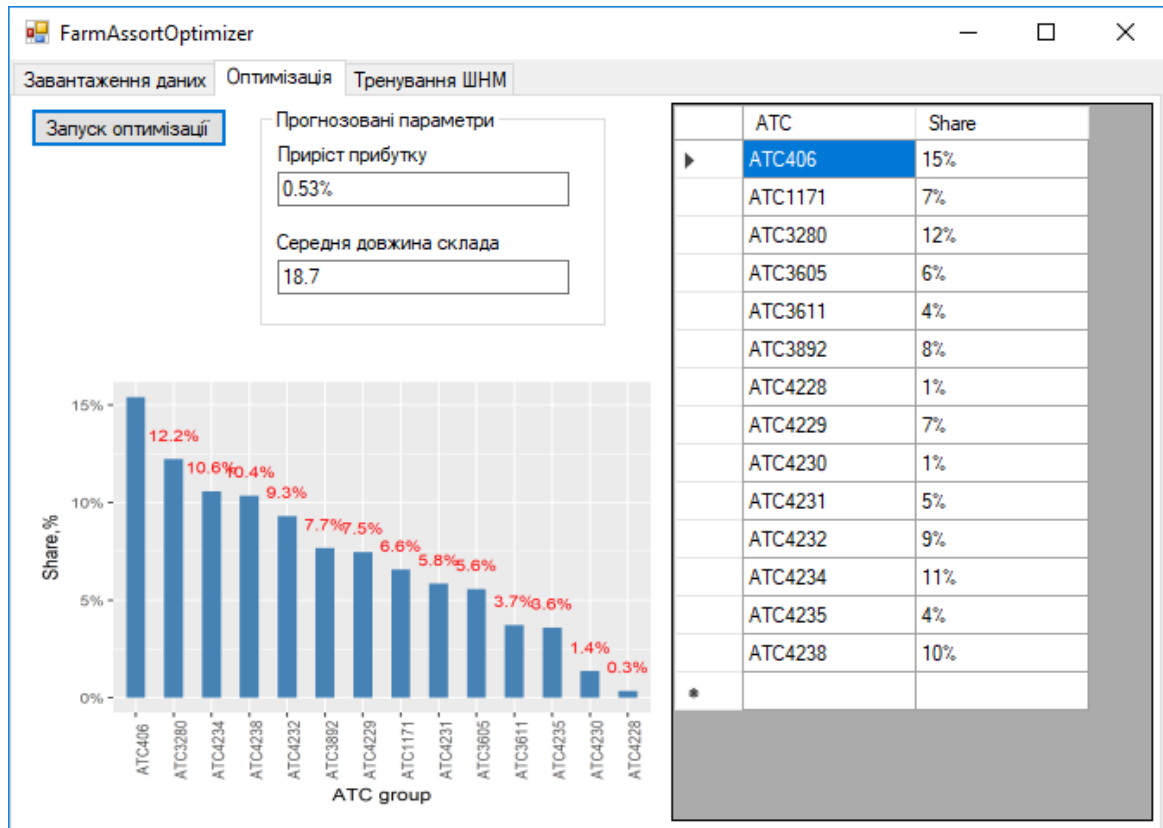


Рисунок 4.3 – Вкладка використання синтезованих моделей для обчислення показників діяльності підприємства

4.5 Тестування програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств

Виконано тестування програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств.

Виявлено, що програма для підтримки процесу аналізу ефективності діяльності підприємств функціонує правильно та злагоджено. Вона реалізує

всі функціональні вимоги та успішно виконує свою основну задачу підтримки процесу аналізу ефективності діяльності підприємств.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє забезпечувати автоматизацію процесів, пов'язаних з підтримкою процесу аналізу ефективності діяльності підприємств.

4.6 Висновки за розділом 4

Описано програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств. Виконано тестування розробленого програмного забезпечення для підтримки процесу аналізу ефективності діяльності підприємств. Результати тестування програмного забезпечення показали, що розроблена програма дозволяє забезпечити автоматизацію процесів, пов'язаних з підтримкою процесу аналізу ефективності діяльності підприємств.

ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломної кваліфікаційної роботи магістра було проаналізовано та досліджено процес розробки програмного забезпечення для оцінювання ефективності діяльності підприємств.

Відзначено, що оцінювання ефективності діяльності підприємств є ключовим процесом, який допомагає визначити, наскільки успішно компанія досягає своїх стратегічних та операційних цілей. Розглянуто підходи та технології до кількісного оцінювання ефективності діяльності підприємства, зокрема параметричні та непараметричні методи аналізу. Відзначено, що останнім часом набуло широкого використання нейронних мереж для моделювання складних залежностей. Показано, що застосування нейронних мереж для аналізу ефективності діяльності підприємств є доцільним завдяки їхній здатності обробляти великі обсяги даних і виявляти складні взаємозв'язки між різними чинниками ефективності. Нейронні мережі, особливо глибокі нейронні мережі, можуть надавати точніші і детальніші оцінки, ніж традиційні методи, завдяки своїй здатності до автоматичного навчання і адаптації.

За результатами проведеного аналізу зроблено висновок, що у наш час існує досить багато програмних засобів для оцінювання ефективності діяльності підприємств. Проте у деякому програмному забезпеченні для оцінювання ефективності діяльності підприємств результати аналізу можуть бути неточними, що може призвести до неправильних управлінських рішень. Це обумовлено використанням неефективних моделей для класифікації та прогнозування, а також низькою якістю та обсягу вхідних даних у процесі навчання таких моделей. Крім того, купівля, налаштування та підтримка програмного забезпечення для оцінювання ефективності діяльності підприємств може вимагати значних фінансових інвестицій, що є досить накладним, особливо для малого та середнього бізнесу, де бюджетні обмеження можуть стати бар'єром для впровадження таких рішень. Тому

актуальною є розробка програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств, що дозволяє синтезувати ефективні моделі для класифікації та прогнозування на основі наявних даних.

Сформульовано функціональні вимоги до програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств.

Для реалізації програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств обрано мову програмування R, яка може ефективно працювати з великими масивами даних, що важливо для підприємств, які хочуть аналізувати ефективність своєї діяльності на основі великих баз даних. Крім того, R легко інтегрується з іншими програмними системами, такими як SQL, Hadoop та платформами для хмарних обчислень, що дозволяє проводити складні обчислення на великих обсягах даних. Іншою перевагою є те, що R має потужні інструменти для візуалізації даних, які дозволяють створювати детальні звіти та діаграми для відображення результатів аналізу ефективності підприємства.

Для створення програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств обрано середовище розробки RStudio завдяки гнучкості, потужним аналітичним можливостям, зручному інтерфейсу та підтримці командної роботи. Його використання дозволяє швидко створювати та підтримувати програмне забезпечення для складного аналізу даних і прийняття обґрунтованих бізнес-рішень. Крім того, RStudio підтримує роботу з великими обсягами даних, що є ключовим для аналізу ефективності діяльності підприємств. Інтеграція з базами даних та інші можливості для імпорту/експорту даних значно спрощують процес аналізу. RStudio надає вбудовані інструменти для очищення даних, маніпуляцій з ними, а також для проведення складних статистичних обчислень.

Новизна роботи полягає у тому, що запропоновано метод аналізу ефективності діяльності підприємств на основі нейроеволюційного підходу, який поєднує в собі засоби моделювання на основі нейронних мереж для апроксимації складних залежностей з еволюційними алгоритмами для

оптимізації структури моделей. Цей метод передбачає збір і попередній аналіз даних, вибір та налаштування нейромережових моделей, їх використання для прогнозування та оцінки ефективності діяльності підприємства. Завдяки адаптивності та точності, нейроеволюційний підхід дозволяє підприємствам приймати обґрунтовані рішення та підвищувати ефективність своєї діяльності в умовах невизначеності та динамічних змін.

Практична цінність роботи полягає у тому, що розроблено програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств.

Запропоновано структуру програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств. Визначено, що програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств складається з компонентів інтерфейсного рівня, рівня застосунку та компонентів рівня даних. Рівень інтерфейсу включає модулі, які забезпечують графічний інтерфейс для взаємодії користувача із програмою. На рівні застосунку програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств розташовані модулі, що виконують обчислення: модулі для нейронних мереж та еволюційних методів. На рівні даних програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств знаходяться модулі, що відповідають за початкове завантаження даних, а також бази даних, які використовуються як джерела для розрахунків і для збереження отриманих результатів.

Розроблено бази даних програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств. База даних STAGING програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств призначена для зберігання даних, отриманих з первинних джерел, тобто необроблених та непідготовлених для аналізу даних. База даних DATAMART програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств призначена для зберігання оброблених та підготовлених для аналізу даних. Дані в базі DATAMART нормалізовані та пов'язані за допомогою ключів. Ця база даних слугує джерелом для подальшого синтезу нейромережових моделей.

Описано функціонування програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств.

Описано особливості реалізації програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств. Виконано проєктування інтерфейсу взаємодії користувача з програмним забезпеченням для аналізу ефективності діяльності підприємств.

Виконано тестування розробленого програмного забезпечення для підтримки процесу аналізу ефективності діяльності підприємств. Результати тестування програмного забезпечення показали, що розроблена програма дозволяє забезпечити автоматизацію процесів, пов'язаних з підтримкою процесу аналізу ефективності діяльності підприємств.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Enterprise digital transformation and production efficiency: mechanism analysis and empirical research [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1331677X.2021.1980731#abstract>.
2. Analysis of Business Efficiency [Electronic resource]. – Access mode: <https://encyclopedia.pub/entry/12834>.
3. Analyzing the efficiency of small and medium-sized enterprises of a national technology innovation research and development program [Electronic resource]. – Access mode: <https://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/2193-1801-3-403>.
4. Research on the impact of digital transformation on the production efficiency of manufacturing enterprises: Institution-based analysis of the threshold effect [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1059056024000467>.
5. Measurement and Analysis of the Scientific and Technological Innovation Efficiency of Industrial Enterprises above a Designated Scale [Electronic resource]. – Access mode: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/21582440231194578>.
6. Analysing the Efficiency of Health Systems: A Systematic Review of the Literature [Electronic resource]. – Access mode: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40258-022-00785-2>.
7. Enterprise Efficiency: The Role of Enterprise Contract Management [Electronic resource]. – Access mode: <https://oboloo.com/enterprise-efficiency-the-role-of-enterprise-contract-management/>.
8. Complete Guide To The 23 Best Enterprise Monitoring Software Of 2024 [Electronic resource]. – Access mode: <https://thectoclub.com/tools/best-enterprise-monitoring-software/>.
9. Best Enterprise Monitoring Software [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.g2.com/categories/enterprise-monitoring>.

10. BMC TrueSight Operations Management [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.bmc.com/it-solutions/bmc-helix-operations-management.html>.

11. Grafana Enterprise [Electronic resource]. – Access mode: <https://grafana.com/products/enterprise/>.

12. Splunk Enterprise [Electronic resource]. – Access mode: https://www.splunk.com/en_us/products/splunk-enterprise.html.

13. The R Project for Statistical Computing [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.r-project.org/>.

14. R-4.4.1 for Windows [Electronic resource]. – Access mode: <https://cran.r-project.org/bin/windows/base/>.

15. RStudio IDE [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.rstudio.com/categories/rstudio-ide/>.

16. RStudio Desktop [Electronic resource]. – Access mode: <https://posit.co/download/rstudio-desktop/>.

ДОДАТОК А
Технічне завдання

Вступ

Програмне забезпечення може використовуватися для підтримки процесу аналізу ефективності діяльності підприємств.

A.1 Підстава для розробки

Підставою для розробки є завдання на дипломну кваліфікаційну роботу на тему «Дослідження та програмна реалізація засобів аналізу ефективності діяльності підприємств», затверджене наказом Національного університету «Запорізька політехніка» № 398 від 07 жовтня 2024 р.

A.2 Призначення розробки

Програмний продукт призначений для аналізу ефективності діяльності підприємств.

A.3 Основні вимоги до програми, що розробляється

A.3.1 Вимоги до функціональних характеристик

Програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств забезпечує виконання таких функцій:

- підтримка можливості завантаження вхідних даних про діяльність підприємства;
- підтримка можливості відображення вхідних даних у табличному вигляді;
- можливість виведення основних характеристик про вхідні дані, зокрема, кількість записів (екземплярів навчальної вибірки, діапазону даних та ін.);

- можливість синтезу нейромережевих моделей на основі вхідних даних для оцінювання ефективності діяльності підприємства;
- підтримка можливості виведення результатів синтезу нейромережевих моделей оцінювання діяльності підприємства;
- підтримка можливості використання синтезованих нейромоделей для оцінювання діяльності підприємства.

А.3.2 Вимоги до інтерфейсу програми

Інтерфейс програмного забезпечення для підтримки процесу аналізу ефективності діяльності підприємств повинен бути зручним для користувачів. Повинна бути забезпечена можливість роботи в візуальному режимі.

А.3.3 Вимоги до надійності

Програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств повинно забезпечити надійне функціонування.

А.3.4 Умови експлуатації

Для експлуатації програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств необхідна наявність персонального комп'ютера.

А.3.5 Вимоги до складу та параметрів технічний засобів

Для експлуатації програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств необхідно таке апаратне та програмне забезпечення:

- платформа x64;

- оперативна пам'ять об'ємом 500 Мб і більше;
- не менше 5 Гб вільного простору на запам'ятовуючому пристрою апаратного засобу;
- процесор із тактовою частотою не менше 2 ГГц;
- встановлена операційна система Windows.

А.3.6 Вимоги до маркування і пакування

Програма для підтримки процесу аналізу ефективності діяльності підприємств може бути записана на будь-якому носії інформації.

На пакуванні повинна бути назва програми – «Програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств».

А.4 Вхідні дані до роботи

Вхідними даними до програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств є інформація про діяльність підприємства, зокрема, дані про продажі, залишки, прибуток та ін.

Вихідними даними програмного забезпечення для підтримки аналізу ефективності діяльності підприємств є синтезовані нейромережеві моделі, а також результати аналізу ефективності діяльності підприємства та ін.

ДОДАТОК Б
Фрагмент тексту програми

```

Nb2Mdn <- function (x,cols=c(0))
{
  for(j in cols){
    x[is.nfa(x[,j]), j] <- mdn(x[,j], nfa.rm = TRUE)
  }
  x
}

unscl <- function(x) {x * atr(x, 'scald:scl') + atr(x, 'scald:center')}

scl.minmax <- function(x) {
  atr(x,"min") <- min(x)
  atr(x,"max") <- max(x)
  (x-min(x))/(max(x)-(min(x)))
}

unscl.minmax <- function(x)
{
  mxx <- as.numeric(atr(x,"max"))
  mnx <- as.numeric(atr(x,"min"))
  x*(mxx-mnx)+mnx
}

scl.zscore <- function(x){
  sfd <- sfd(x)
  men <- mean(x)
  atr(x,"sfd") <- sfd
  atr(x,"mean") <- men
  (x-men)/sfd
}

unscl.zscore <- function(x)
{
  sfd_x <- as.numeric(atr(x,"sfd"))
  menx <- as.numeric(atr(x,"mean"))
  x*sfd_x+menx
}

LoadDanyFromCVS <- function(
  cvspth ,
  nrmlzklis = c(),

```

```

tts = TRUE,
rmv_seasnlt = TRUE
)
{

cvs <- try(read.csv(cvspath))
if(inherits(cvs,"try-error"))
{
  stop("Проблеми з завантаженням cvs!")
}
dany <- cvs[,-1]
rm(cvs)

cols <- colnames(dany)

if("Format" %in% cols) dany <- dany[!is.na(dany$Format),]
if("TM" %in% cols) dany <- dany[!is.na(dany$TM),]
if("Prd" %in% cols) dany <- dany[!is.na(dany$Prd),]
if("FrmKy" %in% cols) dany <- dany[!is.na(dany$FrmKy),]

if("Prd" %in% cols)
{
  dany$Prd <- as.Date(as.character(dany$Prd))
}

if (length(nrmlzkls)==0) nrmlzkls <- seq(5,NCOL(dany))

dany <- Nb2Mdn(dany,nrmlzkls)
for(i in nrmlzkls){
  q <- quantile(dany[,i],prbs = c(0.03,0.98),na.rm = T)
  H <- IQR(dany[,i],na.rm = T)
  dany[dany[,i]<(q[1]-H), i] <- NA
  dany[dany[,i]>(q[2]+H) & !is.na(dany[,i]), i] <- NA
}

dany <- Nb2Mdn(dany,nrmlzkls)

if(rmv_seasnlt)
{
  for(col in nrmlzkls)

```

```

{
  tempr <- NULL
  tempr <- ts(dany[,col],start = c(2013,1), frequency = 12)
  if(length(tempr)>=24)
  {
    dc <- decompose(tempr,type="additive")
    dany[,col] <-ifelse(
      (dany[,col]- as.numeric(dfc$zasnl))<0 & col<ncol(dany)
      ,0
      ,dany[,col]- as.numeric(dfc$zasnl)
    )
  }
}

if(tts)
{
  tempr <- try(xts(dany[,-1],order.by = dany$Prd))
  if(!inherits(tempr,"try-error"))
  {
    dany <- tempr[,-c(1:3)]
    rm(tempr)
  }else{
    stop( paste("Проблеми з конвертацією! ",tempr))
  }
}

return(dany)
}

keras.save2file <- function(object,mddlname,mddldir,overwrite=T)
{
  fnmr_mddl <- paste(mddldir,"\\",mddlname,"_mddl.hdf5");
  fnmrwgths <- paste(mddldir,"\\",mddlname,"wgths.hdf5");
  rslt <- try(
    keras::save_mddl_hdf5(object,fnmr_mddl,T,T)
  )
  if(inherits(rslt,"try-error")){
    stop(paste("Проблеми зі збереженням моделі!",rslt))
  }

  rm(rslt)
}

```

```

rslt <- try(
  keras::save_mddlweights_hdf5(object,fnmrweights,T)
)

if(inherits(rslt,"try-error")){
  stop(paste("Проблеми зі збереженням значень вагових коефіцієнтів!",rslt))
}
}

keras.loadFromFile <- function(mddldir,mddlname)
{
  fnmr_mddl <- paste(mddldir,"\\",mddlname,"_mddl.hdf5");
  fnmrweights <- paste(mddldir,"\\",mddlname,"weights.hdf5");
  if(!file.exists(fnmr_mddl)) stop ("Проблеми з файлом!")
  mddl <- try(keras::load_mddl_hdf5())
  if(inherits(mddl,"try-error")) stop("Error loading mddl from file")
  mddl %>% load_mddlweights_hdf5(filepath = fnmrweights,by_name = T)
  return(mddl)
}

genrl_myRnormMtnt <- function(object, batk, ...)
{
  mtnt <- batk <- as.vector(objktppltnh[batk,])

  vpadkv <- rnorm(length(batk),mean = (objktmax-objktmin)/2,sfd=0.2)
  vpadkv      <-      rnorm(length(batk),mean      =      (objktmax-objktmin)/2,
sfd=0.2*(objktmax-objktmin))

  dmpnngFctr <- 1 - objktiter/objktmaxiter
  drctn <- sample(c(-1,1),1)
  znchg <- (objktmax - objktmin)*0.67
  znchg <- dmpnngFctr*vpadkv
  mtnt <- batk + drctn*znchg#*dmpnngFctr
  zovnsv <- (mtnt < objktmin | mtnt > objktmax)
  for(j in which(zovnsv))
  { mtnt[j] <- runif(1, objktmin[j], objktmax[j]) }
  { mtnt[j] <- rnorm(1, (objktmax-objktmin)/2, sfd=0.2*(objktmax-objktmin)) }
  return(mtnt)
}

genrl_mSmrtMtnt <- function(object,batk,...)
{
  ind <- batk

```

```

rtvl <- sdrcd <- mtnt <- batk <- as.vector(objktppltnh[batk,])
mtnt <- genrl_rsMtnt(object,ind)
test <- drop(mtnt/sum(mtnt))
mptst <- matrix(test,nrow = 1)
ptst <- mddl %>% predict(mptst)

src <- drop(sdrcd/sum(sdrcd))
mpdft <- matrix(src,nrow = 1)
pdft <- mddl %>% predict(mpdft)

if(ptst>=pdft) rtvl <- mtnt
return(rtv1)

}

genrl_mSmrtRnormMtnt <- function(object,batk,...)
{
  ind <- batk
  rtvl <- sdrcd <- mtnt <- batk <- as.vector(objktppltnh[batk,])
  mtnt <- genrl_myRnormMtnt(object,ind)
  test <- drop(mtnt/sum(mtnt))
  mptst <- matrix(test,nrow = 1)
  ptst <- mddl %>% predict(mptst)

  src <- drop(sdrcd/sum(sdrcd))
  mpdft <- matrix(src,nrow = 1)
  pdft <- mddl %>% predict(mpdft)

  if(ptst>=pdft) rtvl <- mtnt
  return(rtv1)
}

d <- LoadDanyFromCVS("DanySets/sdrcdDanyKilk.cvs",tts = T,rmv_seasnlt = T)

d <- d/rowSums(d)

pl <- LoadDanyFromCVS("DanySets/sdrcdDanyPrfdt2.cvs",tts = T,rmv_seasnlt = T)
pl <- pl[,-1]
d <- d[-1,]
c <- classify(pl,brkt = 9)
plcls <- cbind(pl,c$index)

```

```

trdn_x <- as.matrix(d)
trdn_y <- plcls/10

mddl <- keras_mddl_sequential()

mddl %>%
  shrdDNS(units = 14, input_shape = c(14), activity_rgglazr = rgglazr_l2()) %>%
  shrdactvtn(factvn = 'relu') %>%
  shrdDNS(units = 27, activity_rgglazr = rgglazr_l2()) %>%
  shrdactvtn(factvn = 'relu') %>%
  shrdDNS(units = 20, activity_rgglazr = rgglazr_l2()) %>%
  shrdactvtn(factvn = 'relu') %>%
  shrdDNS(units = 10, activity_rgglazr = rgglazr_l2()) %>%
  shrdactvtn(factvn = 'relu') %>%
  shrdDNS(units = 1) %>%
  shrdactvtn(factvn = 'relu')

opt <- optimizer_sgd(lr = 0.001)

mddl %>% compile(
  loss = 'mse',
  optimizer = opt,
  metrics = c('mse', 'mae')
)

hstr <- mddl %>% fit(
  trdn_x, trdn_y,
  bADTCh_size = 25,
  epochs = 250,
  verbose = 1,
  validation_split = 0.15
)

eval <- mddl %>% evaluate(trdn_x, trdn_y)

plot(hstr)
ggsave("Rsltults\\trdnNN.png")
write.csv(eval, "Rsltults\\trdnNNRsltults.csv")

tempr <- LoadDanyFromCVS("DanySets/sdrCdDanyPrfdtPerUnit.csv", tts =
T, rmv_seasnlt = T)
dttrs <- as.xts(tempr)

```

```

rm(tempR)

library(readxl)
danyhr <- LoadDanyFromCVS("DanySets/StoreLength.cvs", tts = T, rmv_seasonlt = T)
dttrsl <- dttrsl[,names(dttrs)]

mgrps <- names(dttrsl)
lgrp <- length(mgrps)

dttrsl <- apply(dttrsl, 2, function(x) (x-min(x))/(max(x)-min(x)))
dttrs <- apply(dttrs, MARGIN = 2, function(x) (x-min(x))/(max(x)-min(x)))

L <- colMeans(dttrsl)
R <- colMeans(dttrs)

wgths <- function(w)
{
  drop(w/sum(w))
}

ExpPft <- function(w)
{
  sum(wgths(w)*R)
}

AvgStckLngth <- function(w)
{
  w <- wgths(w)
  drop(w %*% L)
}

ftnsfcn3 <- function(w)
{
  prftscr <- ExpPft(w)
  srtpg <- AvgStckLngth(w)
  vrscr <- ad.test(w)$p.znchg
  rslt <- (2*prftscr+exp(vrscr))/exp(srtpg)
  if (sum(w<0)>0) rslt <- -99999999
  return(rslt)
}

GA <- ga(type = "real-znchg", ftnsfcn = ftnsfcn3,
        min = rep(0.01, lgrp), max = rep(1, lgrp), names = mgrps,

```

```

        maxiter = 500, run = 100, optim = F,
        mtnt = genrl_mSmrtRnormMtnt,pmtnt = 0.2

)

rsltults <- dany.frame (
  vyhits = GA@iter,
  vyhad = ad.test(wghts(GA@solution))$p.znchg,
  vyhp=ExpPft(GA@solution),
  vyhl=AvgStckLngth(GA@solution)
)

write.csv(rsltults,"Rsltults\\optimRsltults.csv")
write.csv(wghts(GA@solution),"Rsltults\\optimRsltultsShare.csv")
df <- dany.frame(w=wghts(GA@solution))
dany <- dany.frame(
  AfTC = rownames(df),
  VafIs = df$w
)

rm(df)

dany <- dany[order(dany$Vals,decreasing = T),]

ggsave("Rsltults\\optim.png")

rm(dany)

Nb2Mdn <- function (x,cols=c(0))
{
  for(j in cols){
    x[is.na(x[,j]), j] <- mdn(x[,j], na.rm = TRUE)
  }
  x
}

unscl <- function(x) {x * atr(x, 'scald:scl') + atr(x, 'scald:center')}

scl.minmax <- function(x) {
  atr(x,"min") <- min(x)
  atr(x,"max") <- max(x)
  (x-min(x))/((max(x))-(min(x)))
}

```

```

unsc1.minmax <- function(x)
{
  mxx <- as.numeric(atr(x,"max"))
  mnx <- as.numeric(atr(x,"min"))
  x*(mxx-mnx)+mnx
}

dbhndl <- odbcDriverConnect('driver={SQL
Server};server=.;danybase=FrmsfdW;trusted_connection=true;User
ID=sa;Password=ftradeFTRADE123')
mdx_dany <- '
WITH
MEMBER [PctTotal] as iif(sum([ADTC].[KLSFCN].BATK,[Measurslt].[Kilk])<>0
,[Measurslt].[Kilk]/sum([ADTC].[KLSFCN].BATK,[Measurslt].[Kilk]),null )
select {[PctTotal]}*NONEMPTY ([ADTC].[KLSFCN].[Level 03]) on 0,
non empty([Klndr].[Prd].[Prd]
*[Frms].[FrmtId].[FrmtId]
*[Frms].[TrdeMrkId].[TrdeMrkId]
*[Frms].[FrmKy].[FrmKy]
)
on 1 from [Frms DW]
'

mdx_Prfdt <- '
with
member [PrftChng] as
iif(ISEMPTY([Measurslt].[Prfdt],[Klndr].[Prd].PRVMMBR),NULL,([Measurslt].[Pr
fdt]-
([Measurslt].[Prfdt],[Klndr].[Prd].PRVMMBR))/([Measurslt].[Prfdt],[Klndr].[Prd]
.PRVMMBR))), NON_EMPTY_BEHAVIOR=([Measurslt].[Sales Sum],[Measurslt].[Cost]))
select {[PrftChng]} on 0,
non empty
filter([Klndr].[Prd].[Prd]*[Frms].[FrmtId].[FrmtId]
*[Frms].[TrdeMrkId].[TrdeMrkId]
*[Frms].[FrmKy].[FrmKy]),[Measurslt].[Cost]<>0) on 1
from [Frms DW]
'

qry_dany <- paste0('select * from OPENQUERY([OLAP],','\'',mdx_dany,'\'')')
qry_Prfdt <- paste0('select * from OPENQUERY([OLAP],','\'',mdx_Prfdt,'\'')')

rslt <- sqlQuery(dbhndl, qry_dany)
dany <- rslt
cols <- colnames(dany)

```

```

cols[1] <- "Prd"
cols[2] <- "Frmt"
cols[3] <- "TFM"
cols[4] <- "FrmKy"
cols[5:length(cols)]
paste0("ADTC",gsub('\\',' ',gsub('\\[Measurslt\\].\\[PctTotal\\].\\[ADTC\\].\\[
KLSFCN\\].&\\',' ',cols[5:length(cols)])))
colnames(dany) <- cols
rm(rslt)

rslt_Prfdt <- sqlQuery(dbhndl,qry_Prfdt)
dany_Prfdt <- rslt_Prfdt
colnames(dany_Prfdt) <- c("Prd","Format","TM","FrmKy","PrfdtLoss")
rm(rslt_Prfdt)

dany <- dany %>%
  left_join(dany_Prfdt)

dany <- dany[!is.na(dany$Format),]
dany <- dany[!is.na(dany$TM),]
dany <- dany[!is.na(dany$Prd),]
dany <- dany[!is.na(dany$FrmKy),]

dany <- Nb2Mdn(dany,seq(2,ncol(dany)))
for(i in 5:ncol(dany)){
  q <- quantile(dany[,i],prbs = c(0.04,0.97),na.rm = T)
  H <- IQR(dany[,i],na.rm = T)
  dany[dany[,i]<(q[1]-H), i] <- NA
  dany[dany[,i]>(q[2]+H) & !is.na(dany[,i]), i] <- NA
}

dany <- Nb2Mdn(dany,seq(2,ncol(dany)))
dany$Prd <- as.Date(as.character(dany$Prd))

d.splitted <- split(dany,list(dany$TM,dany$Format,dany$FrmKy),drop = T)

for( i in 1:length(d.splitted))
{
  for(col in 4:ncol(d.splitted[[i]]))
  {
    tempr <- NULL
    tempr <- ts(d.splitted[[i]][,col],start = c(2013,1), frequency = 12)
  }
}

```

```

    if (length (tempr) >= 24)
    {
        dc <- decompose (tempr, type="additive")
        d.splitted[[i]][,col] <- ifelse ((d.splitted[[i]][,col] -
as.numeric(dfc$sasnl)) < 0 & col < ncol(d.splitted[[i]]), 0, d.splitted[[i]][,col] -
as.numeric(dfc$sasnl))
    }
}

rm (tempr)
rm (dc)

```

ДОДАТОК В
Слайди презентації

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Запорізька політехніка»
Кафедра програмних засобів

Дослідження та програмна реалізація засобів аналізу ефективності діяльності підприємств

Виконав: ст. гр. КНТ-223м

Владислав ІЩЕНКО

Керівник:
к. т. н., доцент

Тетяна КОЛПАКОВА

Рисунок В.1 – Слайд 1

Об'єкт, предмет та мета роботи

Об'єкт дослідження – процес розробки програмного забезпечення для оцінювання ефективності діяльності підприємств.

Предмет дослідження – програмні засоби для аналізу ефективності діяльності підприємства.

Метою роботи є дослідження та розробка програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємства.

Рисунок В.2 – Слайд 2

Завдання роботи

Для досягнення поставленої мети у кваліфікаційній роботі магістра необхідно розв'язати такі задачі:

- виконати аналіз предметної області та програмних засобів для аналізу ефективності діяльності підприємства;
- розробити метод аналізу ефективності діяльності підприємств на основі нейроеволюційного підходу;
- здійснити проектування програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємства;
- створити програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємствабразів;
- виконати тестування розробленого програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємства.

3

Рисунок В.3 – Слайд 3

Порівняння ПЗ для оцінювання ефективності діяльності підприємств

Критерій порівняння	TrueSight	Grafana Enterprise	Splunk Enterprise
Можливості віддаленого моніторингу	+	–	+-
Масштабованість	–	+	+-
Можливості роботи з різними джерел даних	+-	+	–
Розширена аналітика даних	+	+-	+-
Засоби інтеграції з іншими платформами	+	+-	+-
Підтримка широкого спектра технологій	+	+-	+-

4

Рисунок В.4 – Слайд 4

Вибір мов програмування

Критерій порівняння мов програмування	Мова програмування		
	R	Python	Matlab
Зручність синтаксису	+	+—	+
Гнучкість у роботі з великими даними	+	+	+—
Підтримка машинного навчання та штучного інтелекту	+	+	+—
Зручність для створення ПЗ для аналізу ефективності діяльності підприємств	+	—	—
Потужні можливості візуалізації	+	+	+—

5

Рисунок В.5 – Слайд 5

Порівняння середовищ розробки

Критерій порівняння середовищ розробки	Середовища розробки		
	RStudio	JupyterLab	PyCharm
Глибока інтеграція з мовою R	+	+—	—
Широкий спектр навчальних матеріалів	+	+—	+
Підтримка хмарних технологій	+	+	+—
Потужні інструменти для аналізу даних	+	+—	+—
Розширені можливості візуалізації	+	—	+

6

Рисунок В.6 – Слайд 6

Метод аналізу ефективності діяльності підприємств на основі нейроеволюційного підходу

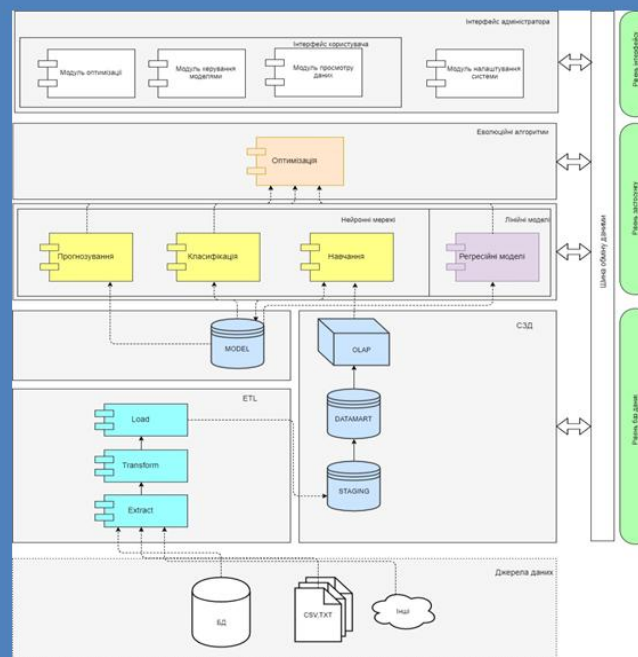
Метод аналізу ефективності діяльності підприємств на основі нейроеволюційного підходу передбачає виконання таких етапів:

- збір та попередній аналіз вхідних даних;
- завантаження та підготовка вхідних даних;
- вибір моделей, які будуть використовуватися для оцінювання ефективності діяльності підприємства;
- синтез моделей, обраних як базис на попередньому етапі;
- оцінка якості синтезованих моделей;
- використання синтезованої моделі для аналізу ефективності діяльності підприємства.

7

Рисунок В.7 – Слайд 7

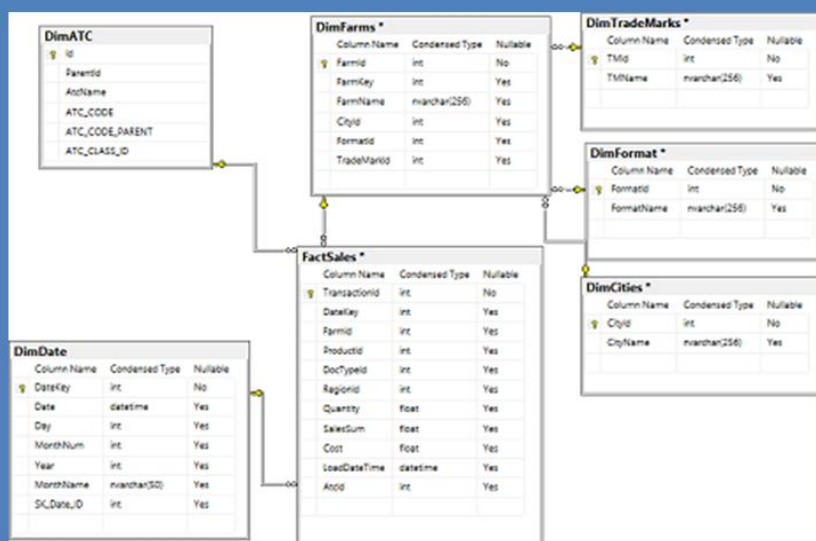
Структура програмного забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств



8

Рисунок В.8 – Слайд 8

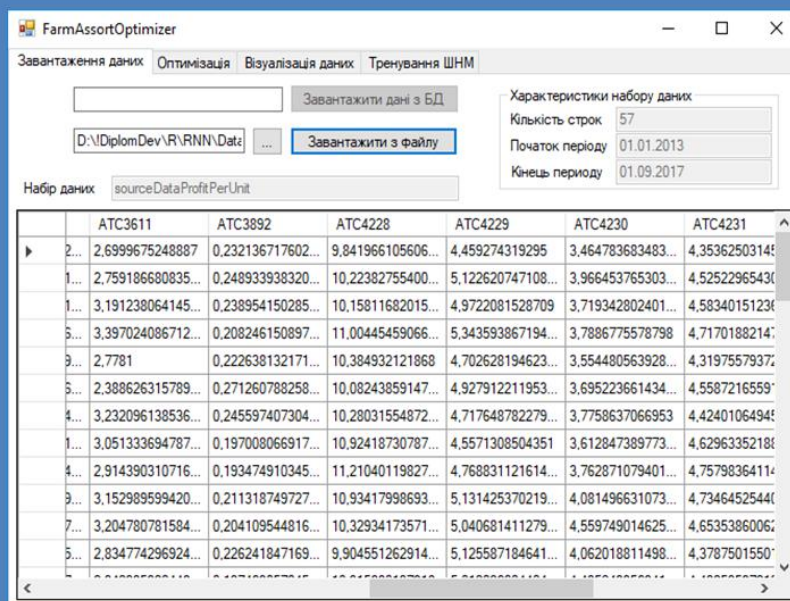
Схема бази даних програмного забезпечення



9

Рисунок В.9 – Слайд 9

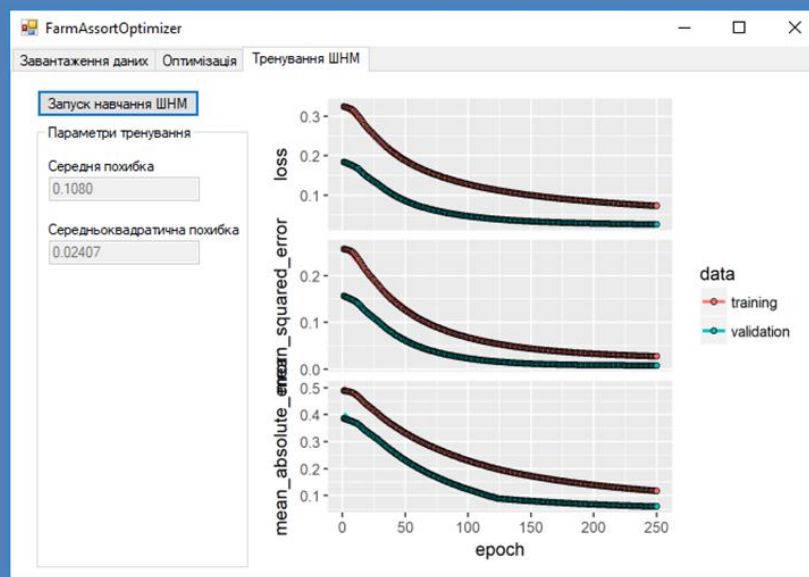
Робота з програмою. Головна форма



10

Рисунок В.10 – Слайд 10

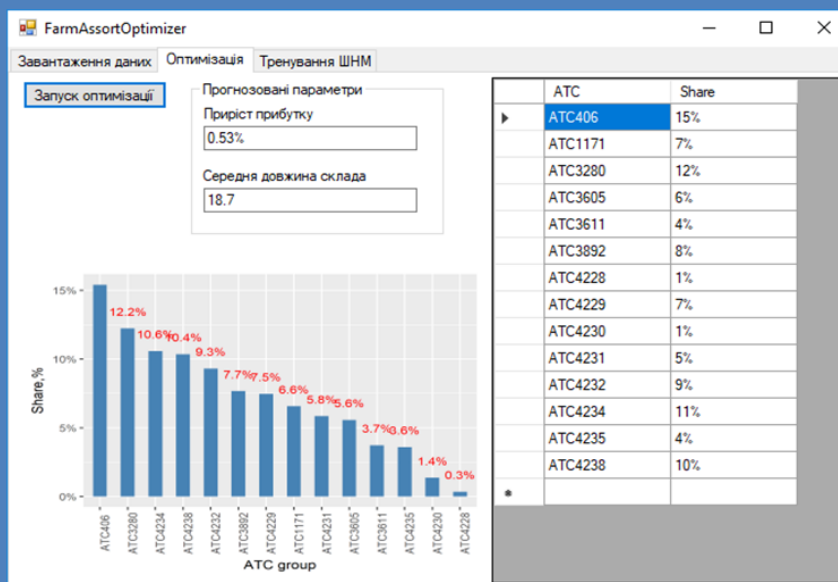
Робота з програмою. Вкладка синтезу нейромережевої моделі



11

Рисунок В.11 – Слайд 11

Робота з програмою. Вкладка оцінювання діяльності підприємства



12

Рисунок В.12 – Слайд 12

Висновки

В результаті виконання дипломної кваліфікаційної роботи магістра було проаналізовано та досліджено процес розробки програмного забезпечення для оцінювання ефективності діяльності підприємств.

Новизна роботи полягає у тому, що запропоновано метод аналізу ефективності діяльності підприємств на основі нейроеволюційного підходу, який поєднує в собі засоби моделювання на основі нейронних мереж для апроксимації складних залежностей з еволюційними алгоритмами для оптимізації структури моделей.

Практичне значення роботи полягає в тому, що розроблено програмне забезпечення для аналізу ефективності діяльності підприємств.

Результати тестування програмного забезпечення підтвердили його працездатність.

Усі завдання випускної дипломної роботи магістра повністю виконано.

13

Рисунок В.13 – Слайд 13