

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіоелектроніки,  
Факультет комп'ютерних наук та технологій  
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра програмних засобів  
(повне найменування кафедри)

**Пояснювальна записка**

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ  
ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВИХ РИНКІВ.  
RESEARCH AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF METHODS  
FOR FORECASTING FINANCIAL MARKETS

Виконала: студентка ІІ курсу, групи КНТ-219м

Спеціальності 122 Комп'ютерні науки

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Системи штучного інтелекту

Тараканова М.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник Терещенко Е.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Неласа Г.В.

(прізвище та ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет «Запорізька політехніка»**  
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Інститут інформатики та радіоелектроніки,  
факультет комп'ютерних наук і технологій  
 Кафедра програмних засобів  
 Ступінь вищої освіти магістр  
 Спеціальність 122 Комп'ютерні науки  
(код і назва)  
 Освітня програма (спеціалізація) Системи штучного інтелекту  
(назва освітньої програми (спеціалізації))

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри д.т.н., професор  
Субботін С.О.  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТКИ**

Тараканової Марини Дмитрівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження та програмна реалізація методів прогнозування фінансових ринків. Research and Software Implementation of Methods for Forecasting Financial Markets
- керівник проекту (роботи) Терещенко Еліна Валентинівна, к.ф.-м.н., доцент,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом закладу вищої освіти від «3» листопада 2020 року № 301
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 5 грудня 2020 року
3. Вихідні дані до проекту (роботи) рекомендована література, технічне завдання
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Аналіз проблеми та постановка завдань дослідження, 2 Матеріали та методи, 3 Розробка архітектури програми, 4 Основні рішення щодо реалізації компонентів системи, 5 Експлуатація, тестування та експериментальне дослідження програми, 6 Організаційно-економічна частина, 7 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях, Додатки
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
Слайди презентації

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ                            | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------|----------------|---------------------------|
|                                   |                                           | завдання видав | прийняв виконане завдання |
| Основна частина                   | Терещенко Е.В., доцент                    |                |                           |
| Організаційно-економічна частина  | Пожуєва Т.О., проф.                       |                |                           |
| Охорона праці та цивільна безпека | Коробко О.В., ст. викл.                   |                |                           |
| Нормоконтроль                     | Дейнега Л.Ю., ст. викл.                   |                |                           |

7. Дата видачі завдання « 5 » жовтня 2020 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи)      | Строк виконання етапів проекту (роботи) | Примітка                      |
|-------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|
| 1     | Визначення основної теми магістерської роботи | 1 тиждень                               |                               |
| 2     | Аналіз предметної області                     | 2-3 тижні                               | Розділи 1, 2 ПЗ               |
| 3     | Вибір та обґрунтування мови програмування     | 4 тиждень                               | Розділ 3 ПЗ                   |
| 4     | Вибір та обґрунтування середовища розробки    | 4 тиждень                               | Розділ 3 ПЗ                   |
| 5     | Розробка еволюційного прототипу програми      | 5 тиждень                               | Розділ 4 ПЗ                   |
| 6     | Модернізація еволюційного прототипу           | 6 тиждень                               | Розділ 4 ПЗ                   |
| 7     | Тестування розробленої програми               | 7 тиждень                               | Розділ 5 ПЗ                   |
| 8     | Завершення оформлювання пояснювальної записки | 8-9 тижні                               | Розділи 6, 7 та Додатки до ПЗ |
| 9     | Захист магістерської роботи                   | 10-11 тижні                             |                               |

Студентка

\_\_\_\_\_

(підпис)

Тараканова М.Д.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Терещенко Е.В.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра: 131 с., 23 рис., 10 табл., 4 додатка, 50 джерел.

**ФІНАНСОВИЙ РИНОК, ПРОГНОЗУВАННЯ, ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ, РОЙОВИЙ ІНТЕЛЕКТ, КЛАСТЕРИЗАЦІЯ, ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС.**

Об'єкт дослідження – процес прогнозування фінансових ринків.

Предмет дослідження – інтелектуальні методи для прогнозування фінансових ринків.

Мета роботи – дослідити, проаналізувати та реалізувати методи прогнозування фінансових ринків.

Матеріали, методи та технічні засоби: для успішної реалізації поставленої мети у роботі використовуються поєднання сучасних методів та підходів, а саме стратегії ройового інтелекту для самоорганізації штучних нейронних мереж під час навчання та методи кластеризації для попередньої обробки даних. Для роботи буде використовуватися мова програмування Python та інтегроване середовище розробки Anaconda. Персональний комп'ютер з процесором AMD Phenom II X4 965 (3.4 ГГц), оперативною пам'яттю 8 ГБ, твердотілим накопичувачем 256 ГБ, відеокартою NVIDIA GeForce GTX 460, 23'' монітором, клавіатурою, маніпулятором типу «миша», що функціонує під управлінням операційної системи Microsoft Windows 10.

Результати. Розроблено програмний комплекс, що реалізує синтез нейромережових моделей для прогнозування фінансових ринків на основі ройового інтелекту та кластеризації для обробки вхідних даних.

Висновки. Було запропоновано метод прогнозування фінансових ринків на базі нейромоделей синтезованих з використанням принципів ройового інтелекту та кластеризацією для попередньої обробки вхідних даних. Було розроблено програмний комплекс, що реалізує роботу запропонованого методу.

Галузь використання – фінансовий менеджмент ризиків.

## ABSTRACT

Explanatory note of the final work of the master: 131 pages, 23 figures, 10 tables, 4 appendices, 50 sources.

FINANCIAL MARKET, FORECASTING, ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS, SWARM INTELLIGENCE, CLUSTERING, SOFTWARE PACKAGE.

Object of study is the process of forecasting financial markets.

Subject of study are the intelligent methods for forecasting financial markets.

The purposes of the study are researching, analyzing and implementation methods of forecasting financial markets.

Materials, methods and tools: for the successful implementation of this goal, the work uses a combination of modern methods and approaches, namely swarm intelligence strategies for self-organization of artificial neural networks during training and clustering methods for data preprocessing. The Python programming language and the integrated Anaconda development environment will be used for the work. Personal computer with AMD Phenom II X4 965 (3.4 GHz) processor, 8 GB RAM, 256 GB solid state drive, NVIDIA GeForce GTX 460 video card, 23 " monitor, keyboard, mouse-type manipulator operating under managing Microsoft Windows 10 operating system.

Results. A software package has been developed that implements the synthesis of neural network models for predicting financial markets based on swarm intelligence and clustering for processing input data.

Conclusions. A method for predicting financial markets based on neuromodels synthesized using swarm intelligence principles and clustering for preprocessing input data was proposed. A software package was also developed that implements the proposed method.

Scope of use is financial risk management.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів .....                                                                                                               | 8  |
| Вступ.....                                                                                                                                                                             | 9  |
| 1 Аналіз проблеми та постановка завдань дослідження .....                                                                                                                              | 11 |
| 1.1 Загальне поняття, сутність і функції фінансових ринків .....                                                                                                                       | 11 |
| 1.2 Валютний ринок.....                                                                                                                                                                | 16 |
| 1.3 Біржовий ринок .....                                                                                                                                                               | 19 |
| 1.4 Методи прогнозування .....                                                                                                                                                         | 24 |
| 1.5 Постановка завдання.....                                                                                                                                                           | 29 |
| 1.6 Висновки за розділом 1 .....                                                                                                                                                       | 30 |
| 2 Матеріали та методи .....                                                                                                                                                            | 31 |
| 2.1 Огляд та аналіз алгоритмів ройового інтелекту .....                                                                                                                                | 31 |
| 2.2 Кластеризація вхідних даних.....                                                                                                                                                   | 33 |
| 2.3 Використання ройової архітектури штучних нейронних мереж та<br>кластеризації даних в якості інструменту попередньої обробки для<br>прогнозування фондового і валютного ринків..... | 36 |
| 2.4 Висновки за розділом 2 .....                                                                                                                                                       | 41 |
| 3 Розробка архітектури програми.....                                                                                                                                                   | 42 |
| 3.1 Опис основних вимог до програми.....                                                                                                                                               | 42 |
| 3.2 Проектування структури програмної системи.....                                                                                                                                     | 43 |
| 3.3 Вибір мови програмування .....                                                                                                                                                     | 43 |
| 3.4 Вибір середовища розробки.....                                                                                                                                                     | 46 |
| 3.5 Вимоги до технічних засобів .....                                                                                                                                                  | 48 |
| 3.6 Висновки за розділом 3 .....                                                                                                                                                       | 48 |
| 4 Основні рішення щодо реалізації компонентів системи.....                                                                                                                             | 49 |
| 4.1 Модуль завантаження даних.....                                                                                                                                                     | 49 |
| 4.2 Модуль попередньої обробки даних .....                                                                                                                                             | 50 |

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3 Модуль синтезу нейронної мережі.....                                  | 51  |
| 4.4 Збереження вибірок даних .....                                        | 52  |
| 4.5 Висновки за розділом 4 .....                                          | 53  |
| 5 Експлуатація, тестування та експериментальне дослідження програми ..... | 54  |
| 5.1 Опис застосування програми .....                                      | 54  |
| 5.2 Висновки за розділом 5 .....                                          | 62  |
| 6 Організаційно-економічна частина .....                                  | 64  |
| 6.1 Концепція економічного обґрунтування .....                            | 64  |
| 6.2 Планування розробки програмного продукту .....                        | 65  |
| 6.3 Визначення витрат на розробку програми .....                          | 66  |
| 6.4 Розрахунок економічної ефективності програмного продукту .....        | 72  |
| 7 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....                  | 75  |
| 7.1 Аналіз потенційних небезпек .....                                     | 75  |
| 7.2 Заходи із забезпечення безпеки .....                                  | 76  |
| 7.3 Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці .....     | 77  |
| 7.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....                          | 86  |
| Висновки .....                                                            | 92  |
| Перелік джерел посилання .....                                            | 93  |
| Додаток А Технічне завдання .....                                         | 99  |
| Додаток Б Опис програми .....                                             | 104 |
| Додаток В Текст програми .....                                            | 108 |
| Додаток Г Слайди презентації .....                                        | 122 |

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

CLI – command-line interface;

DJIA – Dow Jones Industrial Average;

IDE – integrated development environment;

БД – база даних;

НМ – нейронна мережа;

ПЕОМ – персональна електронна обчислювальна машина;

ПК – персональний комп'ютер;

ПП – програмний продукт;

РІ – ройовий інтелект;

ФР – фінансовий ринок.

## ВСТУП

Рівень розвитку економіки будь-якої країни залежить, перш за все, від ефективності її промисловості, сільського господарства, транспорту і зв'язку, її науково-технічного потенціалу та його залучення у виробничий процес. Однак в умовах ринкового господарства неможливо уявити розвинену і ефективну економіку без розвиненої і ефективної фінансової системи. Загальновизнано, що фінансова система, що виконує ряд найважливіших функцій в економіці, надає на неї активний вплив. Причому він може бути як позитивним, так і негативним [1]-[4].

Фінансовий ринок (ФР) – це механізм перерозподілу капіталу між кредиторами і позичальниками за допомогою посередників на основі попиту і пропозиції на капітал [1]-[7]. На практиці він являє собою сукупність кредитних організацій (фінансово-кредитних інститутів), що направляють потік грошових коштів від власників до позичальників і назад. Головна функція цього ринку полягає в трансформації бездіяльних грошових коштів в позичковий капітал, завдання – в організації торгівлі фінансовими активами і зобов'язаннями між покупцями і продавцями фінансових ресурсів.

У складі ФР зазвичай виділяють грошовий ринок, в свою чергу він підрозділяється на ринок золота і валютний ринок, і ринок капіталів, що складається з ринку позичкового капіталу і фондового ринку.

Але слід пам'ятати, що економіка не в змозі одномоментно перейти на ринкові відносини. Формування ринкового механізму передбачає наявність певного часового періоду і вимагає розробки програми реформ з визначенням конкретних етапів, що забезпечують необхідні зміни в соціально-економічному житті країни. Важливе значення в цьому процесі відіграє прогнозування, що дозволяє передбачити можливості і наслідки всіх змін.

Актуальність даної теми полягає в тому, що прогнозування поряд з координацією і контролем є важливим елементом формування цілісної системи управління економікою. Реальна економічна політика держави в загальних

рисах виражається у визначенні ступеня і методів впливу на всі суб'єкти економічних відносин. Особливо важливо для держави мати можливість знизити (або ліквідувати) вплив негативних факторів на соціально-економічні процеси і стимулювати вплив позитивних факторів. Саме прогнозування може забезпечити виявлення таких взаємозв'язків.

Мета роботи: розробити програмний комплекс прогнозування ФР, реалізувати методи прогнозування на основі нейромережевого апарату. В результаті може бути істотно підвищена якість прогнозування прибутковості на ФР розвинених країн за критерієм зростання віртуального інвестиційного портфеля.

## **1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ**

В першому розділу проведено аналіз проблемної області пов'язаної із загальним поняттям ФР, його сутністю та функціями. Додатково розглядається внутрішня класифікація ФР. Додаткову увагу приділено методам прогнозування, що можуть використовуватися для прогнозування ФР.

### **1.1 Загальне поняття, сутність і функції фінансових ринків**

ФР – це сукупність всіх фінансових ресурсів та їх переміщень (транзакцій) [1], [4].

ФР – це механізм перерозподілу капіталу між кредиторами і позичальниками за допомогою посередників на основі попиту і пропозиції на капітал [2]-[9]. На практиці представляє сукупність кредитно-фінансових інститутів, що направляють потік грошових коштів від власників до позичальників і назад. Головна функція ФР полягає в трансформації бездіяльних грошових коштів в позичковий капітал.

Головне призначення ФР полягає в забезпеченні ефективного розподілу накопичень між кінцевими споживачами фінансових ресурсів. Вирішення цього завдання складно як в силу об'єктивних, так і суб'єктивних причин, оскільки повинні враховуватися різні, часом діаметрально протилежні інтереси учасників ФР, великі ризики виконання фінансових зобов'язань і т. п.

Функціями ФР є [6]-[9]:

- основна функція ФР полягає в забезпеченні перетікання коштів від суб'єктів господарювання, для яких вони в даний момент є вільними (не використовуваними), до суб'єктів господарювання, які відчують потребу у фінансових ресурсах;
- реалізація вартості та споживчої вартості, укладеної у фінансових активах;

- організація процесу доведення фінансових активів до споживачів (покупців, вкладників);
- фінансове забезпечення процесів інвестування та споживання;
- вплив на грошовий обіг.

Таким чином, основна функція ФР полягає в активній мобілізації тимчасово вільних коштів з різних джерел. Дані кошти можуть мобілізуватися з капіталу, який знаходиться у формі заощаджень, включаючи грошові та інші фінансові ресурси населення, організацій, державних органів [7]. Ці кошти можуть бути витрачені на поточне споживання і реальні інвестиції і залучаються на ринки окремими учасниками для подальшого ефективного використання в економічному житті держави [8]. ФР ефективно розподіляють акумульований вільний капітал між численними кінцевими споживачами. За допомогою механізму функціонування фінансового ринку забезпечується і виявляється обсяг і структура попиту на відповідні фінансові активи і своєчасне задоволення попиту в розрізі категорій споживачів, які тимчасово потребують залучення капіталу із зовнішніх джерел [7], [9].

Основні учасники ФР [10]-[12]:

- інвестори, в ролі яких можуть виступати держава, юридичні та фізичні особи, які мають у своєму розпорядженні вільні фінансові ресурси, що направляються на відповідні ринки з метою подальшого отримання прибутку;
- розпорядники, в ролі яких можуть виступати спеціалізовані фінансові структури (банки, страхові компанії, посередники на фондовому ринку), що здійснюють мобілізацію фінансових ресурсів інвесторів і забезпечують їх розподіл серед користувачів за відповідну плату, частина з яких становить їх власну комісійну винагороду;
- користувачі-держава, юридичні, фізичні особи, які купують на різних підставах необхідні їм фінансові ресурси, на відповідному ФР і оплачують право на їх використання.

Макроекономічні завдання ФР [10]-[12]:

- забезпечення оперативного розподілу фінансових ресурсів, що доповнює процес бюджетного розподілу;
- мобілізація тимчасово вільних грошових коштів держави, юридичних, фізичних осіб, з подальшим їх використанням в інтересах, як безпосередніх учасників відповідного ринку, так і економічної системи суспільства в цілому;
- забезпечення децентралізованого регулювання економіки на галузевому та територіальному рівнях.

Основні ознаки сучасних ФР [10]-[12]:

- в абсолютній більшості економічно розвинені держави забезпечують перерозподіл основної частини фінансових ресурсів суспільства;
- характеризуються виключно жорстким рівнем конкуренції між розпорядниками, що визначають їх перетворення з ринку продавця в ринок покупця;
- централізовано регулюються і контролюються державою в особі уповноважених нею спеціальних фінансових органів;
- посилення процесу інтеграції (в окремих випадках – прямого зрощування) між окремими ринками.

Інші особливості ФР в умовах переходу до ринкової економіки:

- перебувають у стадії формування, що визначає недосконалість чинного законодавства та недостатню ефективність регулювання з боку держави;
- відсутність повноцінної конкуренції між розпорядниками фінансових ресурсів і як результат-збереження за всіма ринками статусу ринку продавця, з витікаючими негативними наслідками для інвесторів і користувачів;
- диспропорції на кожному з ФР, в частині як їх загальної структури, так і за складовими елементами;
- інформаційна непрозорість ФР, в частині як здійснюваних на них операцій, так і характеристик учасників;

– дефіцит професійно підготовлених кадрів для всіх типів фінансових організацій (особливо на фондовому ринку і ринку позичкових капіталів).

ФР об'єднує грошовий ринок із ринком капіталів. Під грошовим ринком розуміється ринок, що знаходиться в обігу готівки і забезпечує аналогічні функції короткострокових платіжних засобів (чеків і т.п.). У свою чергу він підрозділяється на ринок золота і валютний ринок [10].

Ринок золота являє собою спеціалізований центр торгівлі золотом, де проводиться його купівля-продаж за ринковою ціною. Організаційно – це консорціуми місцевих банків і спеціалізованих фірм, які поряд з торгівлею проводять афінаж (очищення золота) і виготовляють злитки різних розмірів. Продавцями виступають золотодобувні країни, центральні банки, власники запасів. Покупцями є приватні фірми і приватні особи, промислові фірми, інвестори. Лондон і Цюрих залишаються головними світовими ринками золота. На міжнародних ринках золото продається переважно стандартними злитками вагою 12,5 кг 995-ї або 999-ї проби з клеймами афінажних заводів і монетних дворів, на внутрішніх ринках — від 5-10 г до 1 кг, а також листів, пластин, у вигляді піску, монет [11].

Валютний ринок – це система стійких економічних і організаційних відносин, які створюються при здійсненні угод продажу або купівлі іноземної валюти, платіжних документів, номінованих в іноземній валюті, і угод іноземних інвесторів по пересуванню капіталу. Відрізняють валютні ринки по області діяльності (міжнародні, національні, регіональні) і по організації (біржові та позабіржові) [12]. Валютний ринок є системою стійких організаційних та економічних відносин, що з'являються при здійсненні операцій з продажу або купівлі іноземної валюти, платіжних документів в іноземних валютах і операцій з руху капіталу іноземних інвесторів [10]. На валютному ринку проходить узгодження інтересів покупців, інвесторів, продавців валютних цінностей. Західні економісти характеризують валютний ринок з організаційно-технічної точки зору як сукупну мережу сучасних засобів зв'язку, які з'єднують брокерські фірми та іноземні та національні банки [12].

Ринок капіталів являє собою ринок, на якому власники грошових коштів продають позичальникові право тимчасового використання цих коштів за обумовлену в договорі винагороду. Грошові кошти можуть надаватися або у вигляді безпосередніх банківських позик або в обмін на цінні папери. Відповідно існують ринок позичкового капіталу і фондовий ринок [11].

Ринок позичкового капіталу – це ринок коротко-, середньо- і довгострокових банківських кредитів. Короткострокові кредити обслуговують рух оборотних коштів, а середньо- і довгострокові кредити – рух основного капіталу підприємств [11].

Фондовий ринок – це багаторівневий механізм для здійснення обміну цінними паперами різних компаній між покупцем і продавцем з метою перерозподілу прибутку між усіма його учасниками. Слово «ринок» говорить саме за себе. Ті ж принципи роботи і умови, які змінюючись, керують усіма економічними процесами. Відрізняється тільки об'єкт. І якщо на звичайному ринку в якості об'єкта обороту виступають товари, то на фондовому – це всі види цінних паперів [7], [10].

ФР – сукупність ринкових інститутів, на яких відбувається торгівля фінансовими активами. Основними торгуються фінансовими активами є іноземна валюта, цінні папери, кредити, депозити, похідні інструменти. У ролі основних посередників на цьому ринку виступають комерційні банки [1]-[4, 13], біржі, ощадні інститути, компанії колективного інвестування та інші підрозділи. Розподіл ФР на структури показано на рисунку 1.1.

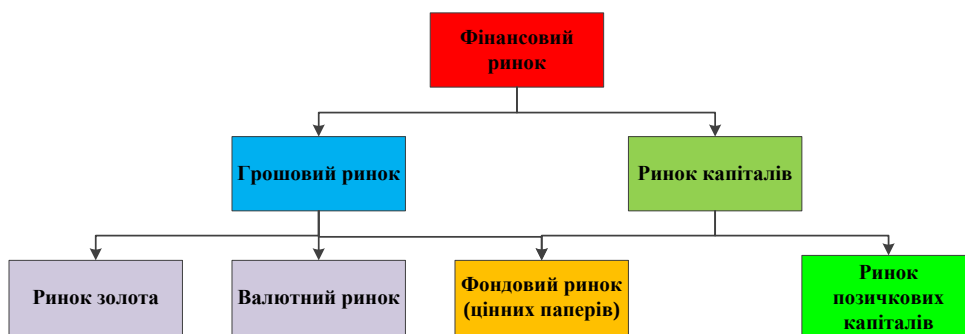


Рисунок 1.1 – Розподіл фінансового ринку на структури

## 1.2 Валютний ринок

Кожна держава емітує власну грошову одиницю, наділяючи її номінальною вартістю. Поки гроші звертаються в межах національних кордонів – це внутрішня справа даної держави. Але як тільки грошові потоки спрямовуються за кордон, вони перестають бути лише національним атрибутом, формуючи більш складні відносини на міжнародному валютному ринку, основою яких виступає валютний ринок [15].

Валютний ринок – це сукупність економічних відносин, що виникають при організації валютних операцій між різними учасниками; це ринок, на якому виробляються угоди купівлі-продажу іноземних валют в різних носіях, на основі попиту і пропозиції [1], [12], [15]. При цьому даний ринок складається з безлічі параметрів, основні з яких це: валютні котирування; міжнародні спеціальні фінансово-кредитні інститути; національна валютна політика кожної держави і ряд інших. Всі ці параметри переплітаються, створюючи складний малюнок сучасного світу.

Учасниками сучасного валютного ринку є:

- центральні банки, які в рамках проведеної валютної політики здійснюють операції, що впливають на величину валютного курсу, обсяг золотовалютних резервів, а так само визначають тенденції розвитку системи процентних ставок на внутрішніх ринках;
- комерційні банки, що ведуть рахунки учасників валютного ринку та здійснюють основний обсяг операцій на них;
- валютні біржі, які є офіційними центрами формування валютних курсів;
- експортери та імпортери, що створюють основу для проведення валютних операцій і формують попит і пропозицію валюти;
- валютні спекулянти, що впливають на динаміку зміни валютних курсів;

– фінансові та інвестиційні компанії, що формують додатковий попит і пропозицію валюти і регулюють міжнаціональний перелив фінансового капіталу.

Перші два з названих учасників є основними гравцями валютного ринку. Саме банки формують обличчя сучасного валютного ринку, зумовлюючи обсяг і характер проведених на ньому операцій, основні напрямки перерозподілу фінансового капіталу та інтенсивність даного грошового потоку.

Валютний ринок є вельми важливою складовою сучасної економіки, що підтверджується виконуваними ним функціями:

- ефективна організація та безперебійне своєчасне проведення міжнародних розрахунків в інтересах усіх зацікавлених сторін;
- всебічне хеджування (страхування) валютних (а, найчастіше, і кредитних) ризиків всіх учасників даного ринку;
- диверсифікація валютних резервів як на рівні центрального банку, так і у ринкових учасників;
- формування справедливого валютного курсу на основі попиту та пропозиції, підтримання стабільності на даному сегменті ринку шляхом прозорості проведення курсоутворюючих операцій;
- регулювання грошових пропорцій розвитку світової (національної) економіки за допомогою участі в проведенні грошово-кредитної політики центральним банком (міністерством фінансів, казначейством);
- отримання спекулятивного прибутку у вигляді різниці курсів валют або процентних ставок за різними борговими зобов'язаннями, представлених на валютних ринках.

Сучасний валютний ринок об'єднує величезну кількість учасників і визначає багато важливих макроекономічні параметри, що зумовлюють напрямки та інтенсивність розвитку суспільства.

Угоди купівлі-продажу валюти можуть здійснюватися безпосередньо між уповноваженими банками, а також через валютні біржі. Розрахунки у валюті та обслуговування міжнародної торгівлі здійснюється за допомогою

міжбанківських операцій. Специфіка здійснення банківських операцій з іноземною валютою визначає особливий порядок ліцензування цієї діяльності. Ліцензії комерційним банкам видаються центральним банком України і поділяються на генеральні, внутрішні і разові:

- генеральна ліцензія дає комерційним банкам право на здійснення всіх банківських операцій в іноземній валюті, як на території України, так і за кордоном;
- внутрішня ліцензія передбачає право на здійснення комерційними банками банківських операцій в іноземній валюті на території України;
- разова ліцензія надає право на проведення конкретної банківської операції в іноземній валюті.

Банк, який отримав генеральну або внутрішню ліцензію, іменується уповноваженим банком і виконує функції агента валютного контролю за операціями своїх клієнтів.

Передбачені наступні банківські операції:

- ведення валютних рахунків клієнтури;
- неторгові операції (не пов'язані з експортом та імпортом товарів);
- встановлення кореспондентських відносин з іноземними банками (необхідна умова при проведенні міжнародних розрахунків);
- операції з міжнародним розрахунком, пов'язані з експортом та імпортом товарів і послуг;
- операції з продажу та купівлі іноземної валюти на внутрішньому ринку;
- кредитні операції із залучення та розміщення кредитних коштів всередині країни;
- кредитні операції на міжнародних грошових ринках (дозволяються тільки генеральною ліцензією);
- валютні (депозитні та конверсійні) операції на міжнародних грошових ринках.

При здійсненні валютних операцій вихідним моментом є курс валюти – оцінка грошової одиниці однієї країни, виражена в грошових одиницях іншої країни, а встановлення курсу є котируванням валюти. Банки, що займаються валютними операціями, визначають повне котирування, що включає курс покупця і курс продавця, і за цими величинами купують і продають іноземну валюту за національну.

Котирування відбувається зазвичай двома методами: прямим і непрямим. При прямому котируванні вартість іноземної валюти виражається в національній грошовій одиниці. При непрямому котируванні за одиницю приймається національна грошова одиниця, а курс виражається в певній кількості іноземної валюти.

При визначенні курсу валют часто використовують термін кроскурс, що показує співвідношення між двома валютами по відношенню до третьої, зазвичай долара США. Існують курси купівлі та продажу, різниця за якими становить прибуток банку за валютними операціями – маржу. Курс продажу – це курс, за яким банки продають іноземну валюту за національну, курс купівлі – за яким банки купують іноземну валюту за національну.

Валютний паритет, що встановлюється в ряді країн в даний час, – це визначається законодавчо відношення національної валюти до валюти іншої країни (наприклад, до долара США) або до умовної валюти – спеціальні права запозичення. Ринковий курс коливається довкола валютного паритету в залежності від різних обставин. Зміна валютного курсу визначається станом попиту і пропозиції на валютному ринку національної валюти і валют інших країн, співвідношенням їх купівельної спроможності.

### **1.3 Біржовий ринок**

Біржа – це місце, де регулярно в один і той же час проводять торги по певних товарах, і об'єднання торговців і посередників, які спільно оплачують

витрати по організації торгів, встановлюють правила торгівлі, визначають санкції за їх порушення [1], [2], [5]. Більшість бірж не прибуткові організації, члени біржі отримують вигоду не від її функціонування, а від своєї участі в торгах.

За принципом організації розрізняють два типи товарних бірж: біржі, що мають публічноправовий характер, і біржі, що мають приватноправовий характер. Біржі, що носять публічноправовий характер, знаходяться під наглядом держави і створюються на основі закону про біржі. Членом такої біржі може стати будь-який підприємець даного району, занесений в реєстр і має певний розмір обороту. Такі біржі поширені в країнах континентальної Європи. До бірж, що мають приватноправовий характер, відносяться англійські та американські біржі по зерну, бавовні, каучуку, кольоровим металам, тобто. переважна частина бірж. На ці біржі відкритий доступ лише для вузько-обмеженого кола осіб, що входять в біржову корпорацію. Біржова корпорація зазвичай являє собою акціонерну компанію з публічною звітністю і обмеженим числом членів. Зазначений у статуті біржі основний капітал ділиться на певну кількість паїв, або, так званих, біржових сертифікатів. Кожен член повинен бути власником принаймні одного такого сертифіката, який дає право на укладення угод в приміщенні біржі.

Біржа – частина ринкової структури. Завдання біржі – не постачання економіки сировиною, капіталом, валютою, а організація, упорядкування, уніфікація ринків сировини, капіталу і валюти.

Функції біржі [5], [9], [15]:

а) організація біржових зборів для проведення голосних публічних торгів:

- 1) організація біржових торгів;
- 2) розробка правил біржової торгівлі;
- 3) матеріально-технічне забезпечення торгів;
- 4) забезпечення кваліфікаційного апарату біржі;

б) розробка біржових контрактів включає:

- 1) стандартизацію вимог до якісних характеристик біржових;
  - 2) товар;
  - 3) стандартизацію розмірів партії товарів;
  - 4) вироблення єдиних вимог до розрахунків за біржовими угодами;
  - 5) прискорення оформлення укладених угод типові біржові контракти, які розробляються біржами;
- в) вирішення спорів за біржовими угодами – біржа зазвичай виступає в третейському (арбітражному) суді;
- г) з'ясування і регулювання біржових цін – біржа бере участь у формуванні цін на всі види біржових товарів. Сама біржова ціна встановлюється в процесі її котирування, яка розглядається як найбільш важлива функція біржі;
- г) котирування – фіксування цін на біржі протягом кожного дня її роботи, а також реєстрація курсів валют або цінних паперів;
- д) котирування цін – це реєстрація біржових цін за біржовими правилами з їх подальшою публікацією. Публікація цін на біржові товари – служить орієнтиром для продавців і покупців при виборі стратегії поведінки на чергових торгах;
- е) біржове страхування (хеджування) учасників біржової торгівлі – страхування від несприятливих для них коливань цін. Для цього використовуються спеціальні види угод і механізми їх укладення;
- є) гарантування виконання угод – досягається за допомогою біржових систем клірингу і розрахунків;
- ж) інформаційна діяльність – збір і реєстрація цін з подальшим їх узагальненням і публікацією, надання цього матеріалу клієнтам, а також на міжнародний ринок інформації.

### **1.3.1 Товарна біржа**

Товарна біржа – постійно діючий оптовий ринок чистої конкуренції, на якому за певними правилами здійснюються угоди купівлі-продажу на якісно однорідні і легко взаємозамінні товари [1]-[3], [14]. Товарна біржа-ринковий механізм, що виконує ряд стабілізуючих функцій в економіці:

- забезпечує ліквідність і оптимальний розподіл найважливіших сировинних товарів;
- стабілізацію цін і витрат, валютних курсів, грошового обігу і кредиту.

Крім товарів біржова торгівля поширюється на деякі інші сектори ринку – ринок капіталу (фондова біржа) і ринок валют (валютна біржа).

### **1.3.2 Фондова біржа**

Фондова біржа – це система зі складною структурою і механізмами, що дозволяють проводити операції купівлі-продажу. Торгова система збирає заявки і реєструє угоди. Розрахункова палата веде облік грошей всіх учасників. Контролем і переведенням цінних паперів з одного рахунку на інший займається депозитарний центр. А маркетмейкери підтримують необхідні ціни [1]-[5], [8], [13].

Завдання і функції фондової біржі:

- організація торгів з потрібним набором інструментів і єдиними правилами для всіх учасників;
- оцінка якості акцій та котирування біржових цін, забезпечення ліквідності фінансових інвестицій;
- інформаційне забезпечення, включаючи аналітичні звіти та прогноз кон'юнктури ринку для учасників процесу;
- реалізація контрактів, гарантія виконання укладених угод.

Цінні папери – документ, що засвідчує, з дотриманням встановленої форми і обов'язкових реквізитів, майнові права, здійснення або передача яких

можливі тільки при його пред'явленні. Цінні папери як економічна категорія – це право на частку сукупного капіталу, отриманого в результаті первинного розміщення даних паперів, а також на розподіл і перерозподіл прибутку, який дає такий капітал. Це право відокремлюється від своєї натуральної основи (грошей, обладнання, патентів і т. п.) і навіть має власну матеріальну форму (наприклад, у вигляді паперового сертифіката, запису по рахунках і т. п.), а також мають такі фундаментальні властивості:

- обертаність;
- доступність для цивільного обороту;
- стандартність і серійність;
- документальність;
- регульованість і визнання державою;
- ринковість;
- ліквідність;
- ризик.

До цінних паперів відносять: акції, облігації тощо.

### **1.3.3 Валютна біржа**

Валютна біржа, це елемент сучасної фінансової міжнародної інфраструктури. На даний момент в світі діє безліч валютних бірж, які мають спільну електронну мережу, вони пов'язані між собою через Інтернет. Основною функцією валютних бірж є визначення валютних курсів шляхом вільного ринкового ціноутворення, а також здійснення міжнародних взаєморозрахунків між національними державними структурами, банками, різними комерційними партнерами [1]-[5]. Сучасні біржі є дуже розвиненими і складними інформаційними структурами. Їх діяльність регулюється нормами міжнародного права та національними законами держав, на території яких вони знаходяться. Сучасні валютні біржі торгують не тільки валютами, а й іншими фінансовими активами.

Сучасні валютні біржі являють собою електронні торгові майданчики, які є елементами інфраструктури міжнародного валютного ринку [7]. Основною діяльністю валютних бірж є надання послуг з організації та проведення валютних торгів між різними учасниками. Основними завданнями валютних бірж є організація базових елементів сучасної інфраструктури валютного ринку: торгової системи, клірингової та розрахункової систем. За допомогою торгової системи на біржах здійснюється безпосередній пошук контрагентів, тобто продавця і покупця, які укладають між собою угоди з купівлі та продажу валюти. За допомогою клірингової та розрахункової системи здійснюються наступні взаєморозрахунки між покупцем і продавцем валют.

#### **1.4 Методи прогнозування**

Прогнозування – це передбачення майбутніх подій. Метою прогнозування є зменшення ризику при прийнятті рішень [16], [17].

Прогнозування має дві сторони або площини конкретизації: передбачувальну (дескриптивну, описову); передвказівну (наказову). Передбачення означає опис можливих або бажаних перспектив, станів, рішень проблем майбутнього. Передбачення означає вирішення цих проблем, шляхом використання інформації про майбутнє в цілеспрямованій діяльності. Таким чином, в прогнозуванні розрізняють два аспекти: теоретико-пізнавальний і управлінський, пов'язаний з можливістю прийняття на основі отриманого знання управлінських рішень.

Виділяють наступні види економічних прогнозів [16]-[22]:

а) за масштабністю об'єкта прогнозування:

- 1) глобальний;
- 2) макро-прогнози;
- 3) міжгалузеві та міжрегіональні прогнози;
- 4) регіональні прогнози;

- 5) прогнози розвитку народногосподарських комплексів;
- 6) галузеві прогнози;
- 7) мікро-прогнози;

б) за часом затвердження:

- 1) довгострокові прогнози;
- 2) середньострокові прогнози;
- 3) короткострокові прогнози;
- 4) оперативні прогнози;

в) по цілі прогнозування:

- 1) розшуковий;
- 2) нормативний;

г) за часом упередження економічні прогнози діляться на:

- 1) оперативні (з періодом попередження до одного місяця);
- 2) короткострокові (період попередження – від одного, декількох місяців до року);
- 3) середньострокові (період попередження більше 1 року, але не перевищує 5 років);
- 4) довгострокові (з періодом попередження більше 5 років).

Прогнозування економічних явищ і процесів включає в себе наступні етапи [19-22]:

- постановка завдання і збір необхідної інформації;
- первинна обробка вихідних даних;
- визначення кола можливих моделей прогнозування;
- оцінка параметрів моделей;
- дослідження якості обраних моделей, адекватності їх реальному процесу, вибір кращої з моделей;
- побудова прогнозу;
- змістовний аналіз отриманого прогнозу.

Єдиного, універсального, методу прогнозування не існує. У зв'язку з величезною різноманітністю прогнозованих ситуацій є велика різноманітність

методів прогнозування (понад 150) [16]-[22]. На рисунку 1.2 представлений один з варіантів класифікації методів прогнозування, заснованої на індуктивному і дедуктивному підходах.

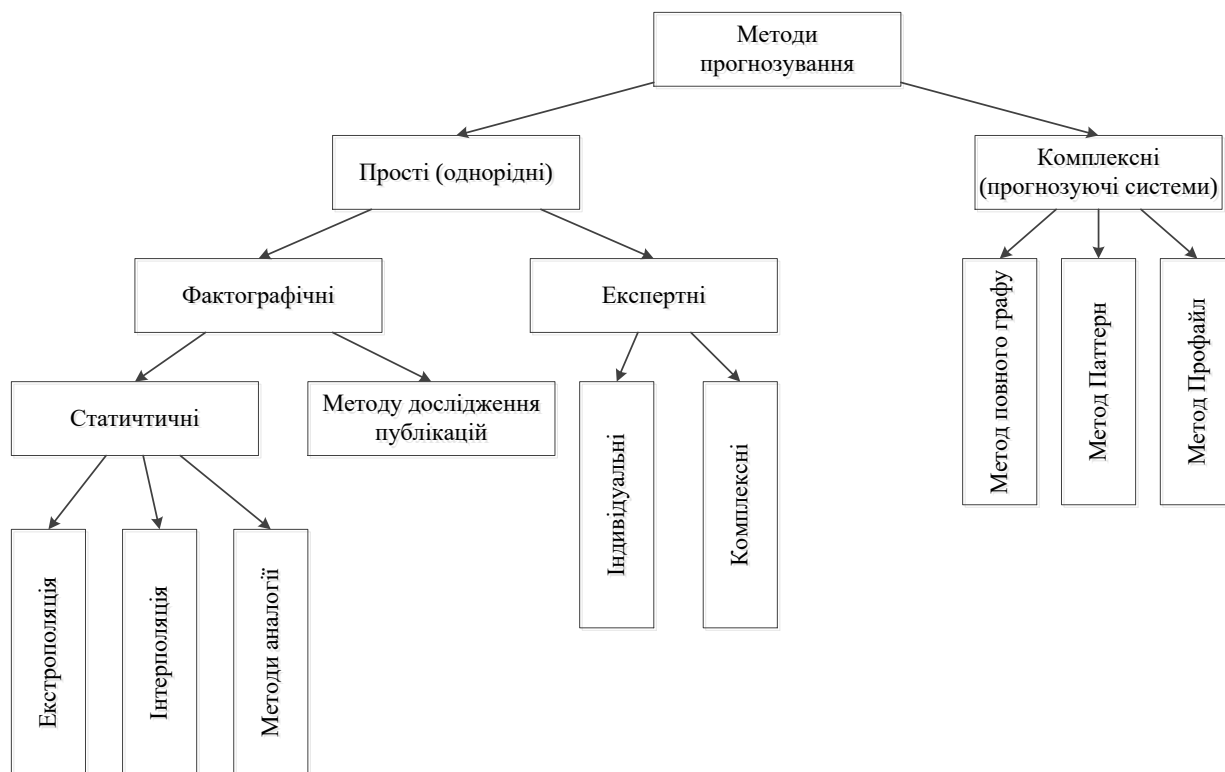


Рисунок 1.2 – Класифікація методів прогнозування

Таким чином, завдання економічного прогнозування полягає, з одного боку, в тому, щоб з'ясувати перспективи найближчого або більш віддаленого майбутнього в досліджуваній області, а з іншого боку, сприяти оптимізації поточного і перспективного планування і регулювання економіки, спираючись на складений прогноз.

Розглянемо більш детально деякі статистичні (параметричні) методи фактографічних оцінок, а саме метод екстраполяції. Екстраполяція – особливий тип апроксимації, при якому функція апроксимується поза заданим інтервалом, а не між заданими значеннями.

При формуванні прогнозів за допомогою екстраполяції зазвичай виходять зі статистично складаються тенденцій зміни тих чи інших кількісних характеристик об'єкта. Екстраполуються оціночні функціональні системні та

структурні характеристики. Екстраполяційні методи є одними з найпоширеніших і найбільш розроблених серед усієї сукупності методів прогнозування [17].

За допомогою цих методів екстраполюються кількісні параметри великих систем, кількісні характеристики економічного, наукового, виробничого потенціалу, дані про результативність науково-технічного прогресу, характеристики співвідношення окремих підсистем, блоків, елементів у системі показників складних систем та ін. [19].

Однак ступінь реальності такого роду прогнозів і відповідно міра довіри до них значною мірою обумовлюються аргументованістю вибору меж екстраполяції і стабільністю відповідності "вимірників" по відношенню до сутності розглянутого явища. Слід звернути увагу на те, що складні об'єкти, як правило, не можуть бути охарактеризовані одним параметром. У зв'язку з цим можна зробити деяке уявлення про послідовність дій при статистичному аналізі тенденцій і екстраполюванні, яке полягає в наступному [20]:

- має бути чітке визначення завдання, висунення гіпотез про можливий розвиток прогнозованого об'єкта, обговорення факторів, що стимулюють і перешкоджають розвитку даного об'єкта, визначення необхідної екстраполяції, і її допустимої дальності [20];

- вибір системи параметрів, уніфікація різних одиниць виміру, що відносяться до кожного параметру окремо;

- збір і систематизація даних. Перед зведенням їх у відповідні таблиці ще раз перевіряється однорідність даних і їх порівнянність: одні дані відносяться до серійних виробів, а інші можуть характеризувати лише конструюються об'єкти [21];

- коли перераховані вище вимоги виконані, завдання полягає в тому, щоб в ході статистичного аналізу і безпосередньої екстраполяції даних виявити тенденції або симптоми зміни досліджуваних величин. В екстраполяційних прогнозах особливо важливим є не стільки передбачення конкретних значень досліджуваного об'єкта або параметра в такому-то році, скільки своєчасне

фіксування об'єктивно намічаються зрушень, що лежать в зародку назріваючих тенденцій.

Для підвищення точності екстраполяції використовуються різні прийоми. Один з них полягає, наприклад, в тому, щоб екстрапольовану частину загальної кривої розвитку (тренду) коригувати з урахуванням реального досвіду розвитку галузі-аналога досліджень або об'єкта, що випереджають у своєму розвитку прогнозований об'єкт.

Під трендом розуміється характеристика основної закономірності руху в часі, в деякій мірі вільної від випадкових впливів. Тренд – це тривала тенденція зміни економічних показників. При розробці моделей прогнозування тренд виявляється основною складовою прогнозованого часового ряду, на яку вже накладаються інші складові [19]. Результат при цьому зв'язується виключно з ходом часу. Передбачається, що через час можна висловити вплив всіх основних факторів [21].

Під тенденцією розвитку розуміють деякий його загальний напрямок, довготривалу еволюцію. Зазвичай тенденцію прагнуть представити у вигляді більш-менш гладкою траєкторії.

Аналіз показує, що жоден з існуючих методів не може дати достатньої точності прогнозів на 20-25 років. Застосовуваний в прогнозуванні метод екстраполяції не дає точних результатів на тривалий термін прогнозу, тому що даний метод виходить з минулого і сьогодення, і тим самим похибка накопичується. Цей метод дає позитивні результати на найближчу перспективу прогнозування тих чи інших об'єктів не більше 5 років.

Для знаходження параметрів наближених залежностей між двома або декількома прогнозованими величинами за їх емпіричними значеннями застосовується метод найменших квадратів [19]. Його сутність полягає в мінімізації суми квадратів відхилень між спостережуваними (фактичними) величинами і відповідними оцінками (розрахунковими величинами), обчисленими за підібраним рівнянням зв'язку [20].

### **1.4.1 Використання штучних нейронних мереж для фінансового прогнозування**

У фінансовому аналізі штучні нейронні мережі (НМ) розглядаються як механізм реконструкції репрезентативного агента, що приймає рішення, і завдяки своїм відмітним характеристикам можуть бути використані для прогнозування прибутковості на фондовому, валютному та інших ринках [16], [20]-[22].

Окрема важлива проблема в рамках досліджень НМ і підвищення ефективності їх прогнозних здібностей – це різні способи обробки вхідних даних. Це пояснюється тим, що в останні роки масиви даних, доступні фінансовим аналітикам, істотно зросли, а взаємозв'язки між ними, в тому числі причинно-наслідкові, ускладнилися. Тому в рамках даної роботи основна увага буде приділена дослідженню і застосуванню різних інструментів обробки емпіричних даних перед їх пред'явленням НМ і порівняльному аналізу їх можливостей для прогнозування прибутковості на фондовому і валютному ринках розвинених країн.

Слід додати, що корисність досліджень за НМ не можна пов'язувати тільки з фінансово-економічною сферою. Отримані дослідницькі результати можуть дати важливий синергетичний ефект для інших галузей науки. У числі найбільш перспективних можна виділити когнітивну психологію, теорії прийняття рішень індивідуумами і групами осіб, а також поведінки великих соціальних систем.

## **1.5 Постановка завдання**

Головна мета магістерської роботи полягає у дослідженні та програмній реалізації методів прогнозування фінансових ринків, а саме прогнозування фондового і валютного ринків за допомогою ройової архітектури штучних нейронних мереж, з використанням кластеризації даних в якості інструменту

попередньої обробки. Тож надалі буде приділено увагу розгляду поняття ройового інтелекту (PI) та питанням використання кластеризації для попередньої обробки масивів вхідних даних.

## **1.6 Висновки за розділом 1**

Розглянуто проблемну область фінансових ринків та їх прогнозування. В результаті проведеного аналізу було з'ясовано, що одним з найбільш перспективних та актуальних методів прогнозування є використання НМ у якості бази прогнозуючої моделі. Використання методів PI та кластеризації вхідних даних розширить практичне застосування НМ для прогнозування фінансових ринків, за рахунок збільшення точності прогнозування.

## 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

В першому розділі було проаналізовано сучасне становище у питанні ФР. Попередній аналіз довів, що використання апарату штучних НМ демонструє достатньо хороші результати при цьому не навантажуючи обчислювальну систему.

Тому актуальним є дослідження та реалізація моделей на базі штучних НМ для прогнозування ФР.

У другому розділі розглядається можливість застосування штучних НМ для прогнозування ФР на основі поведінкових фінансів (як механізму прийняття рішень репрезентативним агентом) і представлення ринку як складної, самоорганізується системи.

### 2.1 Огляд та аналіз алгоритмів ройового інтелекту

Традиційно управління механізмами – в тому числі автоматизованими системами-здійснювалося через єдиний центр. Принципово інші рішення застосовуються в більш ефективних алгоритмах управління і автоматизації, в яких враховуються проблеми зростаючого масштабу технічних систем і комплексні вимоги щодо забезпечення їх стійкості. РІ – це колективна поведінка різних об'єктів, кожен з яких виконує ряд простих функцій, взаємодіючи при цьому з іншими об'єктами [23]. Подібно рою комах або зграї птахів, інформаційні системи, розроблені на основі цього принципу, забезпечують децентралізоване управління процесами за допомогою самоорганізується колективної роботи всіх її елементів. У цьому випуску інформаційного бюлетеня представлені технологічні тренди, пов'язані із застосуванням РІ в безпілотних автомобілях, електромережах з розподіленими джерелами енергії і роботах, що виконують рятувальні операції.

Методи РІ емулюють колективну поведінку систем із безліччю децентралізованих агентів. Ця група методів застосовується для розв'язування

складних оптимізаційних задач: багатовимірна оптимізація, дискретна оптимізація, багатокритеріальна оптимізація тощо [23]. В основі методів РІ біологічні принципи популяцій: слабкі особини об'єднуються у групи (зграї чи колонії) для спільної роботи, яка призводить до покращення умов життєдіяльності. Тоді, наприклад, кожна окрема особина має вищий шанс на виживання при боротьбі із хижаками, ніж особина поза групою [24]. Таким чином, будь-яка колонія живих організмів у процесі функціонування ефективно вирішує оптимізаційні і, як правило, багатокритеріальні задачі [24].

Методи РІ так само, як і інші еволюційні методи, використовують для розв'язання задачі деяку популяцію, що складається із особин (вони представляють закодовані потенційні розв'язки), та метод стохастичної оптимізації, який моделює соціальну поведінку цих особин за аналогією із реального світу [25].

На початку, формується популяція агентів методу (потенційних розв'язків оптимізаційної задачі), а далі відбувається пошук рішень уже із застосуванням поведінкових моделей популяцій живих організмів. Особини та інформація про них, зазвичай, формується випадковим чином. Особини популяції локально взаємодіють між собою та довкіллям. На практиці це дозволяє розподілити «перспективний» шлях розв'язання серед більшості агентів, тому що за умови, що одна особина популяції виявила перспективний шлях, то більша частина інших особин може долучитися до вектору руху. Водночас для забезпечення широкого покриття простору розв'язків оптимізаційної задачі в популяції наявні особини, які рухаються хаотично [25]. Саме локальна взаємодія усіх особин популяції реалізує принципи ройового інтелекту [25]-[27].

Загалом методи та алгоритми побудовано на основі принципів РІ. У загальному випадку схему реалізації всіх ройових алгоритмів можна сформулювати наступним чином [22]:

- ініціалізація популяції агентів алгоритму (в просторі пошуку розв'язків задачі випадковим чином формують певну кількість початкових точок (потенційних розв'язків задачі));
- переміщення агентів алгоритму (на основі набору правил переміщення специфічного для кожного ройового алгоритму здійснюють переміщення агентів у просторі розв'язків задачі у такий спосіб, щоб наблизитися до екстремуму функції мети);
- завершення процедури (якщо виконано умову зупинки, в іншому випадку здійснюється перехід на другий крок).

Методи на основі РІ мають багато спільних рис із генетичними алгоритмами: наприклад, ініціалізація початкової популяції здійснюється випадковим чином, для оцінювання знайдених розв'язків використовують відомі значення функції мети тощо. Водночас ці методи не використовують генетичних операторів (схрещення, мутації), натомість особини популяції локально взаємодіють та змінюють швидкості, а також мають пам'ять. Крім того, механізми взаємодії між особинами популяції у ройових та генетичних алгоритмах є абсолютно різними [27]. Зокрема в генетичних алгоритмах хромосоми обмінюються інформацією попарно, тому вся популяція рухається синхронно у напрямку екстремуму функції мети. Проте у ройових алгоритмах взаємодія між особинами популяції відбувається локально, що забезпечує виявлення локальних екстремумів та відповідно швидше знаходження глобального екстремуму функції мети [23]. Крім того, перевагою методів та алгоритмів на основі ройового алгоритму є менша кількість параметрів алгоритму.

## **2.2 Кластеризація вхідних даних**

Кластеризація або ж кластерний аналіз – завдання розбиття заданої вибірки об'єктів (ситуацій) на непересічні підмножини, звані кластерами, так, щоб кожен кластер складався зі схожих об'єктів, а об'єкти різних кластерів істотно відрізнялися [28]-[31].

Головна відмінність кластеризації від класифікації полягає в тому, що перелік груп чітко не заданий і визначається в процесі роботи алгоритму [28]. А саме завдання кластеризації відноситься до широкого класу завдань навчання без вчителя.

Серед цілей кластеризації, як правило, виділяють 3 групи [28], [31]:

- розуміння даних шляхом виявлення кластерної структури. Розбиття вибірки на групи схожих об'єктів дозволяє спростити подальшу обробку даних і прийняття рішень, застосовуючи до кожного кластеру свій метод аналізу (стратегія «розділяй і володарюй»);
- стиснення даних. Якщо вихідна вибірка надмірно велика, то можна скоротити її, залишивши по одному найбільш типовому представнику від кожного кластера;
- виявлення новизни. Виділяються нетипові об'єкти, які не вдається приєднати до жодного з кластерів.

У першому випадку число кластерів намагаються зробити поменше. У другому випадку важливіше забезпечити високу (або фіксовану) ступінь подібності об'єктів всередині кожного кластера, а кластерів може бути скільки завгодно. У третьому випадку найбільший інтерес представляють окремі об'єкти, що не вписуються ні в один з кластерів.

У всіх цих випадках може застосовуватися ієрархічна кластеризація, коли великі кластери дробляться на більш дрібні, ті в свою чергу дробляться ще дрібніше, і т.д. такі завдання називаються завданнями таксономії.

Застосування кластерного аналізу в загальному вигляді зводиться до наступних етапів [29]:

- відбір вибірки об'єктів для кластеризації;
- визначення множини змінних, за якими будуть оцінюватися об'єкти у вибірці. При необхідності – нормалізація значень змінних;
- обчислення значень міри подібності між об'єктами;
- застосування методу кластерного аналізу для створення груп подібних об'єктів (кластерів);

– представлення результатів аналізу.

Після отримання та аналізу результатів можливе коригування обраної метрики і методу кластеризації до отримання оптимального результату.

Результатом таксономії є деревоподібна ієрархічна структура. При цьому кожен об'єкт характеризується перерахуванням всіх кластерів, яким він належить, зазвичай від великого до дрібного. Візуально таксономія представляється у вигляді графіка, званого дендрограмою.

Класичним прикладом таксономії на основі подібності є біномінальна номенклатура живих істот, запропонована Карлом Ліннеєм в середині XVIII століття. Аналогічні систематизації будуються в багатьох областях знання, щоб упорядкувати інформацію про велику кількість об'єктів [30].

Представимо формальну постановку задачі кластеризації. Нехай  $X$  – множина об'єктів,  $Y$  – множина номерів (імен, міток) кластерів. Задана функція відстані між об'єктами  $\rho(x, x')$ . Є кінцева навчальна вибірка об'єктів  $X^m = \{x_1, x_2, \dots, x_m\} \subset X$ . потрібно розбити вибірку на непересічні підмножини, звані кластерами, так, щоб кожен кластер складався з об'єктів, близьких по метриці  $\rho$ , а об'єкти різних кластерів істотно відрізнялися. При цьому кожному об'єкту  $x_i \in X^m$  приписується номер кластера  $y_i$ .

Алгоритм кластеризації – це функція  $a: X \rightarrow Y$ , яка будь-якому об'єкту  $x \in X$  ставить у відповідність номер кластера  $y \in Y$ . Множина  $Y$  в деяких випадках відома заздалегідь, проте частіше ставиться завдання визначити оптимальне число кластерів, з точки зору того чи іншого критерію якості кластеризації.

Рішення задачі кластеризації принципово неоднозначне, і на те є кілька причин:

– не існує однозначно найкращого критерію якості кластеризації. Відомий цілий ряд евристичних критеріїв, а також ряд алгоритмів, які не мають чітко вираженого критерію, але здійснюють досить розумну кластеризацію «з побудови». Всі вони можуть давати різні результати;

– число кластерів, як правило, невідомо заздалегідь і встановлюється відповідно до деяких суб'єктивним критерієм;

– результат кластеризації істотно залежить від метрики, вибір якої, як правило, також суб'єктивний і визначається експертом.

### **2.3 Використання ройової архітектури штучних нейронних мереж та кластеризації даних в якості інструменту попередньої обробки для прогнозування фондового і валютного ринків**

Як попередньо обговорювалося ройова та зграйова поведінки в складних біологічних системах призводить до несподівано ефективних результатів при тому, що кожна з особин має досить примітивним розумом. Ці чудові властивості природних спільнот, в основі яких лежить конкуренція, еволюційний відбір і кооперація, запозичуються вченими для конструювання штучних багатоагентних систем [23]. У фінансовій математиці ройові моделі також використовуються досить часто: для конструювання оптимальних з точки зору ризику інвестиційних портфелів [23], [18], прогнозування макроекономічних даних [25], фондового і валютного ринків, в т.ч. при залученні штучних нейронних мереж.

При побудові нейромережевої моделі, заснованої на ройовому навчанні, будемо намагатися відтворити еволюційні процеси оптимізації і перевірити, чи будуть вони настільки ж успішні в прогнозуванні фінансових ринків, як і в розвитку біологічних організмів. Почнемо з того, що умова незалежності окремих штучних нейронних мереж змушує нас особливим чином обробляти вибірку, яка їм пред'являється. Справа в тому, що на самому початку побудови моделі нам потрібно сконструювати кілька однакових нейронних мереж, кожна з яких буде аналізувати свій спостережуваний процес, причому ці мережі слід зробити ідентичними по архітектурі. Такі відмінності як число нейронів, шарів або тип функції активації представляються некоректними, тому що в такому випадку в неявному вигляді визначається перевага однієї з мереж, чий базові параметри виявляться найбільш адекватними ситуації на ринку. Однак в цьому випадку неминуче зіткнення з тим, що, навчаючись, на однакових даних,

створені штучні нейронні мережі будуть видавати один і той же результат, і ніякої конкуренції між ними не буде.

Тож пропонується оригінальний вихід з даної ситуації, який полягає в тому, щоб навчати кожен нейронну мережу на окремій підвибірці, виокремленої із загального вихідного масиву – в цьому буде полягати попередня обробка вхідних даних в моделі. Концептуально ґрунтуємося на непараметричному підході до розрахунку функції густини ймовірності, відповідно до якого спостережуваний розподіл складається з локальних гауссівських розподілів [22]-[29]. При цьому отримана суміш розподілів може вже відрізнятися від нормальних, наприклад, мати кілька мод.

В якості вихідного масиву будемо розглядати вектор прибутковості фінансового інструменту і потім розбивати його на певне число незалежних сегментів. Сегментування даних буде проводитися відповідно до відстані Дженсена-Шеннона, яка є середньою відстанню (ентропією) Кульбака-Лейблера та часто використовує для оцінки відмінностей між кількома розподілами [30].

В аналітичному вигляді відстань Дженсена-Шеннона задається як:

$$JS(p_1, p_2) = \frac{KL(p_1(x), p_2(x)) + KL(p_2(x), p_1(x))}{2}, \quad (2.1)$$

де JS – відстань Дженсена-Шеннона;

KL – відстань Кульбака-Лейблера між двома цими розподілами, яке в даному випадку визначається як:

$$KL(p_1(x), p_2(x)) = \sum_i \ln \left( \frac{p_1(i)}{p_2(i)} \right) p_1(i); \quad (2.2)$$

$p_1, p_2$  – нормальні розподіли.

Сама процедура сегментування може бути представлена наступним чином:

а) вихідний масив даних може бути розбитий на  $n$ -кількість відрізків (сегментів). Для цієї мети ми повинні задати два параметри:

1) мінімальна кількість точок, яка буде задавати розподіл – в нашому випадку вона дорівнюватиме 10;

2) порогове значення відстані Дженсена-Шеннона, за допомогою якого можна буде проводити відмінності між сегментами (розподілами), в нашому випадку воно дорівнюватиме 2;

б) проводиться ітеративна процедура ділення ковзного 200-точкового масиву на сегменти. На першій ітерації масив розбивається надвоє. Точку поділу визначаємо на основі відстані Дженсена-Шеннона, вимірюваного між вихідним розподілом і якби воно було представлено сумішшю з двох нормальних розподілів зліва і праворуч від цієї точки (2.3):

$$JS(q) = \log \frac{p_2(q)}{p_1}, \quad (2.3)$$

де  $JS(q)$  – відстань Дженсена-Шеннона;

$q$  – точка розділення вихідного масиву;

$p_2(q)$  – функція правдоподібності для суміші з двох нормальних розподілів зліва і праворуч від точки поділу (2.4):

$$p_2(q) = \prod_{t=1}^q \frac{1}{\sigma_L \sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{(x-\mu_L)^2}{2\sigma_L^2}} \times \prod_{t=q+1}^n \frac{1}{\sigma_R \sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{(x-\mu_R)^2}{2\sigma_R^2}}, \quad (2.4)$$

де  $\mu_L, \sigma_L$  – параметри нормального розподілу зліва від точки поділу  $q$ ;

$\mu_R, \sigma_R$  – параметри нормального розподілу праворуч від точки поділу  $q$ .

$p_1$  – функція правдоподібності вихідного нормального розподілу (2.5):

$$p_1 = \prod_{t=1}^N \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (2.5)$$

де  $N$  – довжина вихідного масиву;

$\mu$  – середнє значення нормального розподілу  $p_1$ ;

$\sigma$  – стандартне відхилення нормального розподілу  $p_1$ ;

в) На наступних ітераціях кожна з двох одержані на 2-му етапі частин розбивається надвоє, потім вже кожна з чвертей, восьмих і так далі до тих пір, поки не буде виконано одну з умов з 1-го етапу: або довжина сегмента стає дорівнює мінімально встановленому розміру розподілу (10 точок), або відстань Дженсена-Шеннона стає нижче порогового значення (2), тобто розподіл і суміш з двох його частин вже неможливо відрізнити одне від іншого в інформаційному плані.

Після того, як описана вище процедура завершена, отримано досить велике число дискретних сегментів. Далі будемо групувати схожі сегменти (розподілу) в кластери даних. Ідея тут полягає в тому, що ринок має кілька основних, повторюваних режимів функціонування, і кожна штучна нейронна мережа в моделі буде навчатися на певному масиві даних, відповідних тому чи іншому режиму. Таким чином, число розрахованих кластерів всередині вихідного масиву також визначить і число незалежно навчаються мереж.

При цьому важливо сказати, що не ставиться завдання якісної економічної інтерпретації розрахованих кластерів, наприклад, відповідає один з кластерів бичачому тренду, інший – ведмежому і т.п. визнаючи значимість цього питання, вважається, що йому має бути присвячено окреме дослідження, що виходить за рамки наукового пошуку даної роботи.

Зведення декількох груп даних в кластери і визначення оптимального числа цих кластерів-це нетривіальне завдання, у вирішенні якої можуть бути використані різні підходи. У нашій моделі ми будемо використовувати метод k-середніх. Кожен з одержаних сегментів може бути нанесений на площину як точка з двома координатами – параметрами розподілу (середнє значення і

стандартне відхилення). Після цього ми починаємо групувати ці точки навколо центрів кластерів, визначаючи центри так, щоб сумарне квадратичне відхилення точок від центрів було мінімальним. Вибір кількості кластерів проводиться евристичним способом. Ми послідовно збільшуємо число кластерів, до тих пір, поки якість кластеризації не перестає істотно збільшуватися [31]. Під якістю кластеризації ми розуміємо суму відстаней від точок кластерів до центрів ( $S$ ) і, відповідно, будемо стежити за її спаданням у міру додавання нових кластерів (2.6):

$$S = \sum_{i=1...c} \sum_{j=1...n} f(u_i, K_{i,j}), \quad (2.6)$$

де  $c$  – кількість кластерів;

$n$  – кількість точок в кожному кластері;

$u_i$  – центр  $i$ -ого кластеру;

$K_{i,j}$  – координати точки в кластері;

$f(u_i, K_{i,j})$  – функція відстані до центрів кластерів.

За підсумками проведеної процедури кластеризації на кожному кожному 200-точковому масиві було виявлено, що число кластерів, при якому якість кластеризації перестає істотно зростати, дорівнює 5.

На основі цього результату на наступному кроці задаємо точно таку ж кількість окремо функціонуючих штучних нейронних мереж, які будуть конкурувати між собою. При цьому слід зазначити, що середні довжини кластерів відрізняються один від одного не більше ніж на 20%, з чого можна зробити допущення, що кожна з мереж буде працювати з інформаційною вибіркою приблизно рівної потужності. Крім цього, аналіз кластерів показує, що вони розподілені всередині загального масиву досить рівномірно, тобто. явні концентрації даних одного типу на окремих сегментах (наприклад, на початку або в кінці масиву) відсутні.

У даній моделі будемо працювати з простими штучними НМ прямого проходу, тому що хочемо оцінити ефект від попередньої обробки даних у формі

кластеризації і впровадження ройового механізму навчання, а не від складних взаємозв'язків всередині конструкцій самих мереж.

Кожна НМ матиме два вхідних значення, два нейрони в прихованому шарі і один у вихідному. В якості функції активації ми будемо використовувати логістичну функцію. Оптимізація мережі буде заснована на мінімізації квадрата помилки по відношенню до навчальних прикладів за допомогою методу градієнтного спуску. Початкові значень ваг всіх мереж будуть рівні 1.

Таким чином, можемо записати завдання оптимізації для кожної з п'яти штучних нейронних мереж як функцію мінімізації помилки (2.7):

$$f(\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \zeta, z) =$$

$$= \sum_{i=z-5}^{z-1} \left[ \left[ \frac{1}{-\left( w_5 \frac{1}{1+e^{-(w_1 \times r_{1,z} + w_2 \times r_{2,z})}} + w_6 \frac{1}{1+e^{-(w_3 \times r_{1,z} + w_4 \times r_{2,z})}} \right)} \right] - r_{z-1} \right]^2 \rightarrow Min, (2.7)$$

де  $r_1, r_2$  – вхідні дані, що пред'являються мережі;

$w$  ( $w_1 w_2 w_3 w_4 w_5 w_6$ ) – вектор ваг мережі;

$y$  – бінарний навчальний ковзкий вектор (1 – позитивна прибутковість фінансового інструменту, 0 – негативна);

$z$  – номер торгового періоду.

## 2.4 Висновки за розділом 2

У другому розділі проаналізовано процес прогнозування фінансових ринків з використанням РІ для навчання НМ та кластеризацією у якості опрацювання вхідних даних.

Наведені розрахунки обґрунтували розроблений метод та представили подальше тестування на реальних даних.

### **3 РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМИ**

#### **3.1 Опис основних вимог до програми**

Об'єктом розробки є програмний продукт (ПП) призначений для прогнозування стану фінансових ринків. Мета роботи – створити систему, що використовує кластерізацію у якості первинної обробки даних для подальшого прогнозування на базі НМ, що навчаються за принципами методів РІ.

Необхідно реалізувати 3-основні модуля для системи прогнозування. Перший модуль представляє клієнтську частину, де від користувача приймаються вхідні дані для прогнозування. Два інших модуля використовуються для обробки даних. У модулі кластерізації відбувається попередня обробка даних. Модуль прогнозування використовує стратегії РІ для навчання НМ.

Тож серед функціональних вимог можна виділити:

- зчитування користувацьких даних;
- завантаження даних до обчислювального серверу;
- кластерізація даних;
- синтез НМ;
- прогнозування фінансових ринків з використанням НМ;
- надання та забезпечення графічного інтерфейсу користувача.

Для забезпечення надійності програми, вона має базуватися на комп'ютері. На протязі усього сеансу роботи додаток не повинен збоїти або зависати. Після оновлення інформаційної бази або функціоналу, додаток треба перезапустити.

Більш того до інформаційної бази, яку використовує додаток, висуваються наступні умови:

- вносити зміни до бази може тільки адміністратор;
- оновлення бази слід виконувати дотримуючись правил опису та зберігання інформації.

### 3.2 Проектування структури програмної системи

При проектуванні структури майбутньої програми було виділено 5 основних програмних модулів, які представлено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Основні програмні модулі

Розробку представлених модулів можна аргументувати тим, що саме розділення основного функціоналу програмного комплексу за таким принципом гарантує формування функціонально завершених блоків програми.

### 3.3 Вибір мови програмування

Python – інтерпретована об'єктно-орієнтована мова програмування високого рівня зі строгою динамічною типізацією. Розроблена в 1990 році Гвідо ван Россумом [32]. Структури даних високого рівня разом із динамічною семантикою та динамічним зв'язуванням роблять її привабливою для швидкої розробки програм, а також як засіб поєднання наявних компонентів. Python підтримує модулі та пакети модулів, що сприяє модульності та повторному використанню коду. В мові програмування Python підтримується кілька

парадигм програмування, зокрема: об'єктно-орієнтована, процедурна, функціональна та аспектно-орієнтована [32], [33].

Серед основних її переваг можна назвати такі [32]:

- чистий синтаксис (для виділення блоків слід використовувати відступи);
- переносність програм (що властиве більшості інтерпретованих мов);
- стандартний дистрибутив має велику кількість корисних модулів (включно з модулем для розробки графічного інтерфейсу);
- можливість використання Python в діалоговому режимі (дуже корисне для експериментування та розв'язання простих задач);
- стандартний дистрибутив має просте, але разом із тим досить потужне середовище розробки, яке зветься IDLE і яке написане мовою Python;
- зручний для розв'язання математичних проблем (має засоби роботи з комплексними числами, може оперувати з цілими числами довільної величини, у діалоговому режимі може використовуватися як потужний калькулятор);
- відкритий код (можливість редагувати його іншими користувачами).

У таблиці 3.1 наведено порівняння зв'язки Python з іншими мовами програмування (та мовами програмування із фреймворками для машинного навчання).

Таблиця 3.1 – Порівняння мов програмування

| Критерії порівняння                          | Мови програмування |              |                        |        |
|----------------------------------------------|--------------------|--------------|------------------------|--------|
|                                              | Python             | C++ та Caffe | Java та Deeplearning4j | MATLAB |
| Наявність літератури та простота вивчення    | ++                 | ++           | ±                      | ++     |
| Підтримка парадигми модульного програмування | +                  | +            | +                      | —      |
| Продуктивність роботи                        | ++                 | +            | +                      | —      |
| Паралельна обробка запитів та реалізація     | ++                 | ++           | +                      | ±      |
| Простота розроблення графічного інтерфейсу   | +                  | ±            | ±                      | ±      |

Як видно з таблиці зв'язка Python добре себе зарекомендувала. Цю мову програмування можна досить доречно використовувати для низки задач пов'язаних із машинним навчанням, наприклад, задач класифікації, оцінювання, моделювання та розпізнавання.

### **3.3.1 Розширюваний дослідницький інструментарій PySwarms**

PySwarms – розширюваний дослідницький інструментарій для оптимізації методів РІ в Python [33].

Він призначений для дослідників, практиків та студентів РІ, які віддають перевагу декларативному інтерфейсу високого рівня для реалізації РІ у своїх завданнях. PySwarms забезпечує базову оптимізацію за допомогою РІ і взаємодію з оптимізаціями.

PySwarms може бути встановлена через термінал, за допомогою простої команди: `pip install pyswarms`.

Модуль `backend` надає безліч допоміжних методів для налаштування вашої реалізації РІ. Це дає вам підхід чорного ящика, вимагаючи, щоб ви написали свій власний цикл оптимізації.

Є два важливих компоненти для будь-якої реалізації РІ:

- клас рою, що містить всі важливі атрибути і властивості рою;
- клас топології, що визначає поведінку роя при оптимізації.

Основна ідея полягає в тому, що для кожної ітерації ви взаємодієте з класом `Swarm`, використовуючи методи, знайдені в класі `Topology` (або, можливо, в `pyswarms.backend.operators`). Ви постійно берете атрибути, присутні в `Swarm`, і оновлюєте їх, використовуючи операції, які потрібні вашому алгоритму. Разом з деякими методами, знайденими в `pyswarms.backend.generators` і `pyswarms.backend.operators`, можна створювати різні види реалізацій Рою.

### 3.4 Вибір середовища розробки

Дистрибутив Anaconda включає conda і Anaconda Navigator, а також Python і сотні пакетів, що використовуються в наукових обчисленнях [34]. При установці Anaconda всі ці елементи також встановлюються.

Conda працює в командному рядку так само, як Anaconda Prompt в Windows і термінал в macOS і Linux.

Navigator – це настільна програма з користувальницьким інтерфейсом, за допомогою якої можна запускати додатки і легко керувати пакетами conda, середовищами і каналами, не вдаючись до команд командного рядка.

Можете спробувати conda і Navigator, щоб вирішити, що краще підходить саме вам для управління пакетами і середовищами. Між ними навіть можна перемикатися – результат роботи з однієї програми буде видно в другій.

Велика різниця між conda і менеджером пакетів PIP полягає в тому, як управляються залежності пакетів, що є проблемою для наукових даних в Python і причиною існування conda.

Коли PIP встановлює пакет, він автоматично встановлює всі залежні пакети Python, не перевіряючи, чи конфліктують вони з раніше встановленими пакетами. Він встановить пакет і будь-які його залежності незалежно від стану існуючої збірки. Через це користувач з робочою збіркою, наприклад, Google Tensorflow, може виявити, що вона перестає працювати, використовуючи pip для установки іншого пакета, який вимагає іншої версії залежної бібліотеки numpy, ніж та, яка використовується Tensorflow. У деяких випадках може здатися, що пакет працює, але дає різні результати в деталях.

Навпаки, conda аналізує поточне середовище, включаючи всі встановлені в даний час, і разом з будь-якими зазначеними обмеженнями версії (наприклад, користувач може побажати мати версію Tensorflow 2,0 або вище), розробляє спосіб установки сумісного набору залежностей і показує попередження, якщо це неможливо зробити.

Пакети з відкритим вихідним кодом можуть встановлюватися окремо з репозиторію Anaconda, Anaconda Cloud, або власного приватного репозиторію або дзеркала, використовуючи команду `conda install`. Anaconda Inc компілює і збирає всі пакети в репозиторії Anaconda, а також надає двійкові файли для Windows 32/64 біт, Linux 64 біт і macOS 64-біт. Все, що доступно на PyPI, може бути встановлено в середу conda за допомогою `pip`, і conda буде відстежувати, що він встановив сам і що PIP встановив.

Збірка Anaconda2 за замовчуванням включає Python 2.7, а Anaconda3 - Python 3.7. Тим не менш, можна створити нові середовища, які включають в себе будь-яку версію Python, упаковану з conda.

У таблиці 3.2 наведено порівняння найбільш популярних середовищ розробки (IDE) для Python.

Таблиця 3.2 – Порівняння IDE

| Критерії порівняння                         | IDE      |         |      |          |
|---------------------------------------------|----------|---------|------|----------|
|                                             | Anaconda | PyCharm | Atom | PhpStorm |
| Наявність безкоштовної версії (open-source) | ++       | ++      | ++   | —        |
| Підтримка бібліотек та налаштувань          | ++       | +       | ±    | —        |
| Кросс-платформність                         | ++       | ++      | ++   | —        |
| Швидкість роботи                            | ++       | ++      | ++   | ±        |
| Підтримка та оновлення                      | ++       | ±       | ±    | ++       |

Як видно з таблиці зв'язка Anaconda найбільш оптимальний варіант IDE для подальшої розробки. Додатково слід зазначити, що саме Anaconda підлаштована під наукові обчислення, а отже легко інтегрує оновлені версії бібліотек необхідних для подальшої роботи.

### 3.5 Вимоги до технічних засобів

Для нормальної розробки програми, повинні виконуватися наступні умови до апаратної частини:

- наявність IBM-сумісної персональної електронної обчислювальної машини (ПЕОМ), на якій буде працювати додаток;
- процесор із тактовою частотою 1,5 GHz та більше;
- оперативна пам'ять 1,5 ГБ та більше;
- вільний простір на жорсткому диску не менше, ніж 2 ГБ.

Вимоги до програмної частини: середовище Python (з версії 3.5 та більше).

### 3.6 Висновки за розділом 3

Під час роботи над розділом було спроектовано архітектуру майбутнього ПП. Були спроектовані модулі майбутньої програми. Було проаналізовано найбільш популярні мови програмування та після ретельного порівняння перевага була віддана та зв'язці Python і Anaconda.

## **4 ОСНОВНІ РІШЕННЯ ЩОДО РЕАЛІЗАЦІЇ КОМПОНЕНТІВ СИСТЕМИ**

Модульна структура проекту має передумову: модульна структура ПП полегшує її розуміння і дозволяє здійснювати модифікацію проекту за потреби.

Для повноцінної роботи із системою були розроблені модулі, які за функціоналом повторюють раніше спроектовані модулі ПП, проте мають більшу роздробленість за функціоналом. Серед розроблених модулів можна виділити:

- модуль завантаження даних;
- модуль роботи із базою даних (БД);
- модуль попередньої обробки даних;
- модуль синтезу НМ;
- модуль прогнозування;
- модуль графічного інтерфейсу користувача.

Як видно, трохи розширилися модулі які відповідають за обробку даних отриманих від користувача. Це можна пояснити попереднім опрацюванням (парсингом) вибірок даних та подальшим збереженням даних у БД.

Розглянемо розроблені модулі детальніше.

### **4.1 Модуль завантаження даних**

Модуль завантаження даних розроблено для завантаження вибірок даних отриманих від користувача. На діаграмі класів модулю, що наведено на рис. 4.1, наведено основний клас модулю.

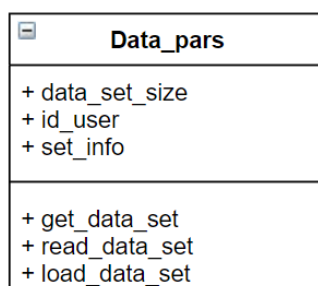


Рисунок 4.1 – Клас Data\_pars

Робота модулю спрямована на попередню обробку отриманих даних від користувача. Окрім опрацювання вибірки модуль додатково підтягує інформацію про користувача, щоб надалі зберегти у БД повну інформацію із зазначенням користувача. Такий підхід дозволяє в наступному провести повторне тестування без додаткового завантаження даних.

## 4.2 Модуль попередньої обробки даних

Модуль попередньої обробки даних розроблено для кластеризації даних із вибірки. На діаграмі класів модулю, що наведено на рис. 4.2, наведено основний класи модулю.

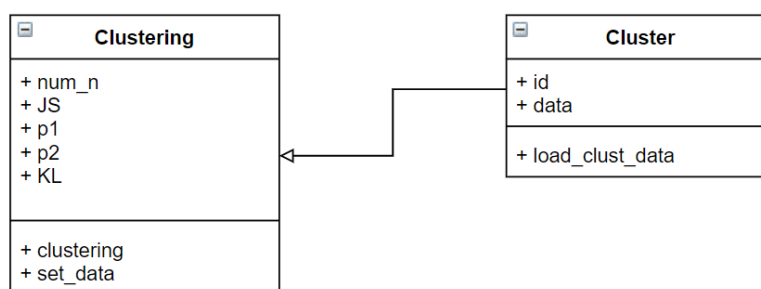


Рисунок 4.2 – Основні класи модулю

З рисунку видно основну взаємодію між класами. На початку клас **Clustering** запускає послідовність:

- вихідний масив даних може бути розбитий на  $n$ -кількість відрізків (сегментів). Для цієї мети ми повинні задати два параметри: мінімальна

кількість точок, яка буде задавати розподіл (за замовченням 10) та порогове значення відстані Дженсена-Шеннона, за допомогою якого можна буде проводити відмінності між сегментами (розподілами), в нашому випадку воно дорівнюватиме (за замовченням 2);

- проводиться ітеративна процедура ділення ковзного 200-точкового масиву на сегменти. На першій ітерації масив розбивається надвоє. Точку поділу визначаємо на основі відстані Дженсена-Шеннона, вимірюваного між вихідним розподілом і якби воно було представлено сумішшю з двох нормальних розподілів зліва і праворуч від цієї точки (2.3);

- на наступних ітераціях кожна з двох одержані на 2-му етапі частин розбивається надвоє, потім вже кожна з чвертей, восьмих і так далі до тих пір, поки не буде виконано одну з умов з 1-го етапу: або довжина сегмента стає дорівнює мінімально встановленому розміру розподілу (10 точок), або відстань Дженсена-Шеннона стає нижче порогового значення (2), тобто розподіл і суміш з двох його частин вже неможливо відрізнити одне від іншого в інформаційному плані;

- дані про кожний кластер та його наповнення передається до об'єктів класу-насліднику. Додатково позначається ідентифікатор наслідника для подальшої роботи.

### **4.3 Модуль синтезу нейронної мережі**

Модуль синтезу НМ розроблено для синтезу НМ на основі РІ. На діаграмі класів модулю, що наведено на рис. 4.3, наведено основні класи модулю.

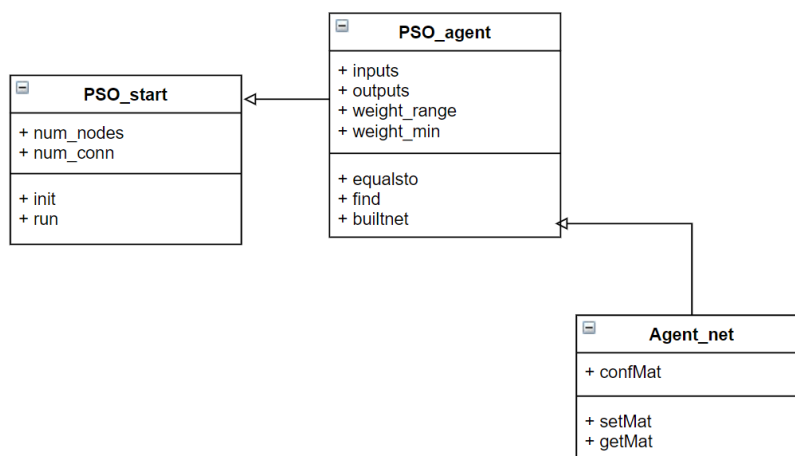


Рисунок 4.3 – Основні класи модулю

Клас **PSO\_start** – запускає роботу методу, клас **PSO\_agent** – запускає та регулює роботу операторів синтезу, а клас **Agent\_net** – реалізує кожного агента – мережу.

Кожний агент реалізує просту штучну НМ прямого проходу. Кожна НМ має два вхідних значення, два нейрони в прихованому шарі і один у вихідному. В якості функції активації використовується логістична функція. Поле `confMat` – матриця даних про мережу. Оптимізація мережі буде заснована на мінімізації квадрата помилки по відношенню до навчальних прикладів за допомогою методу градієнтного спуску. Початкові значень ваг всіх мереж будуть рівні 1.

#### 4.4 Збереження вибірок даних

Для зберігання достатньо великої інформаційної бази, що представлена в форматі вибірок даних обрано спосіб окремого зберігання вибірок від користувацької БД. Саме тому вибір був зроблений на користь зберігання інформації у файлах в форматі CSV, для зберігання табличних даних [35].

CSV – файловий формат, котрий є відмежовувальним форматом для представлення табличних даних, у якому поля відокремлюються символом коми та переходу на новий рядок. Поля, що містять коми, декілька рядків, або

лапки (позначаються подвійними лапками), мають обмежуватися з обох боків лапками [35].

Формат CSV використовується для перенесення даних між базами даних та програмами – редакторами електронних таблиць.

Формат CSV є дуже простим форматом даних, тому його підтримує більшість табличних процесорів, на кшталт OpenOffice.org Calc, LibreOffice Calc, Gnumeric, Microsoft Excel та ін. Цей формат також підтримується великою кількістю мов програмування та навіть системами керування базами даних. Саме тому у майбутньому є ідеї для використання достатньо сучасної документо-орієнтовної системи керування базами даних – MongoDB.

#### **4.5 Висновки за розділом 4**

Розроблено ПП для реалізації прогнозування ФР на основі штучних НМ, що синтезуються за допомогою РІ та кластеризації вхідних даних. Обрано механізм реалізації відповідних методів та алгоритмів, а також елементи керування, з якими користувачу буде зручно використовувати розроблений ПП.

## **5 ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ТЕСТУВАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМИ**

Цей розділ буде присвячено опису розробленого ПП. Буде означено сферу застосування, та наведено алгоритм користування. Також у цьому розділі буде проведено тестування та оцінка отриманих результатів.

### **5.1 Опис застосування програми**

В якості вхідних даних ми використовували прибутковість прогнозованого фінансового інструменту і логарифмічну різницю між максимальним (High) і мінімальним (Low) значенням його ціни з лагом в один торговий період.

Разом з цим ми розуміємо, що базові штучні нейронні мережі прямого проходу, подібні (2.7), мають досить обмежені можливості щодо прогнозування таких складних динамічних систем, як фінансові ринки. Для того щоб підвищити ефективність агентів в нашій моделі ми додамо додатковий оптимізаційний блок «імітації відпалу».

Штучна нейронна мережа «імітації відпалу» має в своїй основі стохастичний імовірнісний пошук [25]. Витоки цієї моделі йдуть в металургію, де даний метод використовується для обробки сталі, з метою збільшити однорідність і пластичність металу, зняти внутрішні напруги і підвищити пластичність. Під час відпалу сталь спочатку нагрівається до певної температури, а потім відбувається повільне охолодження, і атоми речовини змінюють своє положення на кристалічній решітці, в результаті чого вона набуває більш правильну структуру. Коли система приходить в точку термального рівноваги, її вільна енергія досягає мінімуму, що також відповідає максимуму ентропії. У такому стані ймовірність переходу атома на кристалічній решітці з однієї позиції в іншу мінімальна [24]. З точки зору

штучних нейронних мереж мінімум вільної енергії буде еквівалентний мінімуму помилки, а температура нагрівання-числу ітерацій в моделі.

Після того як були знайдені оптимальні ваги  $W$  для кожної штучної нейронної мережі з (2.7), ми робимо їх початковими значеннями в всередині мережі «імітації відпалу». В аналітичному вигляді її робота виглядає як (5.1):

$$w_{n+1}^* = \begin{cases} w_n, \text{якщо } Energy(w_n) < Energy(w_{n-1}) \\ \text{інакше} \begin{cases} w_n, \text{якщо } runif[a...1] < e^{-\frac{kn}{N}} \\ w_{n-1}, \text{інакше} \end{cases} \end{cases}, \quad (5.1)$$

де  $w$  – вектор ваг, який оптимізується штучною НМ;

$Energy$  – сумарна квадратична помилка мережі;

$n$  – номер ітерації;

$N$  – загальна кількість ітерацій;

$runif[a...1]$  – випадкове число з рівномірного розподілу в діапазоні від  $a$  до 1;

$a, k$  – константи.

Початкові ваги в мережі задаються випадково, на кожній ітерації  $n$  на вектор  $w$  накладається адитивний шум, щоб оновити простір пошуку (5.2):

$$w_{n+1} = w_{n+1}^* + runif(l, c, d), \quad (5.2)$$

де  $l$  – довжина вектора  $w$ ;

$c, d$  – константи, що задають інтервал рівномірного розподілу, з якого беруться шумові значення.

Після того, як було виконано число ітерацій  $N$  в (5.1) і отриманий оптимізований вектор, він сам стає початковим значенням, і вся процедура повторюється ще раз. Це робиться для того, щоб по можливості знизити залежність вихідного простору мережі від її власних початкових значень.

Загальний сенс (5.1) полягає в тому, що на кожній ітерації мережа вимірює свою помилку, і якщо помилка зменшилася, то приймає нові ваги, в

іншому випадку – залишає старі. Додатково до цього в (5.1) вмонтовано імовірнісну умову, мета якої – досягнення глобального мінімуму помилки. Припустемо, що навіть в тому випадку, якщо помилка на даній ітерації не зменшилася, то штучна нейронна мережа, тим не менш, може перебувати в точці локального, але не глобального мінімуму помилки. Тому якщо помилка на поточній ітерації виявилася більше помилки на попередній, то з деякою ймовірністю штучна нейронна мережа все одно продовжить оптимізацію вже нових ваг. Зауважимо також, що з числом ітерацій ця ймовірність експоненціально падає, тому що ми припускаємо, що знаходимося все ближче до глобального мінімуму помилки ( $e^{-x}$  – спадна функція з областю значення  $[1;0]$ ).

Наведемо приклад з досягненням глобального мінімуму помилки НМ «імітації відпалу». В якості вхідних значень бралися логарифмічні прибутковості фондового промислового індексу Доу-Джонса (DJIA) 30 з лагом в один і два дні, а також логарифмічні прибутковості 10-річних казначейських облігацій США. Логіка використання довгострокових процентних ставок спирається на так звану Fed Model [36], яка встановлює залежність між коефіцієнтом  $P/E$  (капіталізацією до прибутку) для американських компаній і прибутковістю державних боргових паперів з терміном погашення 10 років (5.3):

$$\frac{E_{i+1}}{P_i} = Y_{10} , \quad (5.3)$$

де  $E_{i+1}$  – прибуток майбутнього періоду;

$P_i$  – ринкова капіталізація в поточному періоді;

$Y_{10}$  – прибутковість за 10-річними казначейськими облігаціями США.

Слід зауважити, що Fed Model практично не має під собою фундаментальної наукової бази, а заснована на висновках різних емпіричних досліджень, у зв'язку з чим періодично піддається критиці [36]. Проте,

зважаючи на популярність і частому використанні Fed Model, вважаємо допустимо перевірити її передумови в роботі з штучними нейронними мережами.

Розглянемо динаміку помилок в такій моделі. На рис. 5.1 наведено залежність сумарної квадратичної помилки залежно від числа ітерацій всередині штучної нейронної мережі. Ми отримали складний багатомодальний розподіл з кількома локальними мінімумами, які продовжують виникати аж до 100 ітерацій. Це свідчить про правильність додавання імовірнісного умови пошуку в (5.1), тому що дає можливість продовжувати оптимізацію навіть в тому випадку, якщо помилка перестала спадати на певному етапі.

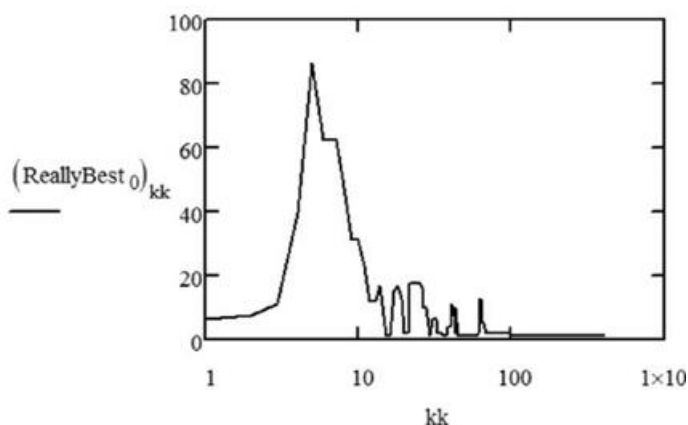


Рисунок 5.1 – Залежність помилки штучної нейронної мережі «імітації відпалу» від числа ітерацій всередині моделі. По горизонтальній осі відкладені номери ітерацій ( $kk$ ), по вертикальній – значення сумарної квадратичної помилки  $(\text{ReallyBest0})_{kk}$

Розглянемо дану ситуація з локальними мінімумами: послідовне збільшення числа ітерацій – допомагає нам прийти в глобальний мінімум помилки. Це пояснюється тим, що більшення кількості ітерацій в самонавчальній мережі «імітації відпалу» дозволяє їй перебрати більше можливих варіантів, що ведуть до оптимуму.

Далі ми перейдемо до опису алгоритму навчання ройової моделі штучних НМ. За підсумками навчання на кластерах у кожній НМ визначаються

оптимальні ваги. На основі цих ваг кожна з п'яти мереж буде розраховувати свій тестовий віртуальний інвестиційний портфель протягом 100 торгових періодів, наступних за вихідним 200-точковим ковзаючим масивом. Торговельне правило орієнтоване на те, що штучні нейронні мережі знову виявлять звернення середніх за знаком на фінансових ринках (5.4):

$$G_k = \begin{cases} r_k, & \text{якщо } \zeta_k \geq T \cap \text{mean}(R) \leq 0 \\ -r_k, & \text{інакше} \end{cases}, \quad (5.4)$$

де  $G_k$  – логарифмічна прибутковість віртуального інвестиційного портфеля (щоб повернутися до звичайних прибутковості, слід застосовувати експоненційну функцію для обчислення динаміки віртуального інвестиційного портфеля);

$r$  – логарифмічна дохідність фінансового інструменту;

$\zeta$  – прогнозне значення моделі;

$T$  – граничне значення для прогнозу, на підставі якого приймалося торговельне рішення;

$\text{mean}(R)$  – середнє значення ковзаючого п'ятиденного вектора логарифмічної дохідності фінансового інструменту з лагом в один день;

$k$  – номер торгового періоду.

Особливо відзначимо, що свідоме застосування однакових торговельних правил для всіх п'яти НМ, забезпечує максимально чесні «правила гри» і не зумовить виграшу будь-якої з них. Також акцентуємо увагу на тому, що тестовий віртуальний інвестиційний портфель по всіх мережах визначався не один раз, але теж був ковзаючим і відповідав кожному 200-точковому вихідному масиву, з яких виокремлювалися кластери.

За підсумками 100-періодної тестової торгівлі серед рою штучних нейронних мереж визначався переможець на основі величини віртуального інвестиційного портфеля. Таким чином відбувалася конкуренція між мережами і певний еволюційний відбір найбільш ефективного агента.

Однак в рамках даної моделі вирішено піти трохи далі і передавати якості мережі – переможця іншим мережам. Мотив для здійснення цієї операції полягає в тому, що, за нашим припущенням, в ході навчання на кластерах мережі прямого проходу, незважаючи на додавання стохастичного блоку «імітації відпалу», могли все ж знайти локальний мінімум помилки прогнозу. У цьому випадку повторна прогонка на тому ж масиві даних дозволить прийти до глобального мінімуму. На практиці це означає, що після ще однієї тестової торгівлі «переможцем» може виявитися інша мережа.

Підстроювання інших мереж під ваги мережі-переможця буде здійснюватися за процедурою адаптації, причому функція топологічної околиці  $h_n^j$  буде формуватися відповідно до величини відносної ентропії Кульбака-Ляйблера.

Після того як процес адаптації ваг інших мереж з рою завершено, ми знову здійснювали тестову торгівлю на тому ж ковзному 100-точковому періоді і на основі його величини визначали перемогла нейронну мережу. Отримані емпіричні результати говорять про те, що практично в 100% випадків після підстроювання ваг в мережах номер мережі-переможця змінювався. Це служить переконливим доказом того, що в ході першої тестової торгівлі ми, швидше за все, знаходили лише локальний мінімум помилки прогнозу, а після адаптивного підстроювання всередині карт, що самоорганізуються приходили в глобальний мінімум.

Здійснивши два раунди тестової торгівлі на ковзному 100-періодному проміжку (in-the-sample), ми можемо перейти до формування підсумкового віртуального інвестиційного портфеля, чия динаміка буде порівнюватися з реальним рухом фінансових ринків (out-of-sample).

Перш ніж перейти до огляду результатів роботи моделі ще раз коротко покроково зафіксуємо алгоритм:

- було проведено сегментування і кластеризація вихідних емпіричних даних;

- п'ять ідентичних штучних нейронних мереж самостійно навчилися і провели перший тестовий торговий раунд на ковзному 100-точковому проміжку;
- для кожного ковзаючого 100-точкового проміжку була визначена мережа-переможець за найбільшою абсолютною величиною торгового портфеля (in – the-sample);
- за допомогою додаткових механізмів було здійснено підстроювання ваг інших чотирьох мереж під ваги мережі-переможця;
- ті ж п'ять штучних нейронних мереж провели ще один тестовий торговий раунд на тому ж 100-точковому ковзному проміжку (in-the-sample);
- знову для кожного ковзного 100-точкового проміжку була визначена мережа-переможець за найбільшою абсолютною величиною торгового портфеля, причому майже завжди це була інша мережа, ніж на 3-му кроці. На підставі вихідного значення даної штучної нейронної мережі формувався підсумковий прогноз моделі на один торговий період вперед (out-of-sample).

Вибірки бралися із відкритого ресурсу [37].

При прогнозуванні курсів валют розвинених країн були отримані стабільні позитивні результати для коротких часових інтервалів (15-хвилинні логарифмічні прибутковості). Ці дані наведені в табл. 5.1. Використовувалися котирування за січень-лютий 2019 року (всього близько 3000 значень для кожної валютної пари).

Як впливає з табл. 5.1, ройова модель, що використовує попередню обробку вхідних даних у вигляді кластеризації, перевершує за точністю модель штучної нейронної мережі без обробки даних та авторегресію.

При прогнозуванні фондового ринку були отримані стабільні позитивні результати для тимчасових інтервалів, відповідних денним доходностям. Результати за різними фондовими індексами розвинених країн узагальнені в табл. 5.2. Використовувалися котирування цін закриття з другої половини 2004 по вересень 2019 рр. (всього близько 3000 значень для кожного індексу).

Таблиця 5.1 – Результати прогнозування валютних курсів розвинених країн за допомогою нейромережевої моделі ройового навчання (січень-лютий 2019 року, 15-хвилинні котирування)

| Валютна пара                                     | Значення нейромережевого портфеля ройової моделі | Значення нейромережевого портфеля прямого проходу | Значення авторегресійного портфеля | Значення ринкового портфеля |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Євро / долар                                     | 1,03                                             | 0,96                                              | 0,81                               | 1,02                        |
| Австралійський долар / Американський долар       | 1,2                                              | 0,94                                              | 0,82                               | 1,04                        |
| Фунт / Американський долар                       | 1,08                                             | 1,15                                              | 0,87                               | 1,01                        |
| Американський долар / ієна                       | 1,06                                             | 1,11                                              | 0,86                               | 1,01                        |
| Євро / фунт                                      | 1,02                                             | 1,11                                              | 0,84                               | 1,01                        |
| Американський долар / швейцарський франк         | 0,96                                             | 1,30                                              | 1,17                               | 0,97                        |
| Середнє значення портфеля по всіх валютних парах | 1,06                                             | 1,09                                              | 0,86                               | 1,01                        |

Виходячи з результатів, представлених в табл. 5.2, можна констатувати, що, як і на валютному ринку, ройова модель з кластеризацією даних перевершує штучну нейронну мережу прямого проходу, авторегресію, «пасивний» ринковий портфель.

Також варто відзначити, що в деяких випадках ройова модель вірно прогнозувала менше половини знаків майбутньої прибутковості, проте все одно перевершувала ринкову динаміку і інші моделі. Це говорить про те, що за допомогою побудованих штучних нейронних мереж вдавалося фіксувати найбільші абсолютні прирости в часовому ряді.

Таблиця 5.2 – Результати прогнозування фондових ринків розвинених країн за допомогою нейромережевої моделі ройового навчання (друга половина 2004 – вересень 2019 рр., денні котирування)

| Фондовий індекс                              | Значення нейромережевого портфеля ройової моделі | Значення нейромережевого портфеля прямого проходу | Значення авторегресійного портфеля | Значення ринкового портфеля |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| S&P 500 (США)                                | 1,58                                             | 2,82                                              | 0,54                               | 1,84                        |
| Nikkei 225 (Японія)                          | 1,51                                             | 0,53                                              | 0,12                               | 1,49                        |
| FTSE 100 (Великобританія)                    | 1,69                                             | 0,46                                              | 0,28                               | 1,58                        |
| DAX 30 (Німеччина)                           | 1,23                                             | 0,37                                              | 0,96                               | 1,24                        |
| CAC 40 (Франція)                             | 1,10                                             | 1,79                                              | 0,02                               | 1,47                        |
| ATX 20 (Австрія)                             | 1,23                                             | 1,92                                              | 0,68                               | 2,28                        |
| BEL 20 (Бельгія)                             | 1,49                                             | 0,55                                              | 1,78                               | 0,99                        |
| Середнє значення портфеля за всіма індексами | 1,4                                              | 1,26                                              | 0,63                               | 1,56                        |

## 5.2 Висновки за розділом 5

Таким чином, в ході виконання роботи було вирішено поставлене завдання. Було створено ПП, що дозволяє синтезувати нейромережеву модель для подальшого прогнозування ФР. Тестування засвідчило, що ройова модель штучних НМ більш ефективно прогнозує фондовий ринок, коли його розподіл містить «товсті хвости» (частка великих амплітуд приростів висока) і відхиляється від нормального закону; в свою чергу, ця властивість моделі може

бути задіяна в системах фінансового ризик-менеджменту для отримання ранніх попереджень про можливі аномальні події на ринку (кризи).

Більш того, різні результати прогнозування фондового і валютного ринків за допомогою НМ з попередньою обробкою вхідних даних можуть бути пояснені різною структурою цих часових рядів. Частка шумової, несуттєвої складової на фондовому ринку значно вище, і побудовані моделі, виявляються здатні її ефективно відфільтрувати і виокремити найбільш важливі фактори ціноутворення.

Загальний якісний результат дослідження свідчить про те, що впровадження конкурентних механізмів (самоорганізації) в моделях штучних НМ з попередньою обробкою вхідних даних дозволяє істотно поліпшити якість прогнозування ФР розвинених країн порівняно з нейромережевими моделями, які не використовують таку. У роботі було також показано, що застосування механізмів попередньої обробки вхідних даних дозволяє отримати перевагу в прогнозуванні фондового і валютного ринків у порівнянні зі стандартною авторегресійною моделлю, а також перевершувати «пасивну» динаміку ринку.

## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В даному розділі приводиться економічне обґрунтування створення програмного забезпечення (ПЗ), оцінка затрат на його створення, розрахунок економічної ефективності та терміну окупності [38].

### 6.1 Концепція економічного обґрунтування

В даному проекті для дослідження застосовується мова програмування Python. Такий підхід дозволяє реалізувати з легкістю всі застосовувані алгоритми, що дозволить розширити функціональність і швидкість роботи без додаткових витрат на повне проектування системи.

Останнім часом спостерігається різке підвищення інтересу до нейронних мереж, які вже сьогодні успішно застосовуються в різних галузях людської діяльності – медицині, бізнесі і техніці. Нейронні мережі широко використовуються для вирішення таких важливих завдань, як прогнозування, класифікація, розпізнавання образів, аналіз текстів, семантичний пошук і керування складними системами. Однією з задач прогнозування як раз є прогнозування фінансового ринку.

Практичною значимістю роботи є подальша можливість використання навчених нейронних мереж у якості моделей для прогнозування у системах менеджменту фінансових ризиків, що може значно здешевити підтримку фінансових систем.

Інформаційна система використовує загальнодоступні напрацювання в області алгоритмів навчання. Якщо розглядати прямих конкурентів, то слід відзначити проект PathFinder, який на сьогоднішній день вже закритий. Серед не прямих конкурентів можна виділити наприклад проект ClarifAI – це не великий стартап, який на сьогоднішній день представляє лише демонстраційну версію свого рішення. Таким чином при виході на ринок прямих конкурентів на сьогоднішній день не існує.

У розробці беруть участь програміст із заробітною платою 14000 грн. в місяць і консультант з заробітною платою 10000 грн. у місяць. На розробку проєкту було витрачено 2 місяці. Розробка програми розпочалася першого вересня і повинна бути виконана до кінця жовтня 2020 року.

Тож очікується, що впровадження в експлуатацію розробленого ПЗ дозволить скоротити витрати на системи менеджменту ризиків на 11000 гривень на місяць.

## 6.2 Планування розробки програмного продукту

Весь комплекс розробки програмного продукту можна розділити на етапи [38]. Для кожного етапу вказуються трудомісткість, кількість виконавців і тривалість робіт. Інформація з характеристики робіт по розробці програмного забезпечення зведена у таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Характеристика робіт по розробці програми

| Найменування робіт                             | Трудомісткість |      | Виконавці                 | Тривалість, днів |
|------------------------------------------------|----------------|------|---------------------------|------------------|
|                                                | люд-дн         | %    |                           |                  |
| Аналіз ПЗ                                      | 4              | 6    | Програміст<br>Консультант | 2<br>2           |
| Визначення вимог до ПП                         | 8              | 11,9 | Програміст<br>Консультант | 4<br>4           |
| Проектування структури програми                | 32             | 47,8 | Програміст<br>Консультант | 16<br>16         |
| Розробка схеми функціонування програми         | 3              | 4,5  | Програміст                | 3                |
| Створення програмного коду                     | 9              | 13,4 | Програміст                | 9                |
| Тестування і налагодження програмного продукту | 7              | 10,4 | Програміст                | 7                |
| Складання програмної документації              | 4              | 6    | Програміст                | 4                |
| Разом                                          | 67             | 100  | Програміст<br>Консультант | 45<br>22         |

### 6.3 Визначення витрат на розробку програми

Для визначення витрат на розробку програми складають калькуляцію кошторисної вартості робіт, що включає статті:

- основна заробітна плата;
- додаткова заробітна плата;
- відрахування на єдиний соціальний внесок (ЄСВ);
- матеріали та комплектуючі вироби;
- витрати на спеціальне обладнання (на оплату машинного часу ЕОМ для написання і налагодження програмних засобів);
- накладні витрати.

Витрати за статтею «Основна заробітна плата» складаються з планового фонду зарплати всіх категорій працівників, зайнятих в розробці програми. Розрахунок зарплати на підставі даних про трудомісткість, представлений в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Основна заробітна плата

| Посада виконавця | Чисельність, чол | місячний оклад | Кількість місяців роботи | Сума ЗП, грн |
|------------------|------------------|----------------|--------------------------|--------------|
| Програміст       | 1                | 14000          | 2                        | 28000        |
| Консультант      | 1                | 10000          | 1                        | 10000        |
| Разом            | 2                |                |                          | 38000        |

Додаткову заробітну плату приймають рівною 10% від основної зарплати. Вона розраховується за формулою (6.1):

$$ЗП_{\text{дод}} = ЗП_{\text{осн}} \cdot 10\% \quad (6.1)$$

Підставивши величину основної заробітної плати в дану формулу отримаємо:  $ЗП_{\text{дод}} = 38000 \cdot 0.1 = 3800$  грн

Відрахування на єдиний соціальний внесок (ЄСВ) визначають у відсотковому відношенні від сум основної та додаткової зарплати з урахуванням премій і доплат. Відрахування вираховуються за формулою (6.2):

$$OT = (3П_{осн} + 3П_{дод}) \cdot 0,22. \quad (6.2)$$

$$OT = (38000 + 3800) \cdot 0,22 = 9196 \text{ грн.}$$

Використовується три найменування матеріалів: картридж – 850 грн, флеш-носій – 300 грн, папір – 190 грн. Витрати на матеріали розраховують за формулою (6.3):

$$M = \sum_{i=1}^n (Ц_i \cdot N_i \cdot (1 + K_{т.з.}) - Ц_{іо} \cdot N_{іо}) , \quad (6.3)$$

де  $M$  – витрати на матеріали, покупні напівфабрикати і комплектуючі вироби, грн;

$n$  – кількість найменувань матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих;

$Ц_i$  – ціна  $i$ -го найменування матеріалу, напівфабрикату і комплектуючого, грн;

$N_i$  – потреба в  $i$ -му матеріалі, напівфабрикаті і комплектуючому;

$K_{т.з.}$  – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати;

$Ц_{іо}$  – ціна зворотних відходів  $i$ -го найменування матеріалу, грн;

$N_{іо}$  – кількість зворотних відходів  $i$ -го найменування.

$$Ц_{іо} = 0; N_{іо} = 0; K_{т.з.} = 0,05;$$

$$M = (1 + 0,05) \cdot (850 + 300 + 190) = 1407 \text{ грн.}$$

Таким чином, разом витрати на матеріали та комплектуючі вироби становлять 1407 гривень.

У статтю «Витрати на спеціальне обладнання» входять витрати на придбання, транспортування, монтаж і налагодження нестандартного обладнання. Практично, в даному випадку, в цій статті враховуються витрати на оплату машинного часу ЕОМ для написання і налагодження програмних засобів. Для цього необхідно скласти кошторис «витрат на утримання і експлуатацію устаткування», виходячи з якого визначиться вартість одного машино-години роботи ПК, після множення якої на машинний час пішло на написання і налагодження програми отримаємо витрати на оплату машинного часу.

Амортизаційні відрахування визначають за формулою (6.4):

$$A = BB \cdot \frac{H_a}{100} \quad (6.4)$$

де  $BB$  – балансова вартість обчислювальної техніки, грн;

$H_a$  – норма амортизаційних відрахувань на повне оновлення обчислювальної техніки, %. Приймаємо, що техніка повинна працювати 4 роки, тому  $H_a = 25\%$ .

Балансова вартість обчислювальної техніки становить 34000 грн. Тому амортизаційні відрахування становлять:

$$A = 34000 \cdot 0,25 = 8500 \text{ грн}$$

Статтю «Експлуатація обладнання» розраховують підсумовуванням витрат на силову електроенергію і допоміжні матеріали. Витрати на електроенергію визначають за формулою (6.5):

$$C_e = N_H \cdot \Phi_{EF} \cdot K_{3B} \cdot K_{3M} \cdot C_{\Sigma}, \quad (6.5)$$

де  $N_n$  – номінальна потужність ЕОМ, кВт;

$\Phi_{эф}$  – річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ, машино–год;

$K_{зв}$  – середній коефіцієнт завантаження за часом;

$K_{зм}$  – коефіцієнт завантаження по потужності;

$C_e$  – ціна одного кВт · год електроенергії, грн ./ (кВт · год).

Номінальна Потужність ЕОМ – 0,2 кВт. Річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ ставити 1800 годин. Середні коефіцієнти завантаження за часом та за потужністю рівні відповідно 0,9 та 0,6. Ціна однієї кіловат-години електроенергії ставить 2,11 грн. Отримуємо:

$$C_e = 0,2 \cdot 1800 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \cdot 2,11 = 410,18 \text{ грн.}$$

Приймаємо, що  $C_e = 410$  грн.

Витрати за статтею "Заробітна плата обслуговуючих робітників та відрахування на соціальне страхування в інші фонди" визначають за формулою (6.6):

$$Z_{обсл} = \Phi ЗП_z \cdot (1 + K_{відрах}) \cdot \frac{t_{обсл}}{\Phi_{эф.обсл}} \quad (6.6)$$

де  $\Phi ЗП_z$  – річний фонд заробітної плати (основної та додаткової) обслуговуючих робітників, грн.;

$K_{відрах}$  – коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальне страхування і в інші фонди;

$t_{обсл}$  – час протягом року, необхідне технічне обслуговування ЕОМ, годин / рік. Приймаємо  $t_{обсл} = 30$  год.;

$\Phi_{эф.обсл}$  – річний ефективний фонд часу обслуговуючого персоналу, годин / рік. Приймаємо, що річний ефективний фонд часу обслуговуючого персоналу становить 1800 годин.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу = 9400 грн/місяць.

$$\Phi ЗП_z = 9400 \cdot 12 = 112800 \text{ грн.}$$

$$ЗП_{\text{обсл}} = 112800 \cdot (1 + 0,22) \cdot 30 / 1800 = 2294 \text{ грн.}$$

Суму витрат за статтею "Поточний ремонт обладнання" обчислимо як 3% від балансової вартості обладнання, оскільки неможливо заздалегідь визначити, скільки коштів необхідно витратити на придбання запасних частин наявного обладнання. Балансова вартість обчислювальної техніки становить 34000 грн. Тому сума витрат за статтею "Поточний ремонт обладнання" становить:  $34000 \cdot 0,03 = 1020$  грн.

Інших витрат за проектом не передбачено, тому сума витрат за цією статтею дорівнює нуль гривень.

Кошторис витрат на утримання і експлуатацію устаткування наведений в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Кошторис витрат на утримання і експлуатацію устаткування

| Найменування статей витрат                                                                        | Сума,<br>грн. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Амортизація обладнання                                                                            | 8500          |
| Заробітна плата основна і додаткова обслуговуючих робітників з відрахуваннями на соціальні заходи | 2294          |
| Експлуатація обладнання (крім витрат на поточний ремонт)                                          | 410           |
| Поточний ремонт обладнання                                                                        | 1020          |
| Інші витрати                                                                                      | 0             |
| Разом                                                                                             | 12224         |

Витрати на оплату машинного часу ЕОМ для написання і налагодження програмних засобів визначаються за формулою (6.7):

$$C_{mo} = P_{екс} \cdot t_{mo}, \quad (6.7)$$

де  $C_{mo}$  – витрати на оплату машинного часу, грн;

$P_{екс}$  – експлуатаційні витрати на одну годину машинного часу цієї цифрової ЕОМ, грн. / машино–год.;

$t_{mo}$  – машинний час цифрової ЕОМ для написання і налагодження даного програмного продукту, машино–год.

$$P_{екс} = 12224/1800 = 6,79 \text{ грн. / машино–год.}$$

Для написання і налагодження даного програмного продукту ЕОМ експлуатується протягом 45 днів в одну зміну по 8 годин, що складає в сумі 360 годин. Таким чином отримуємо суму за статтею «Витрати на спеціальне обладнання»:

$$C_{mo} = 6,79 \cdot 360 = 2444,4 \text{ грн.}$$

До накладних витрат відносяться витрати на загальне управління і загальногосподарські потреби (заробітна плата апарату управління, канцелярські витрати і т.д.), утримання та експлуатацію будівель. Накладні витрати включаються до вартості розробки програми непрямым шляхом – у відсотках до основної заробітної плати розробників. Для обчислення цієї статті видатків у дипломному проєкті приймемо, що накладні видатки становлять 40% від основної заробітної плати розробників, що складає 38000 грн. Тому сума накладних видатків становить:  $38000 \cdot 0,40 = 15200$  грн.

Калькуляція кошторисної вартості робіт з розробки програми наведена в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Калькуляція кошторисної вартості робіт з розробки програми

| Найменування статей витрат       | Сума, грн. |
|----------------------------------|------------|
| Основна заробітна плата          | 38000      |
| Додаткова заробітна плата        | 3800       |
| ЄСВ                              | 9196       |
| Матеріали і комплектуючі         | 1407       |
| Витрати на спеціальне обладнання | 2444,4     |
| Накладні витрати                 | 15200      |
| Разом                            | 70047,4    |

#### 6.4 Розрахунок економічної ефективності програмного продукту

Річну економію від впровадження програми, що дозволяє знизити витрати машинного часу ЕОМ для рішення певного завдання в порівнянні із програмою, що застосовувалася раніше, визначають за формулою:

$$E = (T_{m_1} - T_{m_2}) \cdot B_{екс.ктз} + E_n^a \cdot \frac{\Phi_{б.ктз} \cdot (T_{m_1} - T_{m_2})}{\Phi_{эф.ктз}} - \frac{S_{pn}}{T_c} + E_{zn}, \quad (6.8)$$

де  $T_{m_1}, T_{m_2}$  – машинний час, необхідний для розв’язання поставлених завдань, відповідно в старому та у новому варіантах, машино–год./рік;

$B_{екс}$  – експлуатаційні витрати, що доводяться на 1 год машинного часу ЕОМ, грн/ машино–год.;

$E_n^a$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень у засоби автоматизації;

$\Phi_{б.ктз}$  – балансова вартість ЕОМ (КТЗ), грн.;

$\Phi_{\text{эф.кгз}}$  – річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ, машино–год.;

$S_{\text{рп}}$  – сумарні витрати на розробку програми, грн.;

$T_{\text{с}}$  – термін служби впроваджуваної програми до її морального зношування, років. Приймаємо цей термін 5 років;

$E_{\text{зп}}$  – економія на заробітній платі.

До впровадження даного ПЗ дані функції виконувались співробітником, що відповідає риск менеджмент, 1800 годин на рік, а після 0 годин на рік (економія складає 1,0 ставки одного співробітника з заробітною платою 11000 гривень на місяць).

$$E = (1800 - 0) \cdot 6,79 + 0,2 \cdot (34000 \cdot (1800 - 0)) / 1800 - 70047,4/5 + \\ + 11000 \cdot 1,0(1 + 0,22) \cdot 12 = 166052,52 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень  $E$  и строк їхньої окупності  $T_{\text{ок}}$  розраховуються за формулами (6.9) і (6.10):

$$E_{\phi} = \frac{E}{S_{\text{рп}}}, \quad (6.9)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{S_{\text{рп}}}{E}, \quad (6.10)$$

$$E_{\phi} = 166052,52 / 70047,4 = 2,37,$$

$$T_{\text{ок}} = 70047,4 / 166052,52 = 0,42 \text{ року.}$$

Зведемо отримані техніко–економічні показники в таблицю 6.5.

Таким чином, впровадження в експлуатацію розробленого програмного забезпечення на виробничому підприємстві дозволить скоротити одного співробітника, що відповідає за логістику, зокрема за складання оптимальних шляхів розвезення вантажів, з заробітною платою 11000 гривень на місяць.

Економічні розрахунки показали, що строк окупності програми 0,42

року, що значно менше часу її нормативного строку окупності (5 років). Крім того, річна економія при використанні програми становить 166052,52 грн. Виходячи з виконаних розрахунків, можна зробити висновок, що розробка даного програмного продукту є економічно доцільною.

Таблиця 6.5 – Техніко–економічні показники

| Показники                    | Сума      | Одиниця виміру |
|------------------------------|-----------|----------------|
| Витрати на розробку програми | 70047,4   | грн.           |
| Річна економія               | 166052,52 | грн.           |
| Строк окупності програми     | 0,42      | рік            |

## 7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 7.1 Аналіз потенційних небезпек

Сучасний розвиток науки та техніки привносить принципові нововведення у всі сфери матеріального виробництва, докорінно змінюючи знаряддя та предмети праці, технологію, методи обробки інформації. Разом з тим, захопившись вдосконаленням засобів праці їх творці залишили поза увагою проблеми людини в рамках своєрідної технічної та комп'ютерної революції.

Комп'ютери, телебачення, системи зв'язку та інші засоби, що використовують досягнення радіоелектроніки є генераторами цілої низки електромагнітних випромінювань, вплив яких на організм людини ще не зовсім вивчений.

Дослідження та програмна реалізація методів прогнозування фінансових ринків передбачає роботу в обчислювальному центрі невеликої команди програмістів. Розміри приміщення  $9 \times 4 \times 3,5$  м.

Площа приміщення становить  $9 \times 4 = 36 \text{ м}^2$ , об'єм –  $9 \times 4 \times 3,5 = 126 \text{ м}^3$ .

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори за природою виникнення поділяються на такі групи: фізичні (підвищена і знижена температура повітря, надмірна запиленість і загазованість повітря та ін.); хімічні (вміст у робочій зоні шкідливих речовин та ін.); психофізіологічні (нервово-емоційні перевантаження, розумове напруження та ін.); біологічні (підвищений вміст у повітрі мікроорганізмів та ін.).

У даному розділі розглянуто наступні питання: мікроклімат та склад повітря робочої зони; виробниче освітлення; шум; виробничі випромінювання; безпека щодо організації робочих місць; безпечність технологічного обладнання та процесу; електробезпека; пожежна безпека.

## 7.2 Заходи із забезпечення безпеки

При роботі в обчислювальному центрі головним небезпечним фактором є електрика.

За ступенем небезпеки ураження електричним струмом, приміщення обчислювального центру відноситься до приміщень без підвищеної небезпеки.

Питання правильного електроживлення при об'єднанні комп'ютерів в локальні мережі мають важливе значення як для забезпечення електробезпеки користувачів, так і для безаварійної і безперебійної роботи обладнання.

Заходи щодо забезпечення електробезпеки розроблено відповідно до ДСТУ Б В.2.5-82:2016 «Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним» [39].

Приміщення живиться електричною енергією від централізованого трансформатора, який знаходиться на поверсі поза межами приміщення і понижує напругу до 220 В, змінним струмом частотою 50 Гц. Комп'ютери мають власні блоки живлення, що перетворюють змінний струм мережі у постійний (5 В, 12 В). Потужність даних блоків живлення: 400 – 450 Вт. ПК у приміщенні відносяться до категорії I захисту від ураження електричним струмом, оскільки усі прилади при підключенні до електричної мережі яка заземляється, використовуючи систему TN. Тобто система, у якій живильні мережі має глухе заземлення однієї точки струмопровідних частин джерела живлення, а електроприймачі і відкриті провідні частини електроустановки приєднуються до цієї точки за допомогою відповідно нейтрального і захисного провідників. Корпуси всіх електричних пристроїв виготовляються з неструмопровідних матеріалів, а живлення здійснюється спеціальним кабелем, так щоб виключити ураження людини електричним струмом. Зазначені міри електробезпеки відповідають вимогам, пропонованим до побутових приладів відповідно до міжнародного стандарту CE. У приміщенні електропроводка трифазна, чотирьохжильна, з подвійною ізоляцією. Всі кабелі сховані в

коробах. Штепсельні розетки встановлені на висоті одного та 0,2 метри від підлоги. Вимикачі на стінах розташовані на висоті 1,2 метра від підлоги.

Електрична мережа вмикається і вимикається за допомогою пускової апаратури (рубильником).

Для запобігання ураження людини струмом служить захисне заземлення. Сучасні ПК включаються в розетку за допомогою триполюсної вилки, один з полюсів якої використовується для заземлення. З ним електрично з'єднані металеві неструмоведучі частини ПК, які можуть опинитися під напругою. В обчислювальному центрі передбачається використання тільки триполюсних розеток, у яких відповідний полюс з'єднаний з шиною заземлення.

Кожен блок живлення комп'ютера або периферійного пристрою має мережевий фільтр. Конденсатори цього фільтра призначені для шунтування високочастотних перешкод живлячої мережі на землю через дріт захисного заземлення.

При з'єднанні двох пристроїв (комп'ютера та принтера) інтерфейсним кабелем, загальний провід інтерфейсів послідовних і паралельних портів пов'язаний зі «схемної землею» і корпусом пристрою. Якщо пристрої, які з'єднуються, надійно заземлені через окремий провід на загальний контур, проблеми різниці потенціалів не виникає [40].

Згідно з «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) опір захисного заземлення в обчислювальному центрі становить 3 Ом (за стандартом – не більше 4 Ом) [41].

Згідно з ДСТУ Б В.2.5-82:2016 [39] приміщенні встановлено автоматичні вимикачі, пристрій заземлення контуру.

### **7.3 Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці**

Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці для обчислювального центру обладнаного ПК з ВДТ розроблені відповідно до

вимог Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», МЮУ 06.05.2014 р. за

№ 472/25249 [42], НПАОП 0.00-7.15-18. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями [43].

Тип роботи програмістів в обчислювальному центрі належить до операторської роботи, даний тип роботи відносить до категорії 1а, тобто до неї належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження, робоче місце є постійним, робота проводиться у холодний та теплий періоди року, тому рекомендується підтримувати оптимальні показники мікроклімату.

Роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження, при яких витрати енергії складають до 139 Вт. Для забезпечення оптимального рівня параметрів повітряного виробничого середовища використовуємо

ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [44]. (табл. 1).

Таблиця 7.1 – Норми мікроклімату в приміщенні

| Період Року | Категорія робіт | Температура повітря, °С | Відносна вологість повітря, % | Швидкість руху повітря, м/с |
|-------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Холодний    | Легка           | 22–24                   | 40–60                         | 0,1                         |
| Теплий      | Легка           | 23–25                   | 40–60                         | 0,1-0,2                     |

В обчислювальному центрі передбачено: устрій системи водяного опалення приміщення для забезпечення необхідної температури повітря в холодний період року відповідно ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [45].

Проведені дослідження мікрокліматичних умов на комп'ютеризованих робочих місцях показали, що зимою значення відносної вологості повітря часто

можуть нижчими за встановлені норми і становити в середньому 30–40%. Це призводить не лише до надмірного висихання слизових оболонок очей, носа, горла, а й до нагромадження зарядів статичної електрики, що утворюються в процесі роботи комп'ютера. Для усунення таких проблем, в приміщенні передбачена наявність 3 зволожувачів повітря, які допомагають підняти вологість до 60%. Кількість зволожувачів зумовлена тим, що один такий апарат розраховано на приміщення площею до 15 м<sup>2</sup>.

У теплий період року для підтримки нормальної температури повітря в приміщенні використовуються кондиціонери типу «спліт-система». Два кондиціонера розташовані у протилежних частинах обчислювального центру дозволяють підтримувати температуру повітря не вище 24°C. Кількість кондиціонерів зумовлена тим, що один такий апарат розраховано на кондиціювання приміщення площею до 18 м<sup>2</sup> [42].

Вимоги до освітлення регламентовані ДБН В.2.5-28:2018 Природне та штучне освітлення [46], згідно з якими освітлення у приміщеннях з ЕОМ суміщене, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнене штучним. Природне освітлення бічне, одностороннє.

В обчислювальному центрі коефіцієнт природної освітленості (КПО) має становити в середньому 1,1% (1,2% – у сонячний день та 1% – у хмарну погоду), це відповідає до вимогам ДБН В.2.5-28:2018. Для забезпечення відносної постійності природного освітлення вікна обладнанні сонцезахисними металевими жалюзі з системою регулювання. В таких жалюзі коефіцієнт відбиття становить 0,7. Робочі місця розташовано так, щоб у поле зору не потрапляли вікна або світлі поверхні світильників.

Вимоги до освітлення регламентовані ДБН В.2.5-28-2018 «Природне та штучне освітлення» [46], згідно з якими освітлення у приміщеннях з ЕОМ суміщене. Природне освітлення бічне, одностороннє.

В обчислювальному центрі коефіцієнт природної освітленості (КПО) становить в середньому 1,1% (1,2% – у сонячний день та 1% – у хмарну

погоду), що відповідає вимогам ДБН В.2.5-28-2018. Робочі місця розташовано так, щоб у поле зору не потрапляли вікна або світлі поверхні світильників.

Найбільш прийнятними для приміщень, де працюють ПК, є люмінесцентні лампи ЛБ (білого світла) і ЛТБ (тепло-білого світла) потужністю 20, 40 або 80 Вт.

Загальне освітлення варто виконувати у виді суцільних чи переривчастих ліній світильників, розташованих збоку від робочих місць.

Розрахуємо систему загального рівномірного штучного освітлення в обчислювальному центрі. Приймаємо розміри приміщення: довжина  $A = 14$  м, ширина  $B = 7$  м, висота  $H = 5$  м. Висота робочої поверхні складає  $h = 0,7$  м.

Коефіцієнти відбиття поверхонь приміщення:  $\rho_c = 50\%$ ;  $\rho_{ст} = 30\%$ ;  $\rho_{п} = 10\%$ , колір стелі, стін – сірий, незначне пиловиділення.

Згідно з ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» рівень нормованого загального освітлення в приміщенні нормуються як  $E_n = 400$  лк.

Обираємо світильник типу ЛПП, призначений для приміщень висотою до 6 м.  $IP = 65$  – ступінь захисту світильника,  $[L/h] = 1,4$  – числове значення коефіцієнта світильника.

Коефіцієнт запасу  $k_z$  враховує зниження рівня освітленості з часом в результаті забруднення та старіння ламп, світильників і поверхонь приміщення, приймається в залежності від виробничих умов. Приймаємо  $k_z = 1,6$ .

Коефіцієнт нерівномірності (мінімального) освітлення  $z$  (відношення середньої освітленості до мінімальної освітленості), для люмінесцентних ламп низького тиску, як правило дорівнює  $z = 1,1$ .

Розрахуємо кількість рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{(H - h_p) \times [L/h]} = \frac{7}{(5 - 0,7) \times 1,4} = 1,16 \approx 2 \text{ ряди світильників.}$$

Визначимо максимально припустиму відстань між рядами світильників

$$L_{max} = \frac{B}{N_p},$$

де  $B$  – ширина приміщення;

$N_p$  – кількість рядів;

$$L_{max} = \frac{7}{2} = 3,5 \text{ м}.$$

Розраховуємо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею

$$h = \frac{L_{max}}{[L/h]},$$

$$h = \frac{3,5}{1,4} = 2,5 \text{ м}.$$

Знайдемо висоту звисання світильника від стелі

$$h_3 = H - h_p - h,$$

де  $H$  – висота приміщення;

$h_p$  – висота робочої поверхні;

$h$  – висота підвісу світильника над робочою поверхнею;

$$h_3 = 5 - 0,7 - 2,5 = 1,8 \text{ м}.$$

Чисельне значення індексу приміщення визначаємо за рівнянням:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)},$$

де  $A$  – довжина приміщення, м;

$B$  – ширина приміщення, м;

$h$  – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м;

$$i = \frac{14 \times 7}{2,5 \times (14 + 7)} = 1,8.$$

Значення коефіцієнта використання світлового потоку  $\eta$  вибирається в залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення ( $\rho_c$ ,  $\rho_{ст}$ ,  $\rho_{п}$ ) та індексу приміщення. В нашому випадку  $\eta = 57\%$ .

Визначаємо сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному виробничому приміщенні:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n \times S \times k_3 \times z}{\eta},$$

де  $\Phi_{\Sigma}$  – розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, лм;

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{400 \times 14 \times 7 \times 1,6 \times 1,1}{0,57} = 121039 \text{ лм}.$$

Визначаємо умовну загальну кількість світильників у приміщенні:

$$N^* = AB / L_{max}^2,$$

$$N^* = \frac{14 \times 7}{3,5 \times 3,5} = 8 \text{ шт.}$$

Розрахуємо світловий потік умовного джерела світла:

$$\Phi_{\text{л}}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{\text{л}}} \text{ лм,}$$

де  $\Phi_{\Sigma}$  – розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, лм;

$N_{\text{л}}$  – загальна кількість ламп у приміщенні, шт;

$$N_{\text{л}} = N^* \times n ,$$

$n$  – кількість ламп у світильнику (в ЛПП світильнику знаходиться 2 лампи);

$$N_{\text{л}} = 8 \times 2 = 16 \text{ шт.}$$

Тоді,

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{121039}{16} = 7565 \text{ лм.}$$

Обираємо тип стандартної лампи з найближчим значенням фактичного світлового потоку лампи  $\Phi_{\text{л}}$  і знайти коефіцієнт  $m$  (співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи  $\Phi_{\text{л}}^*$  та фактичним світловим потоком вибраної стандартної лампи  $\Phi_{\text{л}}$ ).

Обираємо лампу ЛБ із  $P_{\text{л}} = 80 \text{ Вт}$ ,  $\Phi_{\text{л}} = 5400 \text{ лм}$ .

$$m = \frac{\Phi_{\text{л}}^*}{\Phi_{\text{л}}},$$

$$m = \frac{7565}{5400} = 1,4 .$$

Визначаємо оптимальну (фактичну) кількість світильників у приміщенні:

$$N = N \times m ,$$

$$N = 8 \times 1,4 = 10,4 \approx 12 \text{ шт.}$$

Фактична кількість ламп у приміщенні:

$$N_{\text{фл}} = N_{\text{ф}} \times n ,$$

$$N_{\text{фл}} = 12 \times 2 = 24 \text{ шт.}$$

Визначаємо загальну розрахункову освітленість  $E_p$  у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп:

$$E_p = \frac{\Phi_{\text{л}} N_{\text{фл}} \eta}{S k_3 z} \text{ лк,}$$

$$E_p = \frac{5400 \times 24 \times 0,57}{14 \times 7 \times 1,6 \times 1,1} = 428 \text{ лк.}$$

Тобто виконується умова  $E_p = (-10\% \dots +20\%) \times E_n \text{ лк.}$

Таким чином, на основі розрахунків для освітлення приміщення площею 98 м<sup>2</sup> встановлено 10 світильників, розташованих у 2 рядах по 5 світильників у кожному ряді, що дозволяє отримати освітленість на робочому місці 383 лк відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».

Під впливом шуму знижується концентрація уваги, порушуються фізіологічні функції, з'являється стомленість у зв'язку з підвищеними енергетичними витратами і нервово-психічною напругою, погіршується мовна комутація.

Згідно із технічним паспортом обладнання (ПК, монітори, принтери, клавіатури (при натисканні), маніпулятори типу «миша» (при натисканні)), що використовується для роботи, рівень шуму складає: 43 дБА. Згідно із ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та

інфразвук» нормоване значення рівня шуму більше, ніж фактичне, тож додаткових робіт для усунення надмірного шуму не проводилося. Роботи в даному приміщенні з таким обладнанням відповідають нормативним вимогам [47].

Обладнання і організація робочого місця в обчислювальному центрі мають забезпечувати відповідність конструкції всіх елементів робочого місця та їх взаємного розташування ергономічним вимогам з урахуванням характеру і особливостей трудової діяльності.

Згідно НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроям» [43] площа на одне робоче місце з ПК складає по 6 м<sup>2</sup>, а об'єм – по 20 м<sup>3</sup>. Приміщення має природне та штучне освітлення. Робочі місця розташовано так, щоб природне світло падало збоку.

Робочі місця та взаємне розташування всіх його елементів відповідає антропометричним, фізичним і психологічним вимогам.

Робочі стільці мають підйомно-повторним механізми та регулюються по висоті та куту нахилу сидіння і спинки, а також по відстані спинки від переднього краю сидіння. Регулювання кожного параметра незалежне, легко здійснюється та має надійну фіксацію. Екран монітору знаходиться на оптимальній відстані 700 мм.

Робота з комп'ютером характеризується значною розумовою напругою і нервово-емоційним навантаженням операторів, високою напруженістю зорової роботи і достатньо великим навантаженням на м'язи рук при роботі з клавіатурою ЕОМ. Велике значення має раціональна конструкція і розташовує елементів робочого місця, що важливе для підтримки оптимальної робочої пози людини-оператора.

Також приміщення обладнано шафами для зберігання документів, магнітних дисків, полицями, стелажми та тумбами.

Колір приміщень і меблів сприяє створенню комфортних умов для зорового сприйняття.

Полімерні матеріали, використовувані для внутрішнього оздоблення інтер'єру приміщень, дозволені для застосування органами і установами Державного санітарно-епідеміологічного нагляду. Поверхня підлоги в приміщеннях експлуатації ПК рівна, без вибоїн, неслизька, зручна для очищення та вологого прибирання, має антистатичні властивості.

## **7.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях**

### **7.4.1 Заходи з пожежної безпеки**

Пожежі в обчислювальному центрі становлять особливу небезпеку, тому що пов'язані з великими матеріальними втратами. Як відомо, пожежа може виникнути при взаємодії горючих речовин, окислення і джерел запалювання. У приміщеннях ВЦ присутні всі три основні чинники, необхідні для виникнення пожежі.

Обчислювальний центр, згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» [44] відноситься до категорії «П-Па», а клас можливої пожежі, згідно ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», визначається, як «А» [45].

До засобів гасіння пожежі, призначених для локалізації невеликих загорянь, відносяться пожежні стовбури, внутрішні пожежні водопроводи, вогнегасники, сухий пісок, азбестові ковдри і т. п.

Оскільки приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) що обладнане ПК з ВДТ має площу 98 м<sup>2</sup>, тому відповідно до вимог п. 3.8 розділу «Типові норми належності вогнегасників» ДСТУ 4297:2004 «Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги» для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 5 штук (з розрахунку один вогнегасник с величиною заряду вогнегасної

речовини 3,5 кг і більше, на 20 м<sup>2</sup> площі приміщення). Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

Усі працівники обчислювального центру під час прийняття на роботу і в процесі праці повинні проходити протипожежний інструктаж, перевірку знань з питань пожежної безпеки. Евакуаційні виходи і проходи утримуються постійно вільними та нічим не захащуються.

Відповідальний за протипожежний стан приміщень обчислювального центру повинен періодично (не рідше одного разу на місяць) перевіряти працездатність пристрою, який забезпечує автоматичне вимкнення системи вентиляції у разі пожежі, а також вогнедимозатримувальних пристроїв. Під час ремонту слід не допускати руйнування або порушення цілісності негорючих діафрагм у фальш-підлоговому просторі.

Фільтри припливно-витяжної вентиляції слід чистити згідно з затвердженим графіком, але не рідше двох разів на рік. Роботи з ремонту вузлів (блоків) ЕОМ, як правило, проводити не дозволяється. Їх необхідно проводити в окремому приміщенні (майстерні). У разі необхідності проведення ремонту або технічного обслуговування ЕОМ безпосередньо в залі допускається мати не більше 0,5 л легкозаймистих рідин у небиткій, щільно закритій тарі. Для промивання деталей необхідно застосовувати, як правило, негорючі миючі препарати. Чарунки та інші знімні пристрої допускається промивати горючими рідинами тільки в спеціальному приміщенні, обладнаному припливно-витяжною вентиляцією.

Відповідальний за пожежну безпеку приміщень обчислювального центру зобов'язаний негайно сповістити технічну службу у разі виявлення незадовільного технічного стану димових та теплових сповіщувачів автоматичної пожежної сигналізації, а також про несправності автоматичної установки об'ємного (газового) пожежогасіння [42].

Усі працівники обчислювального центру повинні вміти привести в дію (в разі потреби) первинні засоби пожежогасіння. Регулярно, але не рідше одного разу на квартал, слід очищати від пилу ЕОМ, контрольновимірну

апаратуру, кабельні траншеї та фальшпідлоговий простір за допомогою пиловсмоктувача.

#### **7.4.2 Заходи з цивільного захисту**

Евакуації підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, що знаходяться у зонах можливого катастрофічного затоплення, можливого небезпечного радіоактивного забруднення, хімічного ураження, в районах виникнення стихійного лиха, аварій і катастроф (якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю людей).

Залежно від обстановки, яка склалася на час надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру, може бути проведено загальну або часткову евакуацію населення тимчасового або безповоротного характеру.

Загальна евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України для всіх категорій населення і планується на випадок:

- можливого небезпечного радіоактивного забруднення територій навколо атомних електростанцій (якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю людей, які проживають в зоні ураження);
- виникнення загрози катастрофічного затоплення місцевості з чотиригодинним добіганням проривної хвилі.

Часткова евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України у разі загрози або виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру. Евакуаційні заходи здійснюються Радою міністрів Автономної Республіки Крим, місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування.

В даній роботі буде розглядатись такий вид евакуації, як евакуація людей з приміщень і будівель.

Проведення евакуації з приміщень і будівель. Проведення організованої евакуації з виробничих та інших приміщень і будівель, запобігання проявам паніки і недопущення загибелі людей забезпечується шляхом:

- планування евакуації людей (складання плану евакуації з приміщення);
- визначення зон, придатних для розміщення евакуйованих з потенційно небезпечних зон;
- організації оповіщення керівників підприємств і людей про початок евакуації;
- організації управління евакуацією;
- навчання населення діям під час проведення евакуації.

Вимоги до будівель і споруд в контексті евакуації. До всіх будівель і споруд має бути забезпечений вільний доступ. Протипожежні розриви між будинками, спорудами, відкритими майданчиками для зберігання матеріалів, устаткування тощо повинні відповідати вимогам будівельних норм. Їх не дозволяється захаращувати, використовувати для складування матеріалів, устаткування, стоянок транспорту, будівництва та встановлення тимчасових будинків і споруд, у тому числі інвентарних побутових приміщень, індивідуальних гаражів тощо.

Територія підприємств та інших об'єктів повинна мати зовнішнє освітлення, яке забезпечує швидке знаходження пожежних драбин, протипожежного обладнання, евакуаційних виходів будинків та споруд.

На території промислової будівлі чи споруди на видних місцях повинні бути розміщені плани евакуації, встановлені таблички із зазначенням порядку виклику пожежної охорони, знаки місць розміщення первинних засобів пожежогасіння.

У разі перепланування приміщень, зміни їх функціонального призначення, застосування нового технологічного устаткування необхідно дотримуватися протипожежних вимог чинних нормативних документів будівельного та технологічного проектування. Не дозволяється зниження проектних меж вогнестійкості конструкцій та погіршення умов евакуації людей.

У разі необхідності встановлення на вікнах приміщень, де перебувають люди, ґратів, останні повинні розкриватися, розсуватися або зніматися. Під час перебування в цих приміщеннях людей ґрати мають бути відчинені (зняті).

Під час виробничих приміщень з масовим перебуванням людей слід дотримуватись таких вимог – при кількості людей понад 50 осіб використовувати приміщення, забезпечені не менше ніж двома евакуаційними виходами, що відповідають вимогам будівельних норм, не мають на вікнах глухих ґрат і розташовані не вище другого поверху в будівлях з горючими перекриттями.

У разі розміщення технологічного, експозиційного та іншого обладнання в приміщеннях повинні бути забезпечені евакуаційні проходи до сходових кліток та інших шляхів евакуації відповідно до будівельних норм.

У приміщенні, яке має один евакуаційний вихід, дозволяється одночасно розміщати (дозволяється перебування) не більше 50 осіб.

Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися в напрямку виходу з будівель (приміщень).

Допускається влаштування дверей з відчиненням усередину приміщення в разі одночасного перебування в ньому не більше 15 чоловік, а також у санвузлах, з балконів, лоджій, площадок зовнішніх евакуаційних сходів (за винятком дверей, що ведуть у повітряну зону незадимлюваної сходової клітки).

При наявності людей у приміщенні двері евакуаційних виходів можуть замикатися лише на внутрішні запори, які легко відмикаються.

Сходові марші і площадки повинні мати справні огорожі з поручнями, котрі не повинні зменшувати встановлену будівельними нормами ширину сходових маршів і площадок.

Сходові клітки, внутрішні відкриті та зовнішні сходи, коридори, проходи та інші шляхи евакуації мають бути забезпечені евакуаційним освітленням відповідно до вимог будівельних норм та правил улаштування електроустановок. Світильники евакуаційного освітлення повинні вмикатися з настанням сутінків у разі перебування в будівлі людей.

Шляхи евакуації, що не мають природного освітлення, повинні постійно освітлюватися електричним світлом (у разі наявності людей) [50].

## ВИСНОВКИ

Під час виконання магістерської роботи, було запропоновано метод прогнозування ФР на базі нейромоделей синтезованих з використанням принципів РІ та кластеризацією для попередньої обробки вхідних даних. Також було розроблено програмний комплекс, що реалізує роботу запропонованого методу.

Для цього були поставлені і вирішені такі задачі:

- ознайомлення та аналіз предметної області;
- розгляд мову програмування Python;
- розроблення програмного комплексу для реалізації та тестування запропонованого методу.

Розроблений програмний комплекс, реалізує основні функції, а саме:

- зчитування користувацьких даних;
- завантаження даних до обчислювального серверу;
- кластеризація даних;
- синтез НМ;
- прогнозування фінансових ринків з використанням НМ;
- надання та забезпечення графічного інтерфейсу користувача.

Запропонований метод значно підвищує точність моделей для прогнозування.

Розроблений програмний комплекс має практичну спрямованість та готовий до використання.

Під час розробки програми та аналізу розробленого програмного комплексу з'явилися ідеї з удосконалення, такі як: використання механізму паралелізації для зменшення часу роботи та більш ефективного використання пам'яті.

Нові можливості зможуть розширити функціонал програмного комплексу та підвищити його продуктивність.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Müller C. Bayesian learning in financial markets [Text] : price adjustments, fundamentals, and risk: Diss. [Text] / Christoph Müller ; Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fak. der Universität zu Köln. – Münster : MV-Verlag, 2009. – 126 p.
2. Saunders, A. Financial markets and institutions [Text] : a modern perspective [Text] / A. Saunders, M. M. Cornett. – Boston [etc.] : McGraw-Hill. Irwin, 2001. – XXIV, 723 p.
3. Saunders A. Study guide for use with financial markets and institutions [Text] [Text] / A. Saunders, M. M. Cornett ; prep. W. Lepley. – Boston[etc.] : McGraw-Hill. Irwin, 2001. – 191 p. – ISBN 0-07-239703-9
4. Ендрю В.Л. Адаптивні ринки. Фінансова еволюція на швидкості думки [Текст] / Ендрю В. Л. ; з англ. пер.: Ігор Терещенко, Вікторія Зенгва, Наталія Мочалова. – Київ : BookChef, 2018. – 559 с.
5. Achkasova S. Determination of priority groups of indicators for threats identification to the financial security of insurance market [Text] / S. Achkasova // Technology audit and production reserves. – 2017. – № 2(5). – С. 54-60.
6. Ruska R. Evaluation Positions of Credit Unions in the World Market of Financial Services [Text] / R. Ruska // Journal of european economy. – 2017. – Vol. 16, № 2. – С. 197-212.
7. Bondarenko M. Analysis of the regional differentiation of the world financial market [Text] / M. Bondarenko, S. Bunin // Технологический аудит и резервы производства. – 2018. – № 5(5). – С. 37-44.
8. Shami M. Kh. Relationship between financial performances and marketing practices in the banking sector of Jordan [Text] / M. Kh. Shami // Banks & bank systems. – 2019. – Vol. 14, Iss. 1. – С. 11-19.
9. Mathew M. Financial innovation management of volatility spillovers at Indian gold futures market [Text] / M. Mathew, M. M. Sulphrey // Маркетинг і менеджмент інновацій. – 2019. – № 2. – С. 131-140.

10. Nikitina A. Main essence and structure of financial market under the financial globalization conditions [Text] / A. Nikitina, M. Karpenko, K. Kirichenko // Інфраструктура ринку. – 2019. – Вип. 33. – С. 287-292.

11. Солодухін С. В. Аналіз впливу поведінкових факторів на фінансові ринки під час управління інвестиційними ресурсами підприємства [Текст] / С. В. Солодухін, Є. С. Шайтанова // Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії. – 2017. – Вип. 1(2). – С. 117-121.

12. Гордєєва Д. В. Вплив грошово-кредитної політики федеральної резервної системи США на міжнародні фінансові ринки: аспект країн, що розвиваються [Текст] / Д. В. Гордєєва, С. М. Нікітчук // Фінансовий простір. – 2019. – № 3. – С. 36-53.

13. Якубовський С. О. Вплив нетрадиційних методів монетарної політики на фінансові ринки: теоретичний аспект [Текст] / С. О. Якубовський, Г. С. Алексеєвська // Вісник Одеського національного університету. Серія : Економіка. – 2017. – Т. 22, Вип. 12. – С. 24-27.

14. Гордєєва Д. В. ФінТех в країнах АСЕАН: стан, проблеми та вплив на фінансові ринки [Текст] / Д. В. Гордєєва, С. О. Бахшалієва, О. О. Подвальна, Е. В. Сергієнко // Фінансовий простір. – 2019. – № 1. – С. 77-96.

15. Селютіна А. С. Сучасна концепція транзитивності та фінансові ринки: досвід європейських країн [Текст] / А. С. Селютіна // Економіка та держава. – 2019. – № 9. – С. 103-108.

16. Kozhukhivska O. A. Decision support system architecture for forecasting of nonstationary financial processes and corresponding risks [Text] / O. A. Kozhukhivska, A. O. Fefelov, P. I. Bidyuk, A. D. Kozhukhivskyi // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2014. – № 1. – С. 158-165.

17. Nurmagambetova A. Z. Method of express-analysis and forecasting of financial status of a borrower by a commercial bank [Text] / A. Z. Nurmagambetova // Актуальні проблеми економіки. – 2014. – № 5. – С. 440-448.

18. Hlushko O. V. Effective methodological tools for forecasting financial and economic stability [Text] / O. V. Hlushko, I. Yu. Gryshova, N. V. Lagodiienko // Актуальні проблеми економіки. – 2017. – № 1. – С. 359-365.

19. Sakharna V. D. Forecasting of directions and methods of providing financial and economic safety of new enterprise [Text] / V. D. Sakharna // Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". – 2017. – № 14. – С. 111-115.

20. Bidyuk P. Adaptive modelling for forecasting economic and financial risks under uncertainty conditions in terms of the economic crisis and social threats [Text] / P. Bidyuk, T. Prosyankina-Zharova, O. Terentiev, M. Medvedieva // Technology audit and production reserves. – 2018. – № 4(2). – С. 4-10.

21. Kruhlov A. Analysis of problems of forecasting of financial instruments in stock markets [Text] / A. Kruhlov, M. Pyroh // Технологический аудит и резервы производства. – 2019. – № 4(2). – С. 10-15.

22. Bidyuk P. I. Adaptive modeling and forecasting economic and financial processes [Text] / P. I. Bidyuk, O. P. Gozhyj, I. O. Kalinina, V. J. Danilov, O. L. Jirov // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2019. – Т. 9, № 4. – С. 231-250.

23. Kopchak B. Application of Particle Swarm Optimization Method or Solving the Problems of Approximation of Electromechanical Systems' Parts [Text] / B. Kopchak // Computational problems of electrical engineering. – 2013. – Vol. 3, № 2. – С. 41-44.

24. Lytvynenko V. Hybrid swarm negative selection algorithm for dna-microarray data classification [Text] / V. Lytvynenko // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – 2014. – № 800. – С. 134-148.

25. Lytvyn V. Development of the method for territorial community formation based on multi-criteria swarm algorithm approach [Text] / V. Lytvyn, D. Ugryn, S. Shevchuk, O. Baliasnikova, O. Iliiuk // Technology audit and production reserves. – 2017. – № 3(2). – С. 20-27.

26. Development of a method for calculating the safe position of military units by using artificial neural networks based on swarm algorithms [Text] / V. Lytvyn, D. Uhryn, O. Iliiuk, O. Klichuk // Technology audit and production reserves. – 2018. – № 1(2). – С. 4-9.

27. Akbarirad M. J. Providing an Efficient Model for Wireless Sensor Networks Using the Scenario of the Variable Sink Counts Based on the Particle Swarm Algorithm [Text] / M. J. Akbarirad, R. Ghaemi // Наука та інновації. – 2019. – Т. 15, № 2. – С. 69-79.

28. Poryev G. V. Efficiency of the Overlay Network Clustering based on the Locality Metric / G. V. Poryev // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2011. – Т. 13, № 2. – С. 47-52.

29. Chechko V. E. Qualitative analysis of clustering in aqueous alcohol solutions. II / V. E. Chechko, V. Ya. Gotsulskiys, T. V. Diieva // Ukrainian journal of physics. – 2019. – Vol. 64, № 2. – С. 143-150.

30. Shapovalova S. Increasing the share of correct clustering of characteristic signal with random losses in self-organizing maps / S. Shapovalova, Yu. Moskalenko // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2019. – № 2(4). – С. 13-21.

31. Melnyk R. Measurement of material surface defect intensity by distributed cumulative histogram and clustering / R. Melnyk, R. Kvit // Технологический аудит и резервы производства. – 2020. – № 4(2). – С. 36-45.

32. Wesley C. J. Core python applications programming [Text] / Wesley J. Chun. – 3rd ed. – Upper Saddle River, NJ[etc.] : Prentice Hall, 2012. – XXXII, 852 p.

33. Lutz M. Python pocket reference [Text] : Python in your pocket / Mark Lutz. – 5th ed. – Beijing [etc.] : O'Reilly, 2014. – VII, 254 p.

34. Anaconda [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.anaconda.com/products/individual>

35. Understanding CSV Files in Excel [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.spreadsheetmadeeasy.com/understanding-csv-files-in-excel/>

36. Yahoo Finance [Electronic resource]. – Access mode: <https://finance.yahoo.com/>

37. Fedoryshyn R. Identification of Controlled Plant and Development of Its Model by Means of PLC / R. Fedoryshyn, S. Klos, V. Savytskyi, O. Masniak // Energy engineering and control systems. – 2016. – Vol. 2, Num. 2. – С. 69-78.

38. Методичні вказівки по економічному обґрунтуванню дипломних проектів для студентів спеціальностей 7.080403 «Програмне забезпечення автоматизованих систем», 7.080402 «Інформаційні технології проектування» і 7.091501 «Комп'ютерні та інтелектуальні системи і мережі» всіх форм навчання для усіх форм навчання [Text] / Укл.: Остапенко В.В., Касьян Е.М., Сердюк Є.М. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – 22 с.

39. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. – Київ, ДП "УкрНДНЦ", 2016. – 109 с.

40. Грибан В. Охорона праці / В. Грибан, А. Негодченко. – К. : Центр навчальної літератури, 2017. – 280 с.

41. Правила улаштування електроустановок [Текст] : ПУЕ-2017. – На заміну ПУЕ-86 ; чинний з 2017-08-21. – К. : Міненерговугілля України, 2017. – 617 с.

42. Атаманчук П. Охорона праці в галузі. Навчальний посібник / П. Атаманчук, В. Мендерецький, О. Панчук, Р. Билык. К: Центр навчальної літератури, 2017. – 322 с.

43. НПАОП 0.00-7.15-18. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. Державні санітарні правила і норми [Текст]. – Харків : Форт, 2018. – 48 с.

44. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. / Харків: Форт, 2000 – 24 с.

45. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» / Київ Мінрегіон України, 2013. – 240 с.

46. ДБН В.2.5-28:2018. Природне та штучне освітлення. Посібник: проблеми природного і штучного освітлення. / К: Етін, 2019. – 180 с.
47. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку / МОЗ України, 1999 – 24 с.
48. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою». Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. – 66 с.
49. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги». / Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. – 39 с.
50. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист [Текст] : навч. посіб. для вузів / М. І. Стеблюк. – К. : Знання, 2013, – 487 с.

**ДОДАТОК А**  
**Технічне завдання**

## **A.1 Вступ**

### **A.1.1 Призначення та область застосування**

Розроблений програмний комплекс може використовуватися синтезу для прогнозуючих моделей на основі методів машинного навчання.

Програма представляє інтерфейс для зручної роботи реалізованими функціями.

## **A.2 Підстави для розробки**

Підставою для розробки є завдання на магістерську роботу.

Як зазначено в ряді робіт штучний інтелект та мережі успішно застосовуються в різних областях – там, де потрібне вирішення завдань прогнозування, класифікації та управління.

Використання НМ як базису для прогнозуючих моделей може значно підвищити точність їх роботи. Саме тому запропоновано використовувати засади РІ та кластеризацію для синтезу таких НМ.

## **A.3 Призначення розробки**

Розроблений програмний комплекс може використовуватися для синтезу НМ, що в подальшому можуть застосовуватися, як моделі для прогнозування.

Розроблений програмний комплекс, має реалізовувати основні функції, а саме:

- зчитування користувацьких даних;
- завантаження даних до обчислювального серверу;
- кластеризація даних;
- синтез НМ;
- прогнозування фінансових ринків з використанням НМ;
- надання та забезпечення графічного інтерфейсу користувача.

## **А.4 Вимоги до програми**

### **А.4.1 Вимоги до функціональних характеристик**

ПП повинен забезпечувати виконання нижче перерахованих функцій:

- зчитування користувацьких даних;
- завантаження даних до обчислювального серверу;
- кластеризація даних;
- синтез НМ;
- прогнозування фінансових ринків з використанням НМ;
- надання та забезпечення графічного інтерфейсу користувача.

### **А.4.2 Вимоги до надійності**

Для забезпечення надійності програми, вона має базуватися на комп'ютері. На протязі усього сеансу роботи додаток не повинен збоїти або зависати. Після оновлення інформаційної бази або функціоналу, додаток треба перезапустити.

### **А.4.3 Вимоги до технічних та програмних засобів**

Для нормальної розробки програми, повинні виконуватися наступні умови до апаратної частини:

- наявність IBM-сумісної персональної електронної обчислювальної машини (ПЕОМ), на якій буде працювати додаток;
- процесор із тактовою частотою 1,5 GHz та більше;
- оперативна пам'ять 1,5 ГБ та більше;
- вільний простір на жорсткому диску не менше, ніж 2 ГБ.

Вимоги до програмної частини: середовище Python (з версії 3.5 та більше).

## **A.5 Вимоги до програмної документації**

Склад програмної документації повинен включати в себе:

- технічне завдання;
- опис проектування;
- опис тестування;
- опис програми.

## **A.6 Стадії і етапи розробки**

### **A.6.1 Стадії розробки**

Розробка повинна бути проведена в три стадії:

- розробка технічного завдання;
- робоче проектування;
- впровадження.

### **A.6.2 Етапи розробки**

На стадії розробки технічного завдання повинен бути виконаний етап розробки, погодження та затвердження справжнього технічного завдання.

На стадії робочого проектування повинні бути виконані перераховані нижче етапи робіт:

- розробка програми;
- розробка програмної документації;
- випробування програми.

На стадії впровадження повинен бути виконаний етап розробки підготовка і передача програми.

### **А.6.3 Зміст робіт по етапах**

На етапі розробки технічного завдання повинні бути виконані перераховані нижче роботи:

- постановка задачі;
- визначення і уточнення вимог до технічних засобів;
- визначення вимог до програми;
- визначення стадій, етапів і термінів розробки програми та документації на неї;
- узгодження і затвердження технічного завдання.

На етапі розробки програми повинна бути виконана робота з програмування (кодування) і налагодженні програми.

На етапі розробки програмної документації повинна бути виконана розробка програмних документів відповідно до вимог до складу документації.

На етапі випробувань програми повинні бути виконані перераховані нижче види робіт:

- розробка, узгодження та затвердження та методики випробувань;
- проведення приймально-здавальних випробувань;
- коректування програми і програмної документації за результатами випробувань.

**ДОДАТОК Б**  
**Опис програми**

## **Б.1 Загальні свідчення**

ПП розроблений за допомогою мови програмування Python та вільного IDE Anaconda. Тобто реалізації бізнес логіки програми використовується мова програмування Python.

## **Б.2 Функціональне призначення**

Розроблений програмний комплекс може використовуватися для синтезу НМ, що в подальшому можуть застосовуватися, як моделі для прогнозування ФР.

Розроблений програмний комплекс, реалізує основні функції, а саме:

- зчитування користувацьких даних;
- завантаження даних до обчислювального серверу;
- кластеризація даних;
- синтез НМ;
- прогнозування фінансових ринків з використанням НМ;
- надання та забезпечення графічного інтерфейсу користувача.

## **Б.3 Опис логічної структури**

На структурній схемі (рис. Б.1) чітко відображені три основних задачі системи, а саме: виведення графіки на екран, обробка подій елементів керування та збереження даних. Реалізація цих базових задач дає простий, проте повноцінно функціонуючий продукт із зрозумілим інтерфейсом.



Рисунок Б.1 – Структурна схема проекту

До базових задач програми можна віднести: виведення графіки, обробку подій елементів керування та зв'язок із базою даних.

Розробку представлених модулів можна аргументувати тим, що саме розділення основного функціоналу програмного комплексу за таким принципом гарантує формування функціонально завершених блоків програми.

#### **Б.4 Використані технічні засоби**

Для нормального функціонування програми, повинні виконуватися наступні умови до апаратної частини:

- наявність IBM-сумісної персональної електронної обчислювальної машини (ПЕОМ), на якій буде працювати додаток;
- процесор із тактовою частотою 1,5 GHz та більше;
- оперативна пам'ять 1,5 ГБ та більше;
- вільний простір на жорсткому диску не менше, ніж 2 ГБ.

Вимоги до програмної частини:

- середовище Python (з версії 3.5 та більше).

## **Б.5 Виклик та завантаження**

Для запуску програми передбачається, що середовище Python вже встановлено, в іншому випадку його слід завантажити та встановити. Необхідно також змінити поточну директорію відповідно до шляху, де зберігаються тести даного програмного продукту. Потім в командному вікні необхідно набрати команду `diploma`.

**ДОДАТОК В**  
**Текст програми**

## Клас diploma

```
# Load the dataset any data set

region = "A"
filename = region + ".csv"
#feature columns for x coordinates
x= np.array(pd.read_csv(filename,
usecols=[2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,2
2,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39]))
#feature colums for y coordinates
y = np.array(pd.read_csv(filename, usecols=[40]))
#normalizing the data
normalized_X = preprocessing.scale(x)

X_train,      X_test,      Y_train,      Y_test      =
model_selection.train_test_split(
normalized_X, y, test_size=0.10, shuffle=False, stratify=None)
Y_train_new = Y_train.ravel()
le = preprocessing.LabelEncoder()
le.fit(Y_train_new)
le.classes_
Y_train_transformed = le.transform(Y_train_new)
le.inverse_transform(le.transform(Y_train_new))
oneStep rs wpg f bo pas
| null newBests = newPas
| otherwise     = map (updateGlobalBest newBvBp) newPas
where newBsPas  = zipWith (updateParticle wpg f bo) rs pas
      newPas     = map snd newBsPas
      newBests   = (map snd (filter fst newBsPas))
```

```

newBvBp    = obtainBest [minimum newBests]

updateGlobalBest    (newBv,newBp)    (blv,bgv,po,s,blp,bgp)    =
  (blv,newBv,po,s,blp,newBp)

updateParticle :: WPGparams -> (Position -> Double) ->
  Boundings
  -> (Double,Double) -> Particle ->
  (Bool,Particle)
updateParticle (w,p,g) f bo (rp,rg) (blv,bgv,po,s,blp,bgp)
  | newFit < bgv =
  (True,(newFit,newFit,newPosition,newSpeed,newPosition,newPosition))
  | newFit < blv =
  (False,(newFit,bgv,newPosition,newSpeed,newPosition,bgp))
  | otherwise =
  (False,(blv,bgv,newPosition,newSpeed,blp,bgp))
  where newSpeed = limitRange (replicate (length bo) (-
20000,20000)) (w*&s +& p*rp*&(blp-&po) +& g*rg*&(bgp-&po))
    newPosition = limitRange bo (po +& newSpeed)
    newFit = f newPosition

limitRange bo xs = zipWith limit1 bo xs
limit1 (l,u) n = min (max n l) u

-- Initialization of the particles
initialize sg np bo f = map (addBest bpos) nearlyPos
  where ndim = length bo

```

```

    ps,pos :: [Position]
    ps = randomPs (ndim*np) bo' sg
    pos = take np ps
    ss :: [Speed]
    ss = map (-& (map fst bo)) (drop np ps)
    fs = map f pos
    nearlyPos = zip3 fs pos ss
    bpos = (fsnd3 . minimum) nearlyPos

    bo' = map includeAsymmetry bo
    includeAsymmetry = id -- In case no asymmetric
initialization is used
--          mitad (lowR,upR) = (upR/3,upR) -- Example of
asymmetric initialization

    addBest (bv,bpo) (fv,po,s) = (fv,bv,po,s,po,bpo)
    total_iter_segmented = 0
    log.basicConfig(level=log.INFO)
    #log.basicConfig(level=log.DEBUG)

    log.info("Solving the function using standard PSO")
    non_segmented_results = pso(func, lb, ub, ieqcons,
f_ieqcons, args, kwargs,
                                swarmsize, omega, phip, phig,
maxiter*segments,
                                minstep, minfunc, debug,
processes,
                                particle_output)

    # Segmenting the problem

```

```

log.info("PSO      result      for      non-segmented      is
{:} ".format(non_segmented_results))
non_segmented_global_min = non_segmented_results[2]
log.info("Non-segmented      PSO      global      min
{:} ".format(non_segmented_global_min) )
log.info("Solving the function using Segmented PSO")

dim_tobe_segmented = random.randint(1,len(lb)-1)
log.info("Dimension      to      be      segmented      :      {:}
".format(dim_tobe_segmented))
act_lb = lb[dim_tobe_segmented]
act_ub = ub[dim_tobe_segmented]
stepsize = (act_ub - act_lb) / segments
#swarmsize = int(swarmsize / 2)
#maxiter = int(maxiter/segments)
segmented_local_mins = np.ones(segments) * np.inf
segmented_results=[None]* segments
for j in range(1,segments+1):
    lb[dim_tobe_segmented] = act_lb + (j -1)*stepsize
    ub[dim_tobe_segmented] = act_lb + (j)*stepsize
    #log.debug("New lower bound : " , lb )
    #log.debug("New upper bound : ", ub)
    #log.debug((func, lb, ub, ieqcons, f_ieqcons, args,
kwargs,
#           swarmsize, omega, phip, phig, maxiter,
#           minstep, minfunc, debug, processes,
#           particle_output))
    result = (pso(func, lb, ub, ieqcons, f_ieqcons, args,
kwargs,

```

```

        swarmsize, omega, phip, phig, maxiter,
        minstep, minfunc, debug, processes,
        particle_output))

    log.debug("PSO result for segment {:}".format(j) + "
is {:}".format(result))
    segmented_results[j-1] = result
    segmented_local_mins[j-1] = result[2]
    total_iter_segmented = total_iter_segmented + result[-
1]

    #log.INFO("Local Minimum values in each segments : ")
    log.debug(segmented_local_mins )
    global_min_index = np.argmin(segmented_local_mins)
    segmented_global_min =
segmented_local_mins[global_min_index]
    log.debug( segmented_global_min)
    log.info("Segmented      PSO      global      min
{:}".format(segmented_results[global_min_index]))
    log.info("Segment number which has global min is {:}
".format( global_min_index) )

lb[dim_tobe_segmented] = act_lb
ub[dim_tobe_segmented] = act_ub

segment_won = 0
non_segment_won = 1

if(segmented_global_min < non_segmented_global_min):
    segment_won = 1

```

```

        non_segment_won = 0

        segmented_lead      =      (segmented_global_min      -
non_segmented_global_min)
        print("Total number of iterations in PSO Segmented :" ,
total_iter_segmented )
        return      segmented_global_min, non_segmented_global_min ,
segment_won , non_segment_won, - segmented_lead

```

```

psoP :: RandomGen a => a
    -> WPGparams -> Int -> (Position -> Double) ->
Boundings
    ->      ([Particle],[ (Double,Position)])      ->
[(Double,Position)]
psoP sg wpg pit f bo (pas,[]) = []
psoP sg wpg pit f bo (pas,newBest:newBests)
    = newOut : psoP sg2 wpg pit f bo (newPas,newBests)
    where rss = makeRss (length pas) (randomRs (0,1) sg1)
          (sg1,sg2)=split sg
          pas' = if newBest < oldBest
                  then map (updateGlobalBest newBest) pas
                  else pas
          newPas = pso' rss wpg pit f bo pas'
          newOut = obtainBest newPas
          oldBest = obtainBest pas

-- Basic process function used by the third parallel scheme
psoPV :: RandomGen a => a

```

```

-> WPGparams -> [Int] -> (Position -> Double) ->
Boundings
-> ([Particle],[ (Double,Position)]) ->
[(Double,Position)]
psoPV sg wpg pits f bo (pas,[]) = []
psoPV sg wpg (pit:pits) f bo (pas,newBest:newBests)
  = newOut : psopv sg2 wpg pits f bo (newPas,newBests)
  where rss = makeRss (length pas) (randomRs (0,1) sg1)
        (sg1,sg2)=split sg
        pas' = if newBest < oldBest
                then map (updateGlobalBest newBest) pas
                else pas
        newPas = psopv rss wpg pit f bo pas'
        newOut = obtainBest newPas
        oldBest = obtainBest pas

-----
-- Auxiliary functions --
-----

shuffle n xs
  | null dr = take n (map (:[]) iz ++ repeat [])
  | otherwise = zipWith (:) iz (shuffle n dr)
  where (iz,dr) = splitAt n xs

spine [] = ()
spine (x:xs) = spine xs

shuffleRelative speeds tasks = splitWith normalized tasks

```

```

where normalized = map (round.(m*).(total)) speeds
total = sum speeds
m = fromIntegral (length tasks)

```

```

splitWith [n] xs = [xs]
splitWith (n:ns) xs = firsts:splitWith ns rest
  where (firsts,rest) = splitAt n xs

```

```

transp :: [[a]] -> [[a]]
transp [] = []
transp ([]: _ ) = []
transp xss = map head xss : transp (map tail xss)

```

```

obtainBest :: [Particle] -> (Double,Position)
obtainBest pas = (bv,bp)
  where (_,bv,_,_,_,bp) = head pas

```

```

generateSGs 0 sg = []
generateSGs 1 sg = [sg]
generateSGs n sg = sg1:generateSGs (n-1) sg2
  where (sg1,sg2) = split sg

```

```

randomPs n bo sg = transpose (map (take n) xss')
  where xss = map (flip randomRs sg) bo
        xss' = zipWith drop [0,n..] xss

```

```

makeRss :: Int -> [a] -> [(a,a)]
makeRss np rs = tuple2 iz : makeRss np dr
  where (iz,dr) = splitAt (2*np) rs

```

```

tuple2 [] = []
tuple2 (x:y:zs) = (x,y): tuple2 zs

fsnd3 (x,y,z) = (x,y)

    if step_min<= minfunc:

        Stopping_reason = "Stopping search: Swarm best
objective change less than {:}".format(minfunc)
        log.debug(Stopping_reason)

        if particle_output:
            return p_min, fp[i_min], p, fp,
Stopping_reason, it
        else:
            return p_min, Stopping_reason, fp[i_min],
it

    elif stepsize <= minstep:

        Stopping_reason = "Stopping search: Swarm best
objective change less than {:}".format(minstep)
        log.debug(Stopping_reason)

        if particle_output:
            return p_min, fp[i_min], p, fp ,
Stopping_reason, it
        else:

```

```

        return p_min, Stopping_reason, fp[i_min],
it
        else:
            g = p_min.copy()
            fg = fp[i_min]

            if(it%10 ==0 ):
                log.debug("Epoch = %.2f" % it + " best error =
%.20f" % fg)
                it += 1

            Stopping_reason = 'Stopping search: maximum iterations
reached --> {:}'.format(maxiter)
            log.debug(Stopping_reason)

            if not is_feasible(g):
                log.info("However, the optimization couldn't find a
feasible design. Sorry")

            if particle_output:
                return g, fg, p, fp, Stopping_reason, it
            else:
                return g, Stopping_reason, fg, it

ichalewicz_m = .5

def michalewicz( x ): # mich.m

```

```

x = np.asarray_chkfinite(x)

n = len(x)

j = np.arange( 1., n+1 )

return - sum( sin(x) * sin( j * x**2 / pi ) ** (2 *
michalewicz_m) )

```

```

def rastrigin(position):

    err = 0.0

    for i in range(len(position)):

        xi = position[i]

        err += (xi * xi) - (10 * math.cos(2 * math.pi * xi)) +
10

    return err

```

```

def griewank( x, fr=4000 ):

    x = np.asarray_chkfinite(x)

    n = len(x)

    j = np.arange( 1., n+1 )

    s = sum( x**2 )

    p = prod( cos( x / sqrt(j) ) )

    return s/fr - p + 1

```

```

#xopt, fopt = pso(banana, lb, ub, f_ieqcons=con, debug=True)

```

```

output_file_name = "PSO_Comparison.csv"

output_file = open(output_file_name, 'w+', newline='')
writer = csv.writer(output_file)

writer.writerow(['Segmented_Min', 'NonSegmented_Min',
'Segmented_Win', 'NonSegmented_Win', 'Delta'])

def schwefel( x ): # schw.m
    x = np.asarray_chkfinite(x)
    n = len(x)
    return 418.9829*n - sum( x * sin( sqrt( abs( x ) )))

dim = 100

upper_bound = 5.12

lower_bound = - upper_bound

lb = np.ones(dim) * lower_bound
ub = np.ones(dim) * upper_bound

for i in range(10):
    #print(pso(rastrigin, lb, ub, maxiter=500, debug=False,
    omega=0.729, phip=1.49445, phig=1.49445, swarmsize=500))

```

```
output = var_pso(rastrigin, lb, ub, maxiter=600,  
debug=False, omega=0.729, phip=1.49445, phig=1.49445,  
swarmsize=1000, segments = 5)  
  
print(output)  
  
writer.writerow(output)
```

**ДОДАТОК Г**  
**Слайди презентації**

Міністерство освіти та науки України  
Національний Університет «Запорізька політехніка»

[1]  


[2]  


**Дослідження та програмна реалізація  
методів прогнозування фінансових ринків**

Тараканова Марина Дмитрівна  
ст. групи КНТ-219м  
Терещенко Еліна Валентинівна

[1] – <http://www.znpu.edu.ua/>  
[2] – <http://pz.znpu.net/>      к.ф.-м.н., доцент НУ «Запорізька політехніка»

Рисунок Г.1 – Слайд №1

**Об'єкт, предмет та мета роботи**

**Об'єкт дослідження:** процес прогнозування фінансових ринків.

**Предмет дослідження:** інтелектуальні методи для прогнозування фінансових ринків.

**Мета магістерської роботи:** дослідити, проаналізувати та реалізувати методи прогнозування фінансових ринків.

2

Рисунок Г.2 – Слайд №2

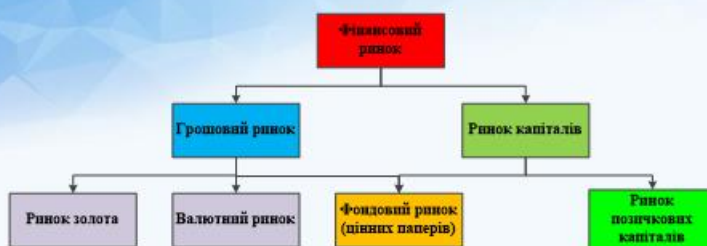
## Постановка завдання

Головна мета магістерської роботи полягає у дослідженні та програмній реалізації методів прогнозування фінансових ринків, а саме прогнозування фондового і валютного ринків за допомогою ройової архітектури штучних нейронних мереж, з використанням кластеризації даних в якості інструменту попередньої обробки.

3

Рисунок Г.3 – Слайд №3

## Фінансовий ринок



4

Рисунок Г.4 – Слайд №4



Рисунок Г.5 – Слайд №5

### Актуальність роботи

В умовах глобалізації залежність економіки і добробуту людей від процесів, що відбувається на фінансових ринках, дуже велика. Особливо сильно це можна було відчутися в ході світових фінансових криз 2008-2011 і 2020 років, коли обвали фінансового сектора спричинили спад у багатьох світових економіках. Теоретичний опис масових очікувань учасників фінансового ринку і прогнозування на цій основі котирувань вимагають застосування все більш просунутих методів.

Рисунок Г.6 – Слайд №6

## Використання відстані Дженсена-Шеннона для кластеризації

$$JS(p_1, p_2) = \frac{KL(p_1(x), p_2(x)) + KL(p_2(x), p_1(x))}{2}$$

## Використання ройового інтелекту для навчання прогнозуючих мереж

$$f(\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \zeta, z) = \sum_{i=-5}^{i-1} \left[ \frac{1}{\left( w_1 \frac{1}{1+e^{-(w_1 \cdot \gamma_{i,j} + w_2 \cdot \delta_{i,j})}} + w_2 \frac{1}{1+e^{-(w_1 \cdot \gamma_{i,j} + w_2 \cdot \delta_{i,j})}} \right)} \right] - r_{i-1} \rightarrow Min$$

7

Рисунок Г.7 – Слайд №7

## Порівняння мов програмування

| Критерії порівняння                          | Мови програмування |              |                        |        |
|----------------------------------------------|--------------------|--------------|------------------------|--------|
|                                              | Python             | C++ та Caffe | Java та DeepLearning4j | MATLAB |
| Наявність літератури та простота вивчення    | ++                 | ++           | ±                      | ++     |
| Підтримка парадигми модульного програмування | +                  | +            | +                      | –      |
| Продуктивність роботи                        | ++                 | +            | +                      | –      |
| Паралельна обробка запитів та реалізація     | ++                 | ++           | +                      | ±      |
| Простота розроблення графічного інтерфейсу   | +                  | ±            | ±                      | ±      |

8

Рисунок Г.8 – Слайд №8

## Порівняння середовищ розробки

| Критерії порівняння                         | IDE      |         |      |          |
|---------------------------------------------|----------|---------|------|----------|
|                                             | Anaconda | PyCharm | Atom | PhpStorm |
| Наявність безкоштовної версії (open-source) | ++       | ++      | ++   | –        |
| Підтримка бібліотек та налаштувань          | ++       | +       | ±    | –        |
| Кросс-платформність                         | ++       | ++      | ++   | –        |
| Швидкість роботи                            | ++       | ++      | ++   | ±        |
| Підтримка та оновлення                      | ++       | ±       | ±    | ++       |

9

Рисунок Г.9 – Слайд №9

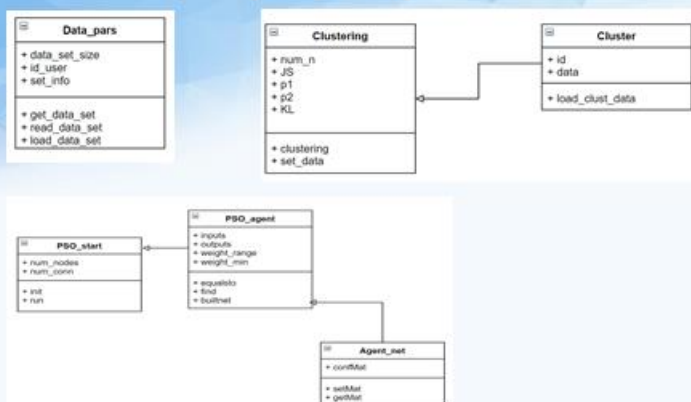
## Структурна схема програми



10

Рисунок Г.10 – Слайд №10

## Імплементация структури в розробку



11

Рисунок Г.11 – Слайд №11

## Результати прогнозування валютних курсів розвинених країн

| Валютна пара                                     | Значення нейромережевого портфеля ройової моделі | Значення нейромережевого портфеля прямого проходу | Значення авторегресійного портфеля | Значення ринкового портфеля |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Євро / долар                                     | 1,03                                             | 0,96                                              | 0,81                               | 1,02                        |
| Австралійський долар / Американський долар       | 1,2                                              | 0,94                                              | 0,82                               | 1,04                        |
| Фунт / Американський долар                       | 1,08                                             | 1,15                                              | 0,87                               | 1,01                        |
| Американський долар / ієна                       | 1,06                                             | 1,11                                              | 0,86                               | 1,01                        |
| Євро / фунт                                      | 1,02                                             | 1,11                                              | 0,84                               | 1,01                        |
| Американський долар / швейцарський франк         | 0,96                                             | 1,30                                              | 1,17                               | 0,97                        |
| Середнє значення портфеля по всіх валютних парах | 1,06                                             | 1,09                                              | 0,86                               | 1,01                        |

12

Рисунок Г.12 – Слайд №12

## Результати прогнозування фондових ринків розвинених країн

| Фондовий індекс                                    | Значення<br>нейромережевого<br>портфеля ройової<br>моделі | Значення<br>нейромережевого<br>портфеля прямого<br>проходу | Значення<br>авторегресійного<br>портфеля | Значення<br>ринкового<br>портфеля |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|
| S&P 500 (США)                                      | 1,58                                                      | 2,82                                                       | 0,54                                     | 1,84                              |
| Nikkei 225 (Японія)                                | 1,51                                                      | 0,53                                                       | 0,12                                     | 1,49                              |
| FTSE 100<br>(Великобританія)                       | 1,69                                                      | 0,46                                                       | 0,28                                     | 1,58                              |
| DAX 30 (Німеччина)                                 | 1,23                                                      | 0,37                                                       | 0,96                                     | 1,24                              |
| CAC 40 (Франція)                                   | 1,10                                                      | 1,79                                                       | 0,02                                     | 1,47                              |
| ATX 20 (Австрія)                                   | 1,23                                                      | 1,92                                                       | 0,68                                     | 2,28                              |
| BEL 20 (Бельгія)                                   | 1,49                                                      | 0,55                                                       | 1,78                                     | 0,99                              |
| Середнє значення<br>портфеля за всіма<br>індексами | 1,4                                                       | 1,26                                                       | 0,63                                     | 1,56                              |

13

Рисунок Г.13 – Слайд №13

## Висновки

Під час виконання магістерської роботи, було запропоновано метод прогнозування фінансових ринків на базі нейромоделей синтезованих з використанням принципів ройового інтелекту та кластеризацією для попередньої обробки вхідних даних. Також було розроблено програмний комплекс, що реалізує роботу запропонованого методу.

Запропонований метод значно підвищує точність моделей для прогнозування.

Під час розробки програми та аналізу розробленого програмного комплексу, а саме використання механізму паралелізації для зменшення часу роботи та більш ефективного використання пам'яті.

14

Рисунок Г.14 – Слайд №14



Рисунок Г.15 – Слайд №15