

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет комп'ютерних наук і технологій

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра програмних засобів

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ
ПРОГНОЗУВАННЯ КУРСУ КРИПТОВАЛЮТ
RESEARCH AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF METHODS
FOR CRYPTOCURRENCY RATE FORECASTING

Виконав: студент 2 курсу, групи КНТ-142м

Спеціальності 121 Інженерія програмного
забезпечення

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Інженерія програмного забезпечення

КОСЕНКОВ І.С.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ОЛІЙНИК А.О.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент Коцур М.І.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

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

Інститут, факультет ФКНТ
Кафедра програмних засобів
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Інженерія програмного забезпечення
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПЗ, д.т.н, проф.
Сергій СУББОТІН
“ ” 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Косенкова Ігоря Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження та програмна реалізація методів прогнозування курсу криптовалют. Research and Software Implementation of Methods for Cryptocurrency Rate Forecasting
керівник проєкту (роботи) Олійник А. О., д.т.н., проф.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “14” листопада 2023 року №437
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 1 грудня 2023 року
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) рекомендована література, технічне завдання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Реферат. Перелік скорочень та умовних познач. Вступ. 1. Аналіз предметної області. 2. Вибір та обґрунтування структури системи, яка проєктується. 3. Засоби програмної реалізації програмного продукту. 4. Керівництво програміста. 5. Керівництво оператора. Висновки. Перелік джерел посилання. Додатки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Слайди презентації

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-5 Основна частина	Андрій ОЛІЙНИК, проф.		
Нормоконтроль	Камінська Ж.К., асистент		

7. Дата видачі завдання “16” жовтня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент(ка)

(підпис) Ігор КОСЕНКОВ
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис) Андрій ОЛІЙНИК
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи бакалавра:
124 с., 39 рис., 19 табл., 4 дод., 18 джерел.

ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ, АЛГОРИТМ ДЕРЕВА
РІШЕНЬ, АНАЛІЗ ДАНИХ, C#, MYSQL.

Об'єкт дослідження – процес прогнозування курсу криптовалюти.

Предмет дослідження – методи для прогнозування курсу криптовалюти.

Мета роботи – дослідження, модифікація та програмна реалізація методів прогнозування курсу криптовалюти.

Метод дослідження: розгляд і аналіз методів прогнозування курсу валют, щоб знизити час обчислення та збільшити точність вихідних значень.

Актуальність та проблематика роботи полягає в тому, що за останні роки криптовалюти набули значної популярності та стали одним із найбільш обговорюваних фінансових інструментів у світі.

Матеріали, методи та технічні засоби: структурне та об'єктно-орієнтоване програмування, мова програмування C#, персональний комп'ютер з процесором AMD Ryzen 5600G під управлінням операційної системи Microsoft Windows 10.

Результати. Розроблено програмний продукт, який призначений для вирішення завдання прогнозування курсу криптовалюти за допомогою різноманітних методів прогнозування курсу.

Висновки. Розроблено програмну систему для вирішення завдання прогнозування курсу криптовалюти, а саме відображення поточного курсу, 24 часової зміни курсу криптовалюти, та прогнозованої вартості криптовалюти за допомогою різноманітних методів прогнозування курсу.

Галузь використання – інвестиційний менеджмент, фінансовий аналіз та торгівля криптовалютами.

ABSTRACT

Explanatory note to the final qualifying work of the bachelor: 124 pages, 72 figures, 19 tables, 4 appendixes, 18 sources.

TIME SERIES FORECASTING, DECISION TREE ALGORITHM, DATA ANALYSIS, C#, MYSQL.

The object of the study is the process of forecasting the cryptocurrency exchange rate.

The subject of the research is methods for forecasting the exchange rate of cryptocurrency.

The purpose of the work is research, modification and software implementation of cryptocurrency rate forecasting methods.

Research method: consideration and analysis of currency rate forecasting methods to reduce calculation time and increase accuracy of output values.

The relevance and problematic of the work lies in the fact that in recent years cryptocurrencies have gained considerable popularity.

Materials, methods and technical means: structural and object-oriented programming, C# programming language, personal computer with an AMD Ryzen 5600G processor running the Microsoft Windows 10 operating system.

The results. A software product has been developed, which is designed to solve the task of forecasting the exchange rate of cryptocurrency using various methods of forecasting the exchange rate.

Conclusions. A software system has been developed to solve the task of forecasting the cryptocurrency exchange rate, namely displaying the current exchange rate, and the forecasted value of the cryptocurrency using various exchange rate forecasting methods.

The field of use is investment management, financial analysis and cryptocurrency trading.

ЗМІСТ

	С.
Перелік скорочень та умовних позначок	8
Вступ.....	9
1 Аналіз предметної області.....	10
1.1 Існуючі аналоги засобів прогнозування криптовалют	10
1.2 Огляд існуючих методів	17
1.3 Постановка завдання до роботи.....	25
1.4 Висновки за розділом.....	26
2 Вибір та обґрунтування структури системи, яка проєктується.....	27
2.1 Вибір інструментарію розробки програмного продукту	27
2.2 Структурна схема програмного продукту	34
2.3 Інтелектуальні методи прогнозування вартості криптовалют	38
2.4 Висновки за розділом.....	45
3 Засоби програмної реалізації програмного продукту	46
3.1 Функціональні вимоги до програмного продукту	46
3.2 Опис архітектури та обраних технологій	49
3.3 Порівняння прогнозування курсу криптовалют різними алгоритмами	52
3.4 Висновки за розділом.....	70
4 Керівництво програміста	71
4.1 Призначення та умови застосування програми	71
4.2 Умови, необхідні для виконання програми.....	71
4.3 Характеристика програми	72
4.4 Звертання програми	73
4.5 Вхідні та вихідні дані.....	73
4.6 Повідомлення.....	74
4.7 Висновки за розділом.....	76
5 Керівництво оператора	77
5.1 Призначення програми	77
5.2 Умови виконання програми	77

	7
5.3 Запуск програми	77
5.4 Виконання програми	78
5.5 Повідомлення оператору	80
5.6 Висновок	81
Висновки	82
Перелік використаних джерел	84
Додаток А Технічне завдання	86
Додаток Б Опис програмного продукту.....	92
Додаток В Фрагмент тексту програми	103
Додаток Д Слайди презентації.....	116

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК

IDE	– Integrated Development Environment;
АЄЗ	– адаптивне експоненційне згладжування;
БД	– база даних;
ДР	– алгоритм дерева рішень.
ЕКС	– експоненційне ковзне середнє;
ЗКС	– зважене ковзне середнє;
МОДМІ	– метод на основі даних з мережі інтернет;
МОДР	– метод на основі дерева рішень;
МОІВ	– метод на основі історії вартості;
ПЗ	– програмне забезпечення;
ПКС	– проста ковзна середня;
ПП	– програмний продукт;

ВСТУП

Звичайні валюти, такі як долар або євро, контролюються центральними банками та урядами та обертаються відповідно до правил, встановлених цими установами. Криптовалюти, з іншого боку, є децентралізованими, тобто не контролюються центральним органом, і обмін відбувається між користувачами без посередників.

Ця унікальна особливість криптовалют разом з анонімністю та безпекою зробила їх дуже популярними серед інвесторів, які шукають альтернативні способи заробітку на фінансових ринках. Однак, як і будь-який інший фінансовий інструмент, курс криптовалюти може змінюватися дуже швидко і непередбачувано.

Такі зміни можуть мати значний вплив на інвесторів і фінансові установи, які працюють з криптовалютами. Наприклад, висока волатильність може призвести до великих прибутків або втрат для інвесторів і може змінити ціну криптовалют на ринку. Крім того, ці зміни можуть вплинути на сприйняття криптовалют як інвестиційного інструменту та загальний розвиток ринку криптовалют.

Таким чином, метою даної дипломної роботи - повинно бути розробка моделі прогнозування курсу криптовалюти, яка дозволить інвесторам та іншим учасникам ринку отримувати більш точну інформацію про очікувані зміни курсу та використовувати їх для прийняття рішень щодо своїх інвестицій.

Щоб досягти цього, будуть розглянуті та проаналізовані різні методи технічного та фундаментального аналізу, а також методи машинного навчання, які можна використовувати для прогнозування тенденцій розвитку криптовалют.

Моя робота буде корисна інвесторам, трейдерам і всім, хто цікавиться фінансовими ринками і хоче зрозуміти, як прогнозувати курс криптовалют. Результати мого дослідження допоможуть людям приймати зважені рішення щодо інвестування в криптовалюти.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Актуальність та проблематика роботи полягає в тому, що за останні роки криптовалюти набули значної популярності та стали одним із найбільш обговорюваних фінансових інструментів у світі. Однак курс криптовалюти надзвичайно мінливий і змінюється з дуже високою швидкістю, що створює великі ризики для інвесторів та учасників ринку.

З цієї причини прогнозування курсу криптовалюти стало надзвичайно важливою темою для досліджень. Інвесторам, банкам та іншим фінансовим установам потрібна точна та ефективна модель прогнозування, щоб приймати рішення щодо своїх інвестицій та діяльності на ринку криптовалют.

В першому підрозділі наведено види існуючих рішень що до прогнозування курсу криптовалют.

1.1 Існуючі аналоги засобів прогнозування криптовалют

1.1.1 Walletinvestor

Walletinvestor (рис. 1.1) – це сайт, який надає фінансові інструменти та інформацію для інвесторів. Основна мета сайту – допомогти інвесторам прийняти рішення щодо своїх інвестицій.

Основні функції сайту включають прогнози цін на акції та криптовалюти, рейтинги та аналіз компаній, такі корисні інструменти, як калькулятори доходності, інформацію про фінансові новини та тенденції, а також членів спільноти та форуми, де можна обговорити інвестиції та отримати поради від інших інвесторів.

Прогнозування курсу акцій і криптовалют є однією з ключових функцій сайту. Walletinvestor використовує машинне навчання та алгоритми штучного інтелекту для прогнозування цін. Ці прогнози надаються на короткостроковий, середньостроковий та довгостроковий періоди. Перш за все, мова йде про короткострокову перспективу у вигляді криптовалют [1].

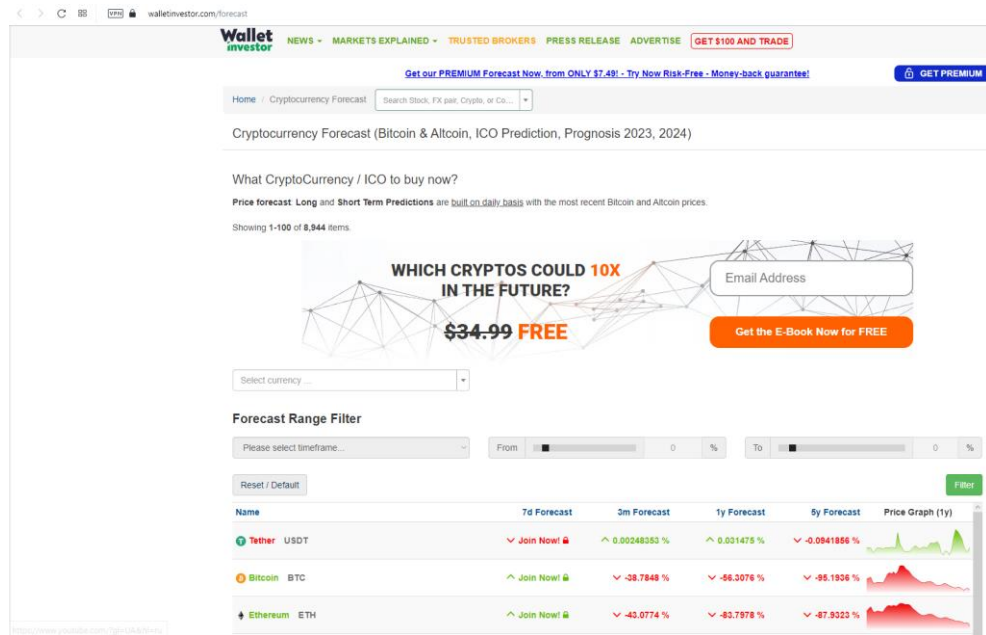


Рисунок 1.1 – Walletinvestor [1]

Рейтинги компаній і аналізи також є недоліками сайту. Walletinvestor по своєму дуже динамічна мережева компанія. Крім того, сайт містить аналіз коефіцієнтів кожної компанії, що може бути корисним для інвесторів, які розглядають можливість інвестувати в акції цих компаній.

Перевагою Walletinvestor можна вважати простий і зрозумілий інтерфейс, який дозволяє користувачам швидко отримувати доступ до прогнозів курсу криптовалюти. Сервіс пропонує прогнози на різні часові періоди, в тому числі короткострокові та довгострокові, дозволяючи користувачам вибрати варіанти, які їм найбільше підходять. Walletinvestor використовує алгоритми машинного навчання та штучного інтелекту для аналізу ринку криптовалют і прогнозування їх курсу, що забезпечує високу точність прогнозів.

До недоліків можна віднести те, що прогнози Walletinvestor не зовсім точні, іноді вони можуть бути неточними або недостатньо точними. Walletinvestor не гарантує точності інформації, наданої користувачам, що може призвести до прийняття неправильних інвестиційних рішень. Сервіс може бути обмежений щодо підтримки різних криптовалют і майбутніх розширень, що може призвести до обмежень у використанні деяких функцій для користувачів.

1.1.2 Belinvestor

Belinvestor (рис. 1.2) — це вебдодаток, який спеціалізується на аналізі криптовалют і надає користувачам інформацію про їхні ціни, ринкову капіталізацію та інші фактори, що впливають на їх ціну.

Основний функціонал сайту включає відображення актуальної інформації про курси понад 4000 криптовалют, особливо графіків динаміки цін, обсягу торгів, зміни цін та інших параметрів. Крім того, на сайті Belinvestor можна знайти новини криптовалютних ринків, аналіз ринку та прогнози цін на різні періоди.

Однією з особливостей Belinvestor є можливість відстежувати популярні індекси криптовалют, такі як Bitcoin Dominance Index, Crypto Fear & Greed Index та інші. Крім того, сайт пропонує користувачам можливість порівняти ціни різних криптовалют і отримати інформацію про їх ринкову капіталізацію та інші параметри.

Окрім інформації про криптовалюти, на сайті Belinvestor також можна знайти статті та новини про фінансові ринки в цілому. Сайт пропонує аналіз фінансових новин, звіти про події у сфері фінансів та дає корисні інвестиційні поради.

Загалом сайт Belinvestor є корисним інструментом для тих, хто цікавиться криптовалютами та іншими фінансовими ринками. Сайт надає розширену інформацію про криптовалюту, новини, аналіз і прогнози цін, допомагаючи користувачам приймати розумні рішення щодо своїх інвестицій.

Переваги полягають у тому, що Belinvestor є потужним інструментом для аналізу ринку криптовалют і прогнозування курсів криптовалют. Програмне забезпечення має велику базу даних, яка оновлюється в режимі реального часу, що дозволяє користувачам відстежувати останні тенденції ринку. Сервіс пропонує різні інструменти для аналізу ринку криптовалют, такі як графіки, технічний аналіз та інші, які дозволяють користувачам отримати більш повну картину ринку.

Недоліком можна вважати те, що Belinvestor є платною послугою, що може бути обмеженням для деяких користувачів. Інтерфейс може бути складним для початківців, які ще не мають досвіду в аналізі ринку криптовалют. Навіть при високій точності прогнозу сервіс не може гарантувати 100% точність прогнозу, що може призвести до прийняття неправильних інвестиційних рішень [2].

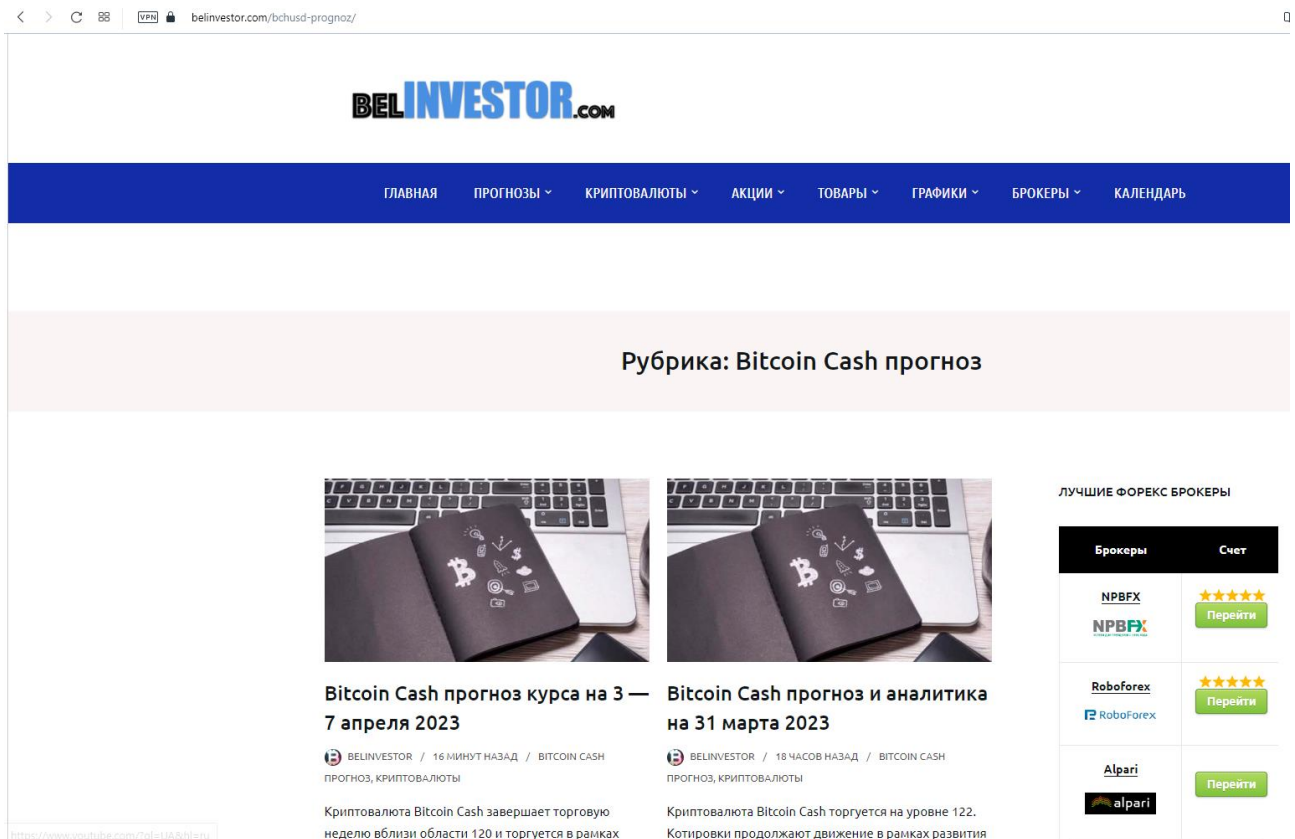


Рисунок 1.2 – Belinvestor [2]

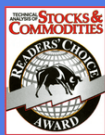
1.1.3 NeuroShell Trader

NeuroShell Trader (рис. 1.3) — це програмне забезпечення, яке дозволяє трейдерам та інвесторам автоматизувати процес технічного аналізу та торгівлі на фінансових ринках. Програма побудована на основі технологій штучного інтелекту та нейронних мереж, які дозволяють з високою точністю прогнозувати зміни цін і ефективність торгових стратегій [3].

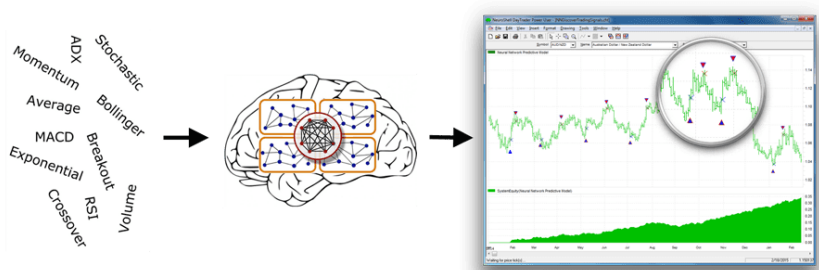
try.neuroshell.com/index/

Powered by AI

Experience the power of cutting-edge technology in your trading.

 Voted 2023 Winner of "Best AI Trading Software"

Can't find good trading rules?
Let artificial intelligence discover the best trading rules!



<https://www.youtube.com/?gl=UA&hl=ru>

Рисунок 1.3 – NeuroShell Trader [3]

Основний функціонал NeuroShell Trader включає створення та тестування нейронних мереж, які дозволяють прогнозувати зміни цін на фінансових ринках. Програма має вбудовану бібліотеку фінансових індикаторів і фільтрів, які допомагають знайти оптимальні параметри для нейронних мереж і торгових стратегій. NeuroShell Trader також дозволяє трейдерам створювати власні індикатори та стратегії на основі складних математичних формул.

Крім того, NeuroShell Trader має вбудовані інструменти для тестування та оптимізації торгових стратегій на історичних даних для оцінки їх ефективності та прибутковості. Програма надає можливість автоматизувати процес торгівлі, що дозволяє трейдерам зосередитися на аналізі ринку та розробці нових стратегій.

Переваги полягають у тому, що NeuroShell Trader є потужним і гнучким інструментом для аналізу ринку криптовалют і прогнозування курсів

криптовалют. Програмне забезпечення має велику кількість індикаторів та аналітичних інструментів для дослідження ринку, що дозволяє користувачам отримати більш повну картину ринку. NeuroShell Trader може працювати з даними в реальному часі, дозволяючи користувачам отримувати актуальну інформацію та швидко приймати рішення. NeuroShell Trader використовує алгоритми машинного навчання та штучного інтелекту для аналізу ринку криптовалют і прогнозування їх курсу, що забезпечує високу точність прогнозів.

Недоліком можна вважати те, що NeuroShell Trader може бути складним у використанні новачкам, які ще не мають досвіду аналізу ринку криптовалют. Програма платна, що може бути обмеженням для деяких користувачів. Навіть при високій точності прогнозу сервіс не може гарантувати 100% точність прогнозу, що може призвести до прийняття неправильних інвестиційних рішень.

1.1.4 Elliott Wave Analyzer

Elliott Wave Analyzer (рис. 1.4) — це вебпрограма, розроблена для аналізу ринку на основі хвиль Елліотта, яка є однією з найвідоміших технічних теорій аналізу ринку. Сайт пропонує інструменти для визначення потенційних цінових рухів і розпізнавання моделей Елліотта.

Основний функціонал Elliott Wave Analyzer включає побудову графіків руху цін на основі теорії Елліотта, що дозволяє трейдерам та інвесторам визначати тренди, коригуючі рухи та інші формування цін на ринку. На сайті також є вбудована бібліотека індикаторів та інструментів, які допомагають знайти оптимальні точки входу та виходу для позицій на ринку.

Крім того, Elliott Wave Analyzer дозволяє трейдерам та інвесторам виконувати технічний аналіз на основі інших технічних індикаторів, таких як RSI, MACD та інші. Сайт надає можливість визначити ключові рівні підтримки та опору на ринку, що допомагає знайти точки входу та виходу на ринку.

Крім того, Elliott Wave Analyzer надає трейдерам можливість ділитися своїми прогнозами та аналізом з іншими користувачами сайту через спільноту та форум. Це дозволяє отримати більш повне уявлення про ринок і поділитися своїм досвідом з іншими трейдерами та інвесторами.

Перевагами можна назвати те, що Elliott Wave Analyzer дозволяє використовувати один з найпопулярніших методів технічного аналізу для прогнозування курсу криптовалют - аналіз хвиль Елліотта. Програмне забезпечення дозволяє швидко й ефективно аналізувати ринок криптовалют і визначати цінові тенденції та розвороти ринку.

Недоліком можна вважати те, що інструмент вимагає досвіду в аналізі ринку криптовалют і знання безкоштовного аналізу хвиль Елліотта для ефективного використання програмного забезпечення. Elliott Wave Analyzer не гарантує 100% точність прогнозу, оскільки він залежить від багатьох факторів, включаючи ринкові умови та політичні та економічні події [4].

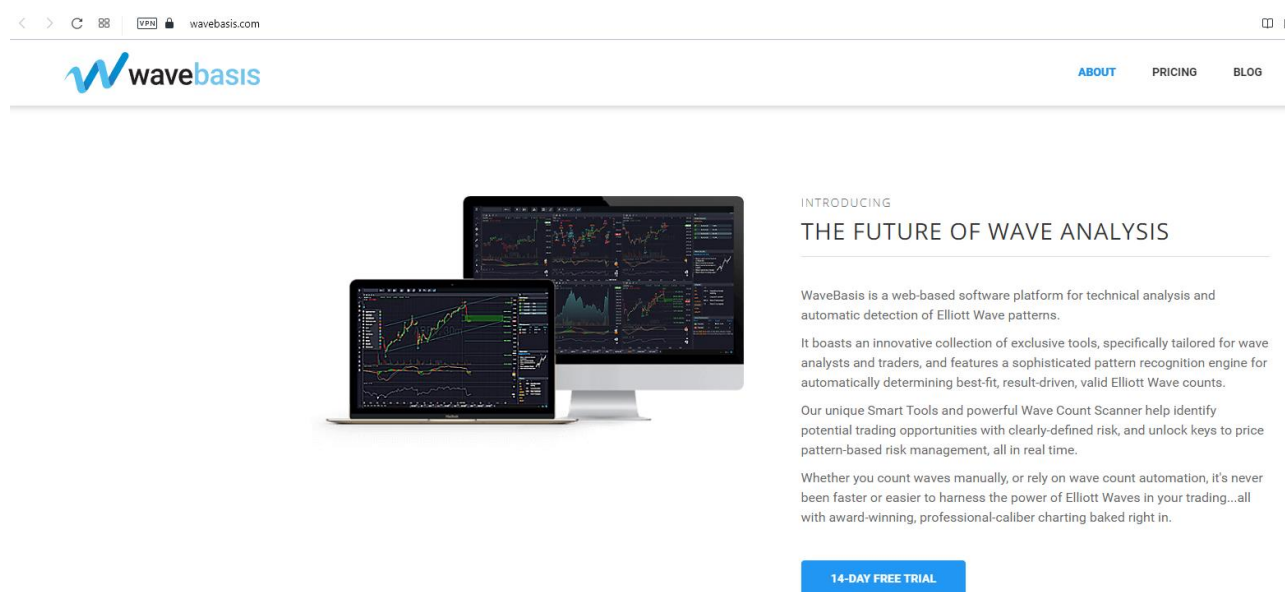


Рисунок 1.4 - Elliott Wave Analyzer [4]

1.2 Огляд існуючих методів

1.2.1 Проста ковзна середня

Проста ковзна середня (SMA) – це найпростіша форма ковзної середньої, яка є середньою арифметикою певної кількості останніх значень цін. Її значення періодично перераховується, причому з розрахунків забирається найстаріше значення періоду на користь найновішого.

Формула простої ковзної середньої (1.1):

$$SMA_t = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} p_{t-i}, \quad (1.1)$$

Знайти просту ковзну середню не так просто, особливо значення SMA з великим періодом вимагає тривалих обчислень.

На щастя для нас, завдяки досягненням у галузі технологій, комп'ютери можуть легко виконувати ці трудомісткі обчислення за нас. Більшість торгових платформ, таких як MetaTrader 4 (MT4) та MetaTrader 5 (MT5), надають індикатор простої ковзної середньої та можуть майже миттєво розрахувати її значення незалежно від вибраного періоду часу.

Період - це те, що і "N" у формулі SMA, яку ми розбирали раніше. Вона означає кількість періодів, які ми хочемо включити в нашу просту ковзну середню.

Чим більше буде значення N, тим гладкішою буде лінія нашої ковзної середньої, і тим паче вона буде реагувати на зміни ціни. При менших значеннях N індикатор SMA буде швидше реагувати на зміни ціни, але його лінія буде менш плавною [5].

Серед переваг методу простого ковзного середнього для прогнозування курсу криптовалют є те, що метод простого ковзного середнього дуже простий у використанні та розумінні. Для цього не потрібні складні математичні формули чи аналіз поглиблених фінансових даних. Просте ковзне середнє може

створити плавну діаграму, яка полегшить перегляд тенденцій цін на криптовалюту.

До недоліків методу простої ковзної середньої для прогнозування курсу криптовалют можна віднести те, що метод простої ковзної середньої не є дуже точним методом прогнозування. Не підходить для короткострокових прогнозів.

1.2.2 Зважене ковзне середнє

Зважене ковзне середнє (WMA) — це технічний індикатор, який трейдери використовують для визначення напрямку торгівлі та прийняття рішення про купівлю чи продаж. Він призначає більшу вагу останнім точкам даних і меншу вагу минулим точкам даних. Зважене ковзне середнє обчислюється шляхом множення кожного спостереження в наборі даних на заздалегідь визначений ваговий коефіцієнт.

Трейдери використовують інструмент середньозваженого для генерування торгових сигналів. Наприклад, коли цінова дія рухається до або вище зваженої ковзної середньої, сигнал може бути вказівкою на вихід із угоди. Однак, якщо цінова дія падає близько або трохи нижче зваженої ковзної середньої, це може бути ознакою сприятливого часу для входу в угоду.

Використання зваженого ковзного середнього для визначення напрямку тенденції є точнішим, ніж просте ковзне середнє, яке призначає однакові ваги всім числам у наборі даних.

Формула зваженої ковзної середньої (1.2):

$$WMA = \frac{\sum_{i=1}^n P_i * W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}, \quad (1.2)$$

Під час обчислення зваженого ковзного середнього останнім точкам даних призначається більша вага, тоді як минулим точкам даних призначається

менша вага. Він використовується, коли цифри в наборі даних мають різну вагу відносно одне одного. Сума ваги повинна дорівнювати 1 або 100%.

Він відрізняється від простого ковзного середнього, де всім числам присвоюється однакова вага. Остаточне зважене ковзне середнє значення відображає важливість кожної точки даних i , отже, воно краще описує частоту паралельності, ніж просте ковзне середнє [6].

До переваг методу зваженого ковзного середнього для прогнозування курсу криптовалют можна віднести, що зважене ковзне середнє дозволяє враховувати поточні тенденції, що допомагає зробити більш точний прогноз курсу криптовалют. Зважене ковзне середнє використовує вагові коефіцієнти, що надають більшої ваги останнім даним, що дозволяє більш точно відобразити поточний стан ринку.

До недоліків методу зваженого ковзного середнього для прогнозування курсу криптовалют можна віднести, що метод зваженого ковзного середнього дещо складніший у використанні порівняно з методом простої ковзної середньої, оскільки потребує визначення вагових коефіцієнтів для кожного дня. Залежність від визначення вагових коефіцієнтів: Точність прогнозу залежить від правильного визначення вагових коефіцієнтів, що може бути складно зробити в реальному часі.

1.2.3 Експоненційне ковзне середнє

Експоненційне ковзне середнє (ЕМА) зменшує помилку, надаючи більшу вагу останнім цінами у порівнянні з більш далекими цінами. Цей метод дозволяє більш швидко реагувати на поточні зміни ціни в порівнянні з SMA. Вага, що надається останній ціні, залежить від періоду ковзної середньої. Чим коротший період ЕМА, тим більша вага надаватиметься останньою ціною.

Експоненційне ковзне середнє може бути визначене двома шляхами – як відсоткове ковзне середнє або як періодичне ковзне середнє. Відповідно в

відсотковому ковзному, єдиним параметром є вага (відсоток), а в періодній – період КС.

Основна формула виглядає наступним чином (1.3):

$$EMA = \frac{EMA_{i-1} * (n-1) + 2 * P_i}{n-1}, \quad (1.3)$$

Необхідно зазначити, що теоретично в розрахунку цієї ковзної використовуються всі ціни, за весь період її побудови і, незважаючи на те, що вплив старих цін зникає з часом, він не зникає до кінця. Ефект старих цін зникає швидше для більш коротких ЕМА, в порівнянні з більш довгими. На реальному графіку різниця між SMA і ЕМА не дуже велика, хоча і є присутня. Вважається, що експоненційне ковзне все ж краще відображає ринкові ціни при інших рівних умовах, оскільки вплив кожної попередньої ціни убиває експоненційно з його віддаленістю від поточної ціни [7].

Перевагами методу експоненціального ковзного середнього є можливість врахування поточних тенденцій і придатність для короткострокових і довгострокових прогнозів. Крім того, метод використовує експоненціальні вагові коефіцієнти, що полегшує збереження інформації.

Недоліки методу полягають у тому, що ефективність методу залежить від вибору параметрів, таких як тривалість розрахункового періоду, що може призвести до помилкових прогнозів. Крім того, експоненціальне ковзне середнє може бути дуже чутливим до аномалій у даних, що також може вплинути на точність прогнозу.

1.2.4 Адаптивне експоненціальне згладжування

Метод адаптивного експоненціального згладжування є похідним від простого експоненціального згладжування. Значення рівня систематично змінюється від періоду до періоду, щоб урахувати шаблонні зміни в історичних

даних. Адаптивне експоненціальне згладжування автоматизоване, що робить його корисним методом для використання, коли задіяно велику кількість елементів. Дані не є сезонними і не демонструють тенденцій.

Основна формула виглядає наступним чином (1.4):

$$ARS = \frac{\sum_{i=-N}^N \sum_{j=-N}^N c_{i,j} \omega_{x-i,y-j} I_{x-i,y-j}}{\sqrt{\sum_{i=-N}^N \sum_{j=-N}^N c_{i,j}^2 \omega_{x-i,y-j}^2 \sigma^2(I)_{x-i,y-j}}}, \quad (1.4)$$

Адаптивне експоненціальне згладжування вигідно використовувати для продукту, який продавався протягом тривалого періоду часу, лише щоб зіткнутися з різкою зміною ринку в останні періоди [8].

Переваги методу адаптивного експоненціального згладжування полягають у здатності методу автоматично регулювати параметри згладжування на основі даних, що дозволяє робити більш точні прогнози. Крім того, метод дозволяє враховувати поточні тенденції та зменшує вплив аномалій даних на прогнози.

Недоліками методу є складність налаштування методу та вимоги до обчислювальних ресурсів для його застосування. Крім того, метод може бути менш точним для довгострокових прогнозів, якщо тенденція істотно зміниться.

1.2.5 Дерева прийняття рішень

Дерева прийняття рішень - це непараметричні моделі, що виконують послідовність простих тестів на вхідних даних. Ця процедура прийняття рішень зіставляє їх з вихідними даними з навчального набору даних, вхідні дані якого схожі на екземпляр, що обробляється. Рішення приймається на кожному вузлі структури даних двійкового дерева з урахуванням ступеня схожості, яка рекурсивно зіставляє кожен екземпляр через гілки дерева, доки не буде досягнуто відповідного листового вузол і не буде повернене вихідне рішення.

Швидкий ліс – це реалізація випадкового лісу. Ця модель складається з сукупності дерев прийняття рішень. Кожне дерево у лісі прийняття рішень виводить розподіл Гауса шляхом прогнозування. По сукупності дерев виконується агрегування з метою знайти розподіл за Гауссом, найближчим до об'єданого розподілу для всіх дерев моделі. Класифікатор лісу прийняття рішення складається із сукупності дерев прийняття рішень [9].

Переваги методу дерева рішень полягають у тому, що він може враховувати складні залежності між даними та може використовуватися для прогнозів на різних часових горизонтах. Крім того, дерева рішень досить легко інтерпретувати, що дозволяє зрозуміти, які фактори впливають на прогноз.

Недоліками методу є його обмежені можливості роботи зі складними залежностями та необхідність додаткової підготовки даних для використання в методі. Крім того, метод може бути менш ефективним для довгострокового прогнозування, оскільки він не враховує можливі зміни в часових трендах.

1.2.6 Порівняльний аналіз існуючих методів вирішення завдання

Далі можна побачити таблицю порівняння наведених алгоритмів табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняння алгоритмів

Метод	Переваги	Недоліки
1	2	3
Проста ковзна середня	Легко розуміти та реалізовувати.	Не бере до уваги тенденції та сезонність ряду, тому не дуже точний для прогнозування довгострокових тенденцій або змін в сезонності.

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
	Швидко вираховує прогнози та використовує мало обчислювальних ресурсів.	Дуже чутливий до випадкових змін, тобто враховує вагу кожного спостереження однаково, що може призводити до неточних прогнозів при виникненні великих випадкових змін.
Зважене ковзне середнє	Легко розуміти та реалізовувати.	Не бере до уваги тенденції та сезонність ряду, тому не може бути використаний для прогнозування рядів з сезонністю або трендом.
	Показує кращі результати в порівнянні з простою ковзною середньою в більш складних рядах.	Не ефективний для рядів, де інтервали часу різні, наприклад, для даних з місячною та щоденною частотою.
Експоненційне ковзне середнє	Бере до уваги тенденції та сезонність ряду, що дозволяє більш точно прогнозувати дані.	Не рекомендується для рядів зі складними тенденціями та сезонністю, так як цей метод не може обробляти більш складні ряди.
	Легко налаштовується для різних характеристик ряду, що дозволяє працювати з різними типами даних.	Чутливий до випадкових змін в даних, що може призвести до неприродних змін у прогнозах.

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
Адаптивне експоненційне згладжування	Бере до уваги тенденції та сезонність ряду, що дозволяє більш точно прогнозувати дані.	Вимагає великої кількості даних для належного підбору параметрів.
	Легко налаштовується та підтримує автоматичне оновлення параметрів, що зменшує витрати часу та зусиль.	Не може виявляти зміну в режимі роботи, якщо тенденція та сезонність ряду змінюються швидко.
Дерева прийняття рішень	Дозволяє працювати з різними типами даних, включаючи як категоріальні, так і числові.	Легко перенавчається та може працювати погано на нових даних.
		Не завжди є найкращим вибором для прогнозування часових рядів, особливо якщо ряди мають складну структуру часової залежності.
	Може виявляти несподівані залежності між змінними та дозволяє використовувати їх для вирішення задачі прогнозування.	Може бути складно налаштувати та вимагає велику кількість даних для побудови оптимальної моделі.
		Є схильність до перевантаження, особливо якщо модель містить багато вузлів або рівнів.

На основі таблиць переваг і недоліків алгоритмів прогнозування часових рядів можна визначити, що найкращий алгоритм буде залежати від конкретного завдання та характеристик даних.

Якщо даних мало, а ряд не має складної структури, найкращим варіантом може бути просте ковзне середнє або зважене ковзне середнє.

Якщо ряд має складну структуру або сильна залежність від попередніх значень, експоненціальне ковзне середнє або адаптивне експоненціальне згладжування може бути найкращим варіантом.

Якщо ваші дані містять багато факторів і складну структуру, використання дерев рішень може бути корисним.

Тому, щоб вибрати найкращий алгоритм прогнозування часових рядів, потрібно проаналізувати дані та характеристики діяльності та відповідно вибрати найкращий варіант.

1.3 Постановка завдання до роботи

В даній роботі розглядається проблема прогнозування курсу криптовалют, складність задачі можна описати даною формулою (1.5):

$$F = x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \quad (1.5)$$

де x_1 – величина вибірки вхідних даних;

x_2 – волатильність;

x_3 – сезонність даних;

x_4 – непередбачуваність даних;

x_5 – кількість нових транзакцій за день;

x_6 – капіталізація ринку.

Всі ці параметри напряму залежать від складності розв'язувальної задачі, та головною метою проекту, є точне прогнозування курсу криптовалюти.

1.4 Висновки за розділом

У цьому розділі розглядаються основні поняття і терміни, а також розглянуті аналоги та проведено порівняння особливості цих комплексів.

Було досліджено основні методи розв'язання задач та надано порівняльну характеристику цих методів.

Сформульовано та визначено завдання, які необхідно вирішити.

2 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ, ЯКА ПРОЄКТУЄТЬСЯ

2.1 Вибір інструментарію розробки програмного продукту

Важливим етапом життєвого циклу інформаційної системи, а особливо проєктування ПП, є вибір інструментів і підключення необхідної технології до проєкту.

Основна задача ПП – це програмна реалізація методів прогнозування курсу криптовалют.

Розроблюваний ПП повинен обов’язково містити такі модулі:

- модуль алгоритмів;
- модуль роботи з базою даних;
- модуль обробки вхідної інформації;
- БД;
- графічний інтерфейс.

Для проєктування ПП необхідно обрати такі засоби, як мова програмування, середовище розробки (IDE) та система керування базами даних (СКБД).

2.1.1 Вибір мови програмування

Для вирішення проблеми, яка полягає у прогнозуванні курсу криптовалют, необхідно переглянути сучасні мови програмування та порівняти їх між собою, щоб вибрати ту, яка найкраще підходить для вирішення цієї проблеми. Нижче наведено опис найпопулярніших мов програмування для розробки програмного забезпечення з виділенням їх переваг і недоліків.

C++ (Сі-плюс-плюс) – мова програмування високого рівня з підтримкою кількох парадигм програмування: об’єктно-орієнтованої, узагальненої та процедурної [10].

Переваги мови C++:

- швидкодія. Швидкість роботи програм на C++ практично не поступається програмам на C, хоча програмісти отримали в свої руки нові можливості і нові засоби;

- масштабованість. На мові C++ розробляють програми для найрізноманітніших платформ і систем;

- можливість створення узагальнених алгоритмів для різних типів даних, їхня спеціалізація, і обчислення на етапі компіляції, з використанням шаблонів;

- підтримуються різні стилі та технології програмування, включаючи традиційне директивне програмування, ООП, узагальнене програмування, мета програмування (шаблони, макроси) [11].

Недоліки C++:

- відсутність системи модулів. C++ успадкувала від C підключення заголовних файлів за допомогою препроцесора. Це змушує дублювати опис об'єктів, породжує неочевидні вимоги до коду і збільшує обсяг компільованого тексту, а значить і час компіляції;

- наявність більш ніж одного механізму для виконання одних і тих же завдань, що ускладнює мову і призводить до неоптимального і небезпечного кодування;

- відсутність вбудованих механізмів валідації часу життя об'єктів, що призводить до раптового краху програми через звернення до видаленої змінної, або через неправильну багато потокову роботу з об'єктами [11].

Отже, C++ потужна мова програмування загального призначення, що володіє блискавичною продуктивністю. Питання невисокої популярності C++ в Data Science пояснюється вибором продуктивності обчислень проти продуктивності мови [11].

Python – високорівнева мова програмування загального призначення, орієнтована на підвищення продуктивності розробника і читання коду. Синтаксис ядра Python мінімалістичний. У той же час стандартна бібліотека включає великий обсяг корисних функцій [12].

Переваги мови Python:

- дуже популярний і має безліч розширень і підтримку співтовариства розробників;
- пакети, такі як pandas, scikit-learn і Tensorflow, роблять Python відмінним варіантом для сучасних додатків з машинним навчанням [12].

Недоліки Python:

- мова з динамічною типізацією. Так що слід бути уважним і очікувати час від часу помилок на зразок тих, де метод очікує отримати на вході integer, а отримує рядок.

Java – популярна високорівнева мова програмування загального призначення, яка працює на віртуальній машині Java (JVM). Це абстрактна обчислювальна система, яка забезпечує плавну переносимість між платформами [13].

Переваги:

- дуже популярна мова програмування. Багато сучасних систем і додатків були створені на Java;
- строго типізована мова. По відношенню до визначення типів Java вкрай серйозна. Для додатків, що працюють з великими об'ємами даних це безцінно;
- високопродуктивна компільована мова загального призначення. Одна й та сама мова може бути використана і для написання бізнес-логіки, і для аналітики великих об'ємів даних, на що не здатні інші мови програмування для Data Science [13].

Недоліки:

- для вузько направленої аналізи і специфічних статистичних додатків синтаксис Java занадто багатослівний. Динамічно типізовані R і Python тут принесуть куди більше користі;
- для Java створено не багато бібліотек для роботи з аналізу даних [13].

C# — це об'єктно-орієнтована мова програмування. Розроблена у 1998-2001 роках командою інженерів Microsoft під керівництвом Андерса

Халесберга та Скотта Вільтаумота як мова розробки програмного забезпечення для Microsoft .NET Framework. С# належить до сімейства мов із С-подібним синтаксисом, синтаксис якого знаходиться поруч із С++ і Java [14].

Переваги:

- розширюваність системи (в С# можна спокійно відвантажувати будь-які exe, імпортувати класи та об'єкти з інших програм);
- кросплатформенність (mono, концепція NET);
- складність розробки та супроводу (підбір кадрів, читання коду, документованість мови);
- ступінь відкритості вихідних текстів бібліотек, виконуваних програм, кількість літератур та допомогу (MSDN);
- можливість залучення сторонніх розробників при розробці системи для програмування вузько-спеціалізованих завдань (складання, модулі, також exe);
- захищеність і контроль версій алгоритмів, що підключаються (концепція NET);
- трудомісткість написання (той самий NET);
- швидкість роботи (Розподіл процесів, розподіл даних, швидкість роботи з даними);
- зручність розробки (середовище розробки в порівнянні з Delphi7).

Недоліки:

- пріоритетна орієнтованість на платформу Windows;
- мова безкоштовна тільки для невеликих фірм, індивідуальних програмістів, стартапів та учнів. Великій компанії купівля ліцензійної версії цієї мови обійдеться в круглу суму.

Тому кожна з наведених вище мов програмування має великий набір корисних функцій, які можуть бути корисними при вирішенні задачі програмної реалізації прогнозування курсу криптовалют. Завдяки таким мовам програмування дані відображаються, обробляються та аналізуються. Ці мови програмування відповідають вимогам, яким повинні відповідати дані

програмування. Слід зазначити, що вищенаведені мови програмування розвиваються і реалізують можливості, які раніше не були доступні для обробки та візуалізації інформації [11] - [14].

При аналізі завдань [11] - [14] була створена порівняльна характеристика мов програмування, яка наведена в таблиці. 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика мов програмування

Критерії порівняння	C#	C++	Python	Java
Рік випуску	2000	1983	1991	1995
Тип системи	Об'єктна	Об'єктна	Об'єктна	Об'єктна
Наслідування	Так	Так	Так	Так
Динамічна типізація	Ні	Ні	Так	Ні
Переносимість	Так	Ні	Так	Так
Виконання коду	JIT	Компіляція	Інтерпретація	JIT
Популярність	Висока	Висока	Висока	Висока

Як видно з табл. 2.1 кожна мова має свої переваги і недоліки.

C# і C++ підтримують жорстку типізацію, тоді як Python підтримує динамічну типізацію. Використання динамічного введення може спричинити помилки під час виконання, але це дозволяє писати код швидше.

C# і Java використовують механізм JIT (Just-in-Time), який дозволяє програмі працювати швидше, ніж компіляція, яка використовується в C++.

Спадкування присутнє в усіх чотирьох мовах, але лише C# і Java мають вбудовану підтримку делегатів і подій, що дозволяє вам елегантніше кодувати.

Загалом, мова програмування C# має багато переваг, таких як висока швидкість виконання коду, підтримка делегатів і подій, а також жорстка типізація. C# також має вбудовану підтримку .NET Framework, що спрощує створення додатків Windows і вебсервісів. Ці переваги роблять C# дуже популярною мовою серед програмістів і дозволяють використовувати її в багатьох сферах, таких як розробка вебсайтів, мобільні додатки, ігри та бізнес-додатки. Отже, підсумовуючи, для розробки програмного забезпечення було обрано мову програмування C#.

2.1.2 Вибір середовища розробки

В таблиці 2.2 наведена порівняльна характеристика середовищ розробки

Таблиця 2.2 – Порівняльна характеристика середовищ розробки

Середовище розробки	Visual Studio	Visual Studio Code	Xamarin Studio	JetBrains Rider
Розробник	Microsoft	Microsoft	Xamarin (Microsoft)	JetBrains
Ціна	Платна, але є безкоштовні версії для студентів	Безкоштовна	Безкоштовна	Платна, але є пробний період
Підтримувані операційні системи	Windows, macOS	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS	Windows, macOS, Linux
Основні функції	Повна підтримка .NET Framework, візуальне проектування, відладка, тестування, IntelliSense, Team Foundation Server	Відлагодження, IntelliSense, Git підтримка, використання розширень, розширюється за допомогою плагінів	Розробка кросплатформних мобільних додатків, підтримка Android, iOS, macOS, відладка, IntelliSense, розширення для використання з Xamarin та .NET	Відлагодження, IntelliSense, підтримка .NET Framework, .NET Core, розширення для використання з .NET

Як видно з табл. 2.2 загалом, Visual Studio є найкращим середовищем розробки для мови програмування C#. Він має повну підтримку .NET Framework, візуальний дизайн, налагодження, тестування та підтримку Team Foundation Server. Крім того, він має вбудовану функцію IntelliSense, яка допомагає розробникам писати код швидше та точніше. Visual Studio також надає безкоштовні версії для студентів, некомерційних проектів і малого бізнесу, що робить її доступною для більшої кількості розробників.

Visual Studio Code — це безкоштовна, але менш функціональна версія Visual Studio. Він зосереджений на підтримці мов програмування, включаючи C#, Python, JavaScript і багато інших, але не має тих самих функцій, що і Visual Studio, таких як візуальний редактор форм, підтримка графічного інтерфейсу користувача та інші інструменти розробки Windows і мобільних додатків.

Xamarin Studio — це IDE, призначена для розробки мобільних програм для операційних систем Android, iOS і Windows Phone. Він підтримує мову програмування C#, а також інші мови, такі як F# і VB.NET. Xamarin Studio містить редактор коду, підтримку створення та налагодження програм, інструменти для створення інтерфейсу користувача, інтеграцію Git, підтримку тестування та інші корисні інструменти.

JetBrains Rider — це інтегроване середовище розробки для платформи .NET, яке підтримує C#, VB.NET, F# та інші мови програмування. JetBrains Rider пропонує багато інструментів розробки, таких як підсвічування синтаксису, автозаповнення коду, підтримка налагодження, аналіз коду тощо. Він також підтримує підключення до різних баз даних, включаючи Microsoft SQL Server, MySQL, Oracle і PostgreSQL.

Загалом Visual Studio є найбільш повним і функціональним середовищем розробки з усіма інструментами, необхідними для розробки програм для різних платформ, включаючи Windows, мобільні пристрої та хмарні служби. Має найширшу підтримку мов програмування, включаючи C#, C++, Python та ін. Тому для розробки ПП було використано середовище Visual Studio.

2.2 Структурна схема програмного продукту

Розроблюваний ПП повинен обов'язково містити такі модулі:

- модуль алгоритмів;
- модуль роботи з базою даних;
- модуль обробки вхідної інформації;
- БД;
- графічний інтерфейс.

Розроблюваний ПП використовує дані про користувачів та дані про курс криптовалют за 4 роки. Ці дані можуть бути представлені у таких сховищах:

- текстові файли (CSV, txt, xml,...);
- бінарні файли даних;
- не реляційні бази даних (NoSQL сховища);
- реляційні бази даних (MySQL, MS SQL Server, Firebird, ...) [11].

При обранні типу сховища до уваги брались такі параметри як: швидкість запису та вилучення інформації з БД, можливість швидкого сортування інформації та простота використання, в результаті було обрано MS SQL Server як основний тип сховища даних. Переваги використання MS SQL Server:

- висока швидкість і продуктивність: MS SQL Server пропонує швидкий доступ до даних і високу продуктивність завдяки оптимізованій архітектурі та різноманітним методам оптимізації;

- надійність і безпека: MS SQL Server пропонує високий рівень надійності і безпеки. Він має вбудовані механізми для забезпечення цілісності даних, підтримки транзакцій і автоматичного відновлення після збою;

- розширюваність і масштабованість: MS SQL Server легко масштабується і розширюється. Він підтримує різні типи даних і може обробляти великі обсяги даних;

- багатофункціональність: MS SQL Server пропонує різні функції та можливості, такі як збережені процедури, тригери, повідомлення та багато

іншого. Ці функції дозволяють виконувати складні операції та автоматизувати багато рутинних завдань;

– підтримка Microsoft: MS SQL Server є продуктом Microsoft, тому він має широку підтримку компанії та спільноти розробників. Надає доступ до різних ресурсів, таких як документація, форуми та інші ресурси.

У обраному середовищі розробки реалізовані класи та методи роботи з MS SQL Server, що доволі сильно спрощує процес створення ПП.

Для зберігання користувацьких даних використовується таблиця Users, її змінні та типи даних цих змінних вказані на таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Поля та типи даних таблиці Users

Ім'я	Тип даних	Опис
Id	Ціле число	Унікальний ідентифікатор строки
Login	Строка	Зберігає дані про логін користувача
Pasword	Строка	Зберігає дані про пароль користувача
DateBirth	Дата	Зберігає дані про дату народження користувача
Sex	Строка	Зберігає дані про стать користувача
Sity	Строка	Зберігає дані про місце проживання користувача

Для зберігання даних про курс криптовалют за 4 роки використовується таблиця Cryptocurrency, її поля та типи даних цих полів вказані на таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Поля та типи даних таблиці Cryptocurrency

Ім'я	Тип даних	Опис
Id	Ціле число	Унікальний ідентифікатор строки
Bitcoin	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Bitcoin
Ethereum	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Ethereum
Litecoin	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Litecoin
Ripple	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Ripple
Dogecoin	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Dogecoin
Solana	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Solana
Monero	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Monero
Cardano	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Cardano
Travala	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Travala
Terra	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Terra

Якщо перейти до модулів програмного продукту то можна виділити такі модулі: розрахунковий модуль, графічний інтерфейс та базу даних.

Модуль обробки вхідної інформації – це основний і найважливіший модуль, його мета - відправляти дані на обробку алгоритмам та отримувати дані з бази даних.

Модуль роботи з базою даних – цей модуль необхідний для запису та вилучення даних про потрібний препарат з бази даних.

Модуль алгоритмів – це модуль де знаходяться основні алгоритми прогнозування курсу криптовалют.

Модуль графічного інтерфейсу – графічний інтерфейс буде розроблено з використанням технології WinForms, яка є інтуїтивно зрозумілою та інтегрованою в Visual Studio в спільноту Microsoft.

Для більш наочного представлення структурної схеми програмного продукту створено орієнтовне розташування модулів програмного продукту (рис. 2.1).

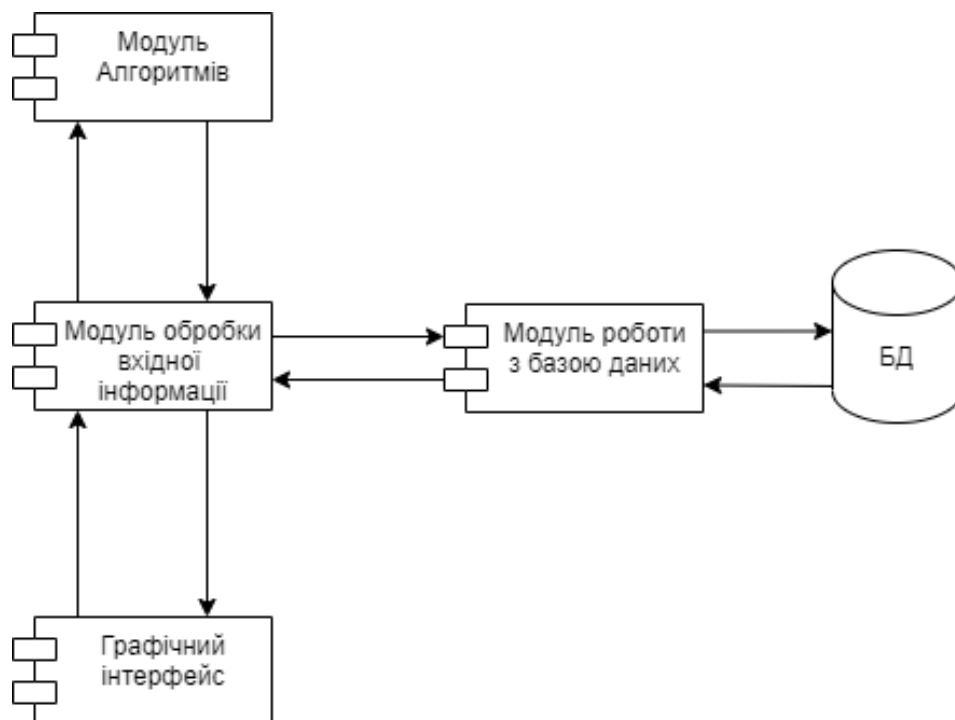


Рисунок 2.1 – Структурна схема програмного продукту

На рисунку 2.2 наведено діаграму класів де зображено опис розташування методів в класах.

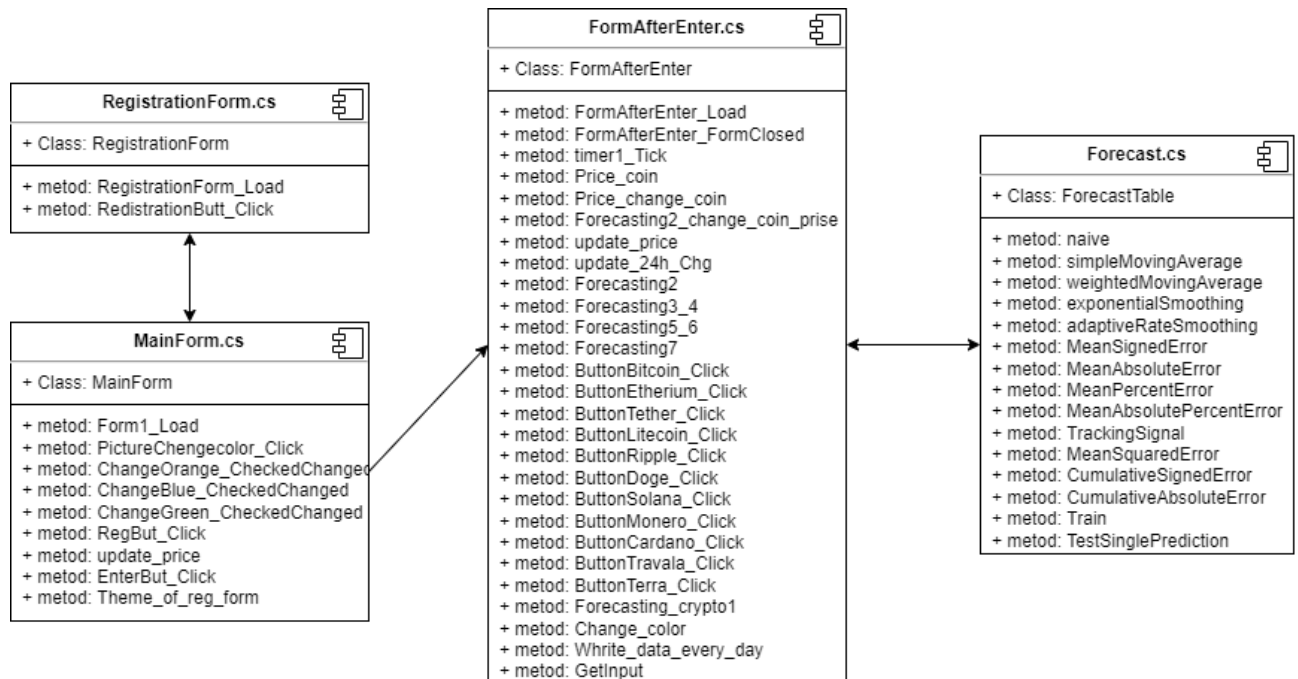


Рисунок 2.2 – Діаграма класів програмного продукту

2.3 Інтелектуальні методи прогнозування вартості криптовалют

2.3.1 Метод прогнозування вартості криптовалют на основі історії вартості

Перший метод який був розроблений був метод на основі історії вартості криптовалют за 5 років.

Перший етап – збір даних. Алгоритм починається зі збору даних про вартість криптовалют протягом 5 років. Ці дані зберігаються в базі даних.

Для прогнозування було взято такі значення:

- значення вартості в певний період часу;
- дата взятого значення;
- значення за наступні 5 днів;
- поточне значення вартості.

На другому етапі аналізується поточна послідовність. Після цього алгоритм аналізує поточну послідовність значень криптовалюти протягом 5 днів і порівнює відсоткові значення зміни вартості зі значеннями бази даних.

На третьому етапі шукають аналогічну послідовність. Алгоритм знаходить подібну послідовність значень у базі даних за допомогою алгоритму порівняння послідовностей.

$$S_{i,j} = \max(S_i - 1, j - 1 + w(x_i, y_j), S_{i,j} - 1 + d, S_i - 1, j - d), \quad (2.1)$$

де $S_{i,j}$ - оцінка подібності для підпослідовностей $x_1..x_i$ та $y_1..y_j$;

$w(x_i, y_j)$ - вагова функція, яка оцінює подібність символів x_i та y_j ;

d - штрафний бал, що використовується для виправлення невідповідностей у вирівнюванні [15].

На четвертому етапі проводиться оцінка витрат. Після знаходження подібної послідовності алгоритм використовує історичні дані для прогнозування майбутньої вартості криптовалюти. Для цього використовується формула лінійної регресії (2.2):

$$y = mx + b, \quad (2.2)$$

де y - прогнозоване значення вартості криптовалюти,

m - коефіцієнт нахилу,

x - поточне значення часу,

b - перетин лінії регресії з осю y .

На п'ятому етапі виводиться прогноз. Алгоритм виводить прогнозоване значення на основі історичного.

Таким чином запропоновано метод прогнозування вартості криптовалюти на основі історії вартості, який базується на припущенні, що вартість криптовалюти має тенденцію повторювати свою історію, та використовує алгоритм порівняння послідовностей. Цей метод може бути корисним для короткострокового прогнозування. Він може бути недостатньо

точним для довгострокового прогнозування, оскільки вартість криптовалюти залежить від багатьох факторів.

До переваг можна віднести те, що метод на основі історії вартості криптовалют використовує базу даних зі значеннями вартості криптовалют протягом 5 років. Це означає, що він використовує велику кількість даних, що дозволяє здійснювати більш точні прогнози. Швидкість: метод на основі історії вартості криптовалют є досить швидким, оскільки він просто порівнює поточну послідовність вартостей криптовалюти зі значеннями з бази даних. Простота: метод на основі історії вартості криптовалют є досить простим у використанні, і його можна легко втілити в програму або скрипт.

До недоліків можна віднести те, що метод на основі історії вартості криптовалют повністю залежить від історичних даних. Якщо на ринку відбуваються нові події, які не відображені у базі даних, то прогноз може бути неточним. Не враховує фундаментальні фактори: метод на основі історії вартості криптовалют не враховує фундаментальні фактори, такі як новини, технічні аспекти криптовалюти, макроекономічні та геополітичні події, які можуть впливати на ціну криптовалюти. Можливість втрати точності в залежності від часового горизонту: метод на основі історії вартості криптовалют може бути менш точним на короткострокових періодах, оскільки ціни можуть коливатися більш імпульсивно, але на довгострокових періодах, коливання зазвичай стають більш прогнозованими.

2.3.2 Метод прогнозування вартості криптовалют на основі даних з мережі інтернет

Другий метод який був розроблений був метод прогнозування вартості криптовалют на основі даних з мережі інтернет.

В процесі розробки ПЗ було визначено, що для прогнозування можна взяти значення з одного з сайтів який містить інформацію про курси

криптовалют. В результаті аналізу данні було взято з сайту TradersUnion [16]. Цей сайт описує свої інструменти прогнозування таким чином:

а) основні інструменти технічного аналізу. Прогноз враховує показання базових технічних індикаторів. Аналіз проводився переважно на середньо- та довгострокових таймфреймах для отримання більш точних результатів;

б) статистичні інструменти, що дозволяють оцінити ймовірність появи того чи іншого, що впливає на вартість, криптовалют події;

в) при складанні прогнозу враховувалися такі фактори як:

- 1) кількість токенів у вільному обороті та факт обмеження емісії;
- 2) потенційна корисність стартапу для суспільства;
- 3) дорожня карта та плани розвитку стартапу;
- 4) потенційна вразливість блокчейна стартапу;
- 5) приклади зломів;
- 6) частка основних власників монет [16].

Однією з головних переваг методу, заснованого на прогнозуванні за допомогою інструментів TradersUnion, є те, що він враховує не тільки історичні дані вартості криптовалют, але й інші фактори, які можуть вплинути на її вартість. Наприклад, кількість токенів у вільному обігу, потенційна корисність стартапу та плани розвитку, потенційні вразливості блокчейну та приклади зломів.

Однак метод також має деякі недоліки. Наприклад, метод може бути недостатньо точним для прогнозування вартості криптовалют у короткостроковій перспективі, оскільки він використовує середньо- та довгострокові часові масштаби для отримання більш точних результатів. Крім того, метод може бути досить складним для розуміння та використання для тих, хто не має достатнього досвіду торгівлі криптовалютами.

2.3.3 Метод прогнозування вартості криптовалют на основі дерева рішень

Третій метод який був модифікований був метод прогнозування вартості криптовалют на основі даних з мережі інтернет.

Згідно з порівняннями методів з попереднього розділу, можна побачити, що існуючим методам бракує точності, щоб забезпечити остаточні прогнози, які можна було б використати негайно з мінімальним ризиком. Тобто такий ризик, який відповідає точності прогнозу понад 20 відсотків. Тому для вирішення проблеми було вирішено розробити модифікацію алгоритму ДР, яка підвищить точність прогнозів.

Розроблений метод є алгоритмом для побудови філогенетичних дерев зі вхідних послідовностей ДНК або білків [17]. Цей алгоритм використовує комбінацію методів побудови дерев, таких як максимальна псевдоподібність, мінімальний еволюційний шлях і байєсовська інференція, щоб знизити час обчислення.

На першому етапі відбувається побудова початкового дерева за допомогою алгоритму Neighbor-Joining, та даних взятих з БД:

- значення вартості на час відкриття торгів;
- кількість зроблених транзакцій за день;
- значення вартості на час закриття торгів.

На другому етапі відбувається розрахунок максимальної псевдо подібності для кожної гілки дерева: Після побудови початкового дерева, алгоритм виконує багато ітерацій, де на кожній ітерації він обчислює максимальну псевдо подібність для кожної гілки дерева. Це робиться з використанням байєсовської інференції, яка дозволяє розрахувати ймовірності різних гіпотез, враховуючи наявні докази.

Формула для байєсовської інференції має вигляд (2.3):

$$P(hypothesis | evidence) = \frac{P(evidence|hypothesis)*P(hypothesis)}{P(evidence)}, \quad (2.3)$$

де $P(hypothesis|evidence)$ - ймовірність гіпотези при наявності доказів;

$P(evidence|hypothesis)$ - ймовірність доказів за умови істинності гіпотези;

$P(hypothesis)$ - апіорна ймовірність гіпотези;

$P(evidence)$ - сукупна ймовірність доказів [18].

На третьому етапі відбувається розрахунок ваг для гілок дерева. Після того, як була розрахована максимальна псевдоподібність для кожної гілки, алгоритм підраховує їх ваги. Це робиться шляхом використання формули (2.4):

$$W_i = \frac{\exp(L_i)}{\sum_{j=1}^n \exp(L_j)}, \quad (2.4)$$

де: W_i - вага гілки i ;

L_i - максимальна псевдоподібність для гілки i ;

n - кількість гілок у дереві.

На четвертому етапі відбувається оновлення дерева: після підрахунку ваг для гілок, алгоритм проводить оновлення дерева. Конкретно, алгоритм вибирає гілку з найбільшою вагою та замінює її на дві нові гілки, кожна з яких має свою вагу. Формула для розрахунку ваги гілки має вигляд (2.5):

$$W_{i,j} = \frac{1}{2} (l_i - l_j - d_{i,j}), \quad (2.5)$$

де: $W_{i,j}$ - вага гілки i ;

l_i та l_j - довжини гілок, які з'єднують вузли;

$d_{i,j}$ - відстань між вузлами i та j в початковому дереві.

На п'ятому етапі алгоритм проводить оновлення псевдоподібності для всіх гілок у новому дереві і повторює цикл підрахунку ваг та оновлення дерева.

Процес повторюється доти, доки не буде досягнута задана точність або досягнуто максимальну кількість ітерацій.

Для використання байєсовської інференції для визначення імовірних гілок дерева, алгоритм використовує формулу Байєса (2.6):

$$P(H | D) = \frac{P(D|H)P(H)}{P(D)}, \quad (2.6)$$

де $P(H | D)$ - апостеріорна ймовірність гіпотези H при заданих даних D ;

$P(D|H)$ - правдоподібність даних D при заданій гіпотезі H ;

$P(H)$ - апіорна ймовірність гіпотези H ;

$P(D)$ - загальна ймовірність даних D [17].

У результаті описаної комбінації алгоритмів, метод забезпечує баланс між точністю і швидкістю, зокрема, дозволяє побудувати філогенетичне дерево для великих обсягів даних, що раніше були недосяжними для інших алгоритмів.

Завдяки поєднанню методів він забезпечує баланс між точністю та швидкістю, дозволяючи побудувати філогенетичне дерево для великих обсягів даних, які раніше були недоступні для інших алгоритмів. Алгоритм також використовує найкоротший еволюційний шлях, щоб визначити, які гілки дерева можна зберегти від вихідного дерева, щоб збільшити швидкість обчислення. Щоб вирішити проблему високого шуму, пов'язану з короткими послідовностями, алгоритм використовує байєсівський висновок для визначення ймовірних гілок дерева.

Однак у цього методу також є деякі недоліки. Алгоритм вимагає значного обсягу обчислень, що може зайняти багато часу та ресурсів для великих даних. Крім того, він може бути вразливим до низької якості вихідних даних, таких як погані або неповні послідовності. Нарешті, алгоритм може бути чутливим до вибору параметрів, таких як значення ваги для кожної гілки дерева, що може впливати на точність і стабільність результатів.

2.4 Висновки за розділом

У цьому розділі було проаналізовано та обрано інструментарій розробки програмного продукту ПП та розроблено його архітектуру. Проведено порівняльний аналіз мов програмування та встановлено, що найбільш прийнятною мовою для розробки розрахункового модуля є мова C#. Також порівняно середовища розробки та вибрано Microsoft Visual Studio Community 2019 як оптимальне. Для розробки GUI використовувалася технологія WinForms, а для системи зберігання даних – MS SQL Server. У розділі були представлені структурна схема та діаграма класів програмного продукту. Також було описано розроблені алгоритми прогнозування вартості криптовалют.

Наукова новизна полягає у тому, що розроблено метод який забезпечує баланс між точністю і швидкістю, зокрема, дозволяє побудувати філогенетичне дерево для великих обсягів даних, що раніше були недосяжними для інших алгоритмів.

3 ЗАСОБИ ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

У даній роботі розглядається проблема прогнозування курсу криптовалюти, на першому етапі якої вирішуються питання реалізації новітніх алгоритмів доставки.

Для досягнення цієї мети було вирішено використати алгоритм простої ковзної середньої, алгоритм зваженої ковзної середньої, алгоритм експоненційної ковзної середньої, алгоритм адаптивного експоненціального згладжування, власний алгоритм побудований на основі дерева рішень, алгоритм використовуючий дані за попередні роки та алгоритм на основі даних з сайту.

3.1 Функціональні вимоги до програмного продукту

Для користування ПЗ передбачено лише одного користувача. Під час аналізу були визначені наступні необхідні для користувача варіанти використання:

- авторизація;
- реєстрація;
- перегляд поточних даних про криптовалюту;
- перегляд даних з прогнозуванням курсу.

Функціональні вимоги зазначені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Функціональні вимоги

Варіант використання	Функціональна вимога	Пріоритет
1	2	3
Авторизація	Застосунок має надавати можливість авторизуватися гостю	Високий
	Застосунок має надавати можливість вводу логіну	
	Застосунок має надавати можливість вводу паролю	
Реєстрація	Застосунок має надавати можливість реєстрації гостя	Високий
	Застосунок має надавати можливість вводу логіну	
	Застосунок має надавати можливість вводу паролю	
	Застосунок має надавати можливість вводу дати народження	
	Застосунок має надавати можливість вводу статі	

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
	Застосунок має надавати можливість вводу місця проживання	
Перегляд поточних даних про криптовалюту	Застосунок має надавати можливість перегляду поточних даних про коштовність одразу декількох криптовалют	Високий
	Застосунок має надавати можливість перегляду поточних даних про 24 годину зміну курсу одразу декількох криптовалют	
Перегляд даних з прогнозуванням курсу	Застосунок має надавати можливість перегляду прогнозування курсу одразу декількох криптовалют та одночасно за допомогою декількох методів прогнозування	Високий

На першому етапі гість повинен зареєструватись, після чого гість авторизується згідно з даними авторизації. На другому етапі користувач може переглядати потрібні йому дані що до поточних чи прогнозованих даних що до певної криптовалюти. Варіанти використання ПП зображені на рисунку 3.1.

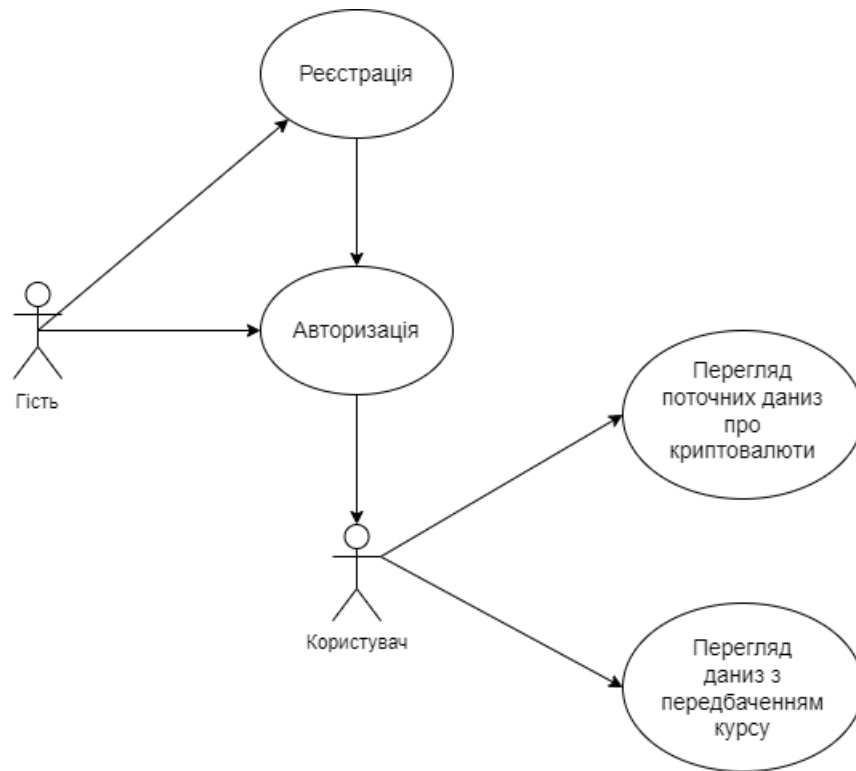


Рисунок 3.1 – Схема структурних варіантів використання

3.2 Опис архітектури та обраних технологій

Початковим класом у розробленій програмі є клас “MainForm”, з нього викликаються всі інші класи та виконується робота з авторизацією користувача.

```

public partial class MainForm : MaterialForm
{
    private void Form1_Load(object sender, EventArgs e) // метод який
    виконується перед завантаженням форми
    private void PictureChengecolor_Click(object sender, EventArgs e)
    // метод для відображення палітри кольорів тем
    private void ChangeOrange_CheckedChanged(object sender, EventArgs
    e) // метод для переходу на помаранчеву тему
  
```

```

        private void ChangeBlue_CheckedChanged(object sender, EventArgs
e) // метод для переходу на блакитну тему
        private void ChangeGreen_CheckedChanged(object sender, EventArgs
e) // метод для переходу на зелену тему
        private void RegBut_Click(object sender, EventArgs e) // метод
переходу до форми реєстрації
        private void EnterBut_Click(object sender, EventArgs e) // метод
перевірки введених даних та авторизації користувача
        public string Theme_of_reg_form ()// метод застосування
кольорової теми для інших форм
    }

```

Для реєстрації користувача використовується клас “RegistrationForm”.

```

public partial class RegistrationForm : MaterialForm
{
    private void RegistrationForm_Load(object sender, EventArgs e) //
метод який виконується перед завантаженням форми
    private void RedistratationButt_Click(object sender, EventArgs e)
// метод перевірки введених даних та реєстрації користувача
}

```

Основним класом програми є “FormAfterEnter”, через цей клас виконуються всі дії по роботі з криптовалютами.

```

public partial class FormAfterEnter : MaterialForm
{
    private void FormAfterEnter_Load(object sender, EventArgs e) //
метод який виконується перед завантаженням форми
    private void FormAfterEnter_FormClosed(object sender,
FormClosedEventArgs e) // метод який виконується після закриття форми
    private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e) // метод
який викликається за таймером
        string Price_coin(string url) // метод відображення поточної
інформації про коштовність криптовалюти
        string Price_change_coin(string url) // метод відображення
поточної інформації про відсоток зміни вартості криптовалюти
        string Forecasting2_change_coin_prise(string url) // метод
відображення прогнозованої інформації про коштовність криптовалюти
        string Forecasting2_change_coin_percent_of_price(string url) //
метод відображення прогнозованої інформації про відсоток зміни вартості
криптовалюти
        void update_price()// метод оновлення поточної інформації про
коштовність криптовалюти
}

```

```

        void update_24h_Chg()// метод оновлення поточної інформації про
відсоток зміни вартості криптовалюти
        void Forecasting2()// метод прогнозування за допомогою інформації
з вебмережі
        void Forecasting3_4()// метод виклику прогнозування Проста ковзна
середня та Зважене ковзне середнє
        void Forecasting5_6()// метод виклику прогнозування Експоненційне
ковзне середнє та Адаптивне експоненційне згладжування
        void Forecasting7()// метод виклику прогнозування за власно
модифікованим методом ДР
        private void ButtonBitcoin_Click(object sender, EventArgs e) //
метод купівлі криптовалюти Bitcoin
        private void ButtonEthereum_Click(object sender, EventArgs e) //
метод купівлі криптовалюти Ethereum
        private void ButtonTether_Click(object sender, EventArgs e) //
метод купівлі криптовалюти Tether
        private void ButtonLitecoin_Click(object sender, EventArgs e) //
метод купівлі криптовалюти Litecoin
        private void ButtonRipple_Click(object sender, EventArgs e) //
метод купівлі криптовалюти Ripple
        private void ButtonDoge_Click(object sender, EventArgs e) //
метод купівлі криптовалюти Doge
        private void ButtonSolana_Click(object sender, EventArgs e) //
метод купівлі криптовалюти Solana
        private void ButtonMonero_Click(object sender, EventArgs e) //
метод купівлі криптовалюти Monero
        private void ButtonCardano_Click(object sender, EventArgs e) //
метод купівлі криптовалюти Cardano
        private void ButtonTravala_Click(object sender, EventArgs e) //
метод купівлі криптовалюти Travala
        private void ButtonTerra_Click(object sender, EventArgs e) //
метод купівлі криптовалюти Terra
        public double Forecasting_cryptol(double change24) // метод
прогнозування за допомогою минулої інформації про вартість криптовалюти
        public void Chnge_color()// метод зміни кольору форми
        public void Whrite_data_every_day()// метод оновлення даних про
криптовалюти в базі даних
        private Decimal[] GetInput(string values) // метод перетворення
строки в масив елементів Decimal
    }

```

Клас “ForecastTable” потрібен для роботи з методами прогнозування курсу криптовалют

```

public class ForecastTable : DataTable
{
    public static ForecastTable nive(decimal[] values, int Extension,
int Holdout) // метод натівного прогнозування
    public static ForecastTable smpleMovingAverage(decimal[] values,
int Extension, int Periods, int Holdout) // метод Проста ковзна середня
    public static ForecastTable weghtedMovingAverage(decimal[] values,
int Extension, params decimal[] PeriodWeight) // метод Зважене ковзне середнє
    public static ForecastTable expnentialSmoothing(decimal[] values,
int Extension, decimal Alpha) // метод Експоненційне ковзне середнє
    public static ForecastTable adapiveRateSmoothing(decimal[] values,
int Extension, decimal MinGamma, decimal MaxGamma) // метод Адаптивне
експоненційне згладжування
    public static decimal MeanSuaredError(ForecastTable dt, bool
Holdout, int IgnoreInitial, int DegreesOfFreedom) // метод визначення середньої
квадратичної помилки
    public static decimal CumultiveSignedError(ForecastTable dt, bool
Holdout, int IgnoreInitial) // метод визначення сукупної помилки зі знаком
    public static decimal CumuativeAbsoluteError(ForecastTable dt,
bool Holdout, int IgnoreInitial) // метод визначення сукупної абсолютної похибки
    public ITransformer Train(MLContext mlCncontext, string dataPath) //
метод навчання дерева рішень
    public string TestSinglePrediction(MLCncontext mlContext,
ITransformer model, float current_price) // метод застосування навченої моделі
для прогнозування
}

```

3.3 Порівняння прогнозування курсу криптовалют різними алгоритмами

У цьому підрозділі наведено порівняльну характеристику точності прогнозування курсів криптовалют в залежності від типу криптовалюти та методів прогнозування а саме: метод на основі історії вартості, метод на основі даних з мережі інтернет, проста ковзна середня, зважене ковзне середнє, експоненційне ковзне середнє, адаптивне експоненційне згладжування, метод на основі дерева рішень.

3.3.1 Порівняння курсу криптовалюти Bitcoin

Порівняльний аналіз прогнозування курсу криптовалюти Bitcoin за допомогою різних методів подано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Bitcoin

	Реальна	МОІВ	МОДМІ	ПКС	ЗКС	ЕКС	АЄЗ	МОДР
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
День 1	27882							
День 2	27815	27257	27070	28261	28481	28261	26307	28894
День 3	27894	27675	27005	28120	28066	28120	26607	28891
День 4	27891	27723	27082	27832	27948	27832	26861	28898
День 5	28295	27720	27079	27861	27642	27861	27051	26893
День 6	30067	28577	27471	27606	27874	27866	27220	28899
День 7	29926	32472	29192	28026	27883	28026	27854	28891
День 8	30228	29701	29055	28751	28148	28751	27542	30701

Також наведено порівняння курсу криптовалюти Bitcoin у рисунку 3.2.

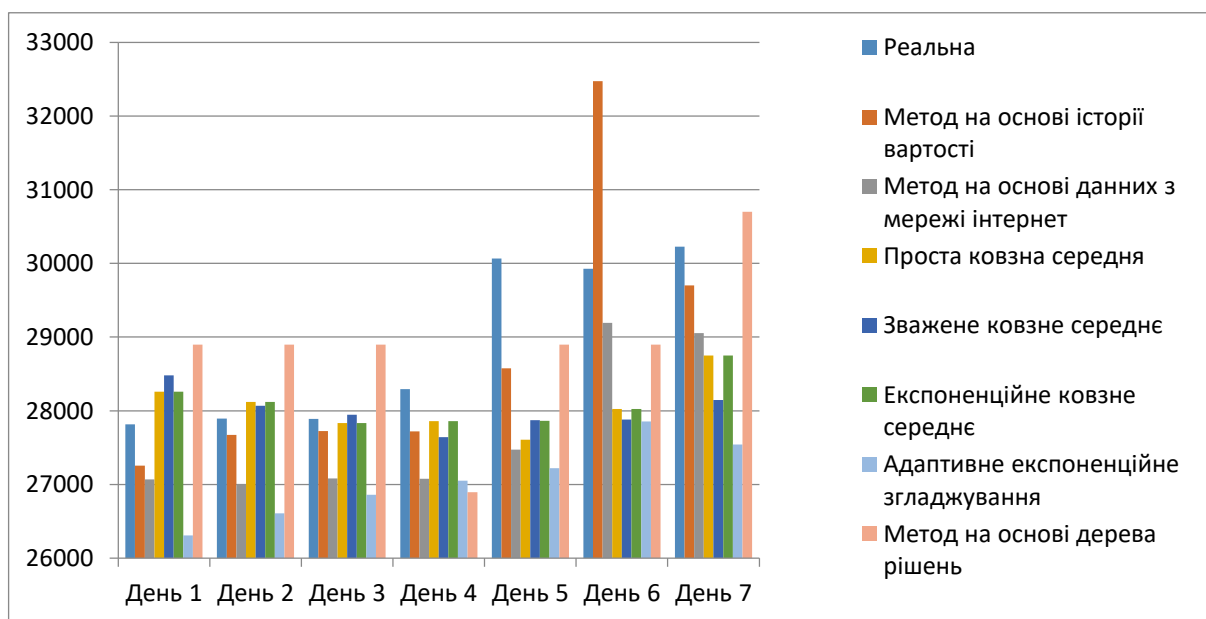


Рисунок 3.2 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Bitcoin

Якщо проаналізувати результати прогнозування курсу Bitcoin, то можна зробити висновок, що метод, заснований на історії вартості, дає найкращі результати в перші два дні, але поступово починає відставати від реальних значень. Метод, заснований на даних інтернету, також дає хороші результати в перші дні, але потім відстає від реальних значень. Просте ковзне середнє та зважене ковзне середнє дають більш точні результати, але все одно відстають від фактичних значень. Експоненціальне ковзне середнє та адаптивне експоненційне згладжування дають кращі результати, але все ще залежать від попередніх значень. Метод на основі дерева рішень дає найкращі результати порівняно з іншими методами.

На підставі цієї таблиці можна зробити висновок, що найкращим методом прогнозування ціни біткойна є метод на основі дерева рішень, оскільки він забезпечує найбільш точні результати порівняно з іншими методами.

3.3.2 Порівняння курсу криптовалюти Ethereum

Порівняльний аналіз прогнозування курсу криптовалюти Ethereum за допомогою різних методів подано в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Ethereum

	Реальна	МОІВ	МОДМІ	ПКС	ЗКС	ЕКС	АСЗ	МОДР
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
День 1	1866							
День 2	1850	1812	1904	1800	1798	1802	1716	1844
День 3	1850	1807	1888	1819	1704	1791	1731	1895
День 4	1838	1844	1888	1834	1839	1850	1757	1891

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
День 5	1860	1802	1875	1855	1846	1850	1776	1893
День 6	1916	1881	1898	1846	1850	1850	1791	1899
День 7	1866	1989	1955	1849	1842	1840	1800	1891
День 8	1968	1798	1904	1871	1853	1856	1812	1900

Також наведено порівняння курсу криптовалюти Ethereum у рисунку 3.3.

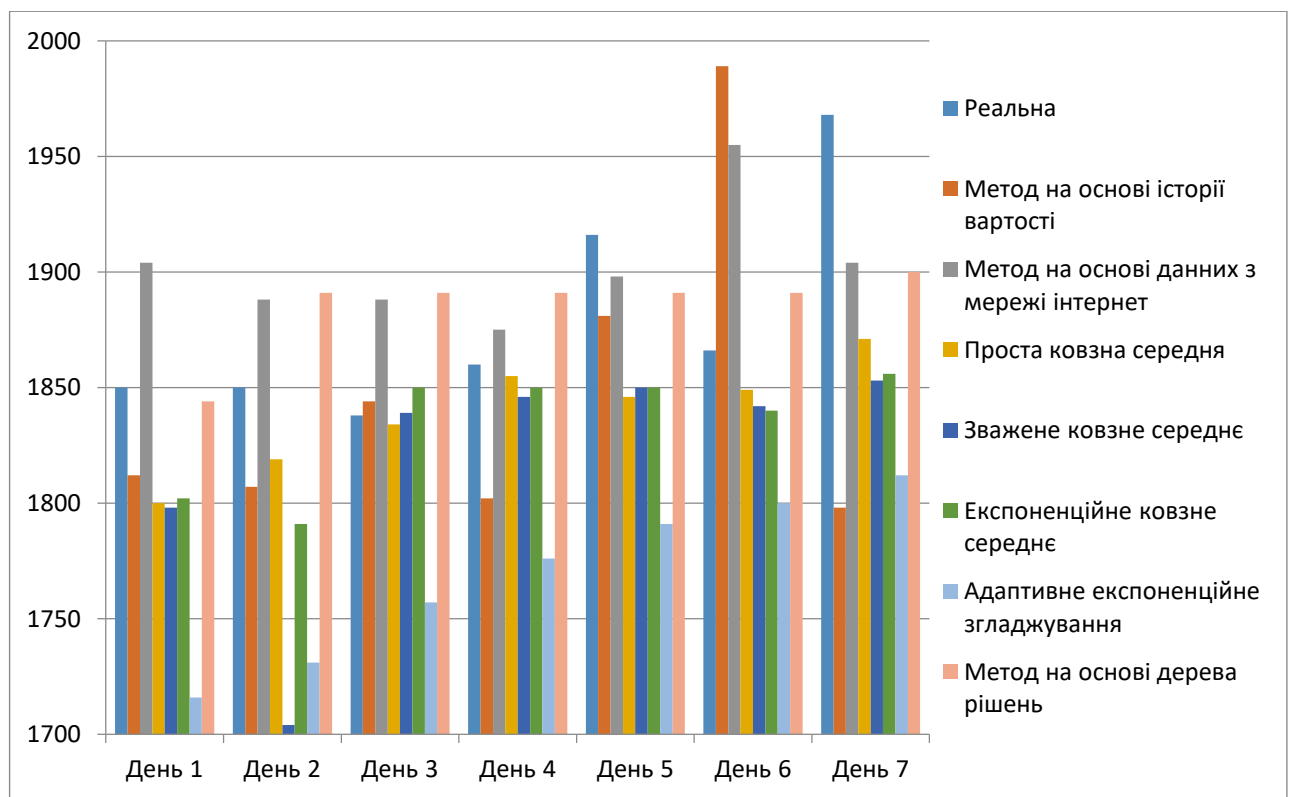


Рисунок 3.3 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Ethereum

Якщо проаналізувати результати прогнозування курсу Ethereum, то можна зробити висновок, що у порівняльній методів прогнозування курсу криптовалюти Ethereum найточнішим за перші три дні є метод МОДМІ. У наступні дні МОІВ дає кращі результати, за винятком дня 6, де МОДР дає кращі результати. Однак, порівняно з таблицею для Bitcoin, можна зробити

висновок, що прогноз курсу Ethereum менш точний, оскільки різниця між фактичною та очікуваною ціною в більшості випадків велика.

3.3.3 Порівняння курсу криптовалюти Litecoin

Порівняльний аналіз прогнозування курсу криптовалюти Litecoin за допомогою різних методів подано в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Litecoin

	Реальна \$	МОІВ \$	МОДМІ \$	ПКС \$	ЗКС \$	ЕКС \$	АЄЗ \$	МОДР \$
День 1	90.34							
День 2	89.68	85.71	92.96	90.08	89.65	90.33	88.93	90.89
День 3	89.51	88.08	92.28	89.59	88.84	88.44	88.74	94.78
День 4	90.07	89.05	92.11	89,32	89.77	89.94	89.05	92.23
День 5	90.57	89.79	92.69	89.82	89.67	89.73	89.18	92.23
День 6	95.47	90.82	93.20	89.74	89.59	89.53	89.24	94.78
День 7	91.56	99.12	98.24	90.04	89.88	89.96	89.40	94.78
День 8	93.9	87.62	94.22	92.03	90,32	90.44	89.64	100.38

Також наведено порівняння курсу криптовалюти Litecoin у рисунку 3.4.

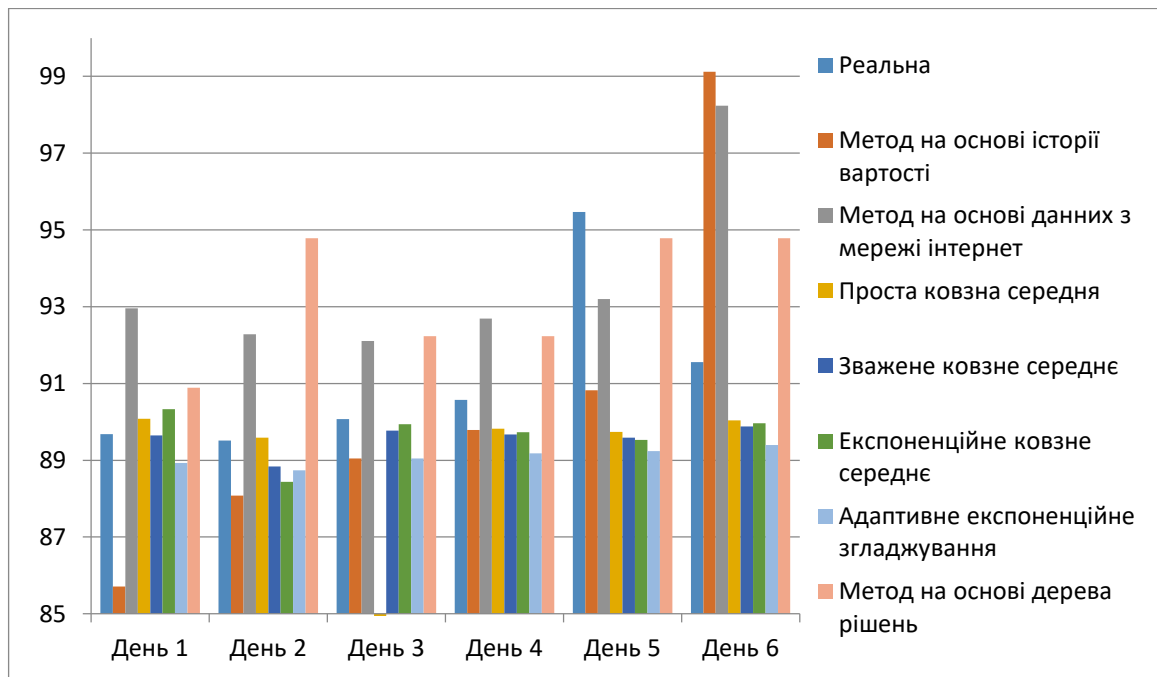


Рисунок 3.4 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Litecoin

Проаналізувавши методи, можна констатувати, що методи МОІВ і МОДМІ дають не найкращі результати порівняно з іншими методами, особливо на початкових етапах прогнозування. Методи вирівнювання ПКС, ЗКС, ЕКС, АЄЗ в основному дають досить точні прогнози, але АЄЗ і ЗКС дають кращі результати на цій криптовалюті. Метод дерева рішень показує досить стабільні результати в таблиці та має найвищу точність у 8-денному прогнозуванні ціни.

Загалом серед усіх методів можна рекомендувати МОДР для прогнозування ціни Litecoin, враховуючи історичні дані та дані з Інтернету.

3.3.4 Порівняння курсу криптовалюти Ripple

Порівняльний аналіз прогнозування курсу криптовалюти Ripple за допомогою різних методів подано в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Ripple

	Реальна \$	МОІВ \$	МОДМІ \$	ПКС \$	ЗКС \$	ЕКС \$	АСЗ \$	МОДР \$
День 1	0.49							
День 2	0.5	0.46	0.49	0.54	0.52	0.53	0.44	0.44
День 3	0.5	0.51	0.51	0.52	0.53	0.53	0.46	0.53
День 4	0.5	0.48	0.51	0.51	0.51	0.50	0.46	0.52
День 5	0.5	0.49	0.51	0.50	0.50	0.50	0.47	0.51
День 6	0.51	0.50	0.51	0.50	0.50	0.50	0.48	0.53
День 7	0.5	0.52	0.52	0.50	0.50	0.50	0.48	0.57
День 8	0.51	0.48	0.50	0.50	0.50	0.50	0.49	0.48

Також наведено порівняння курсу криптовалюти Ripple у рисунку 3.5.

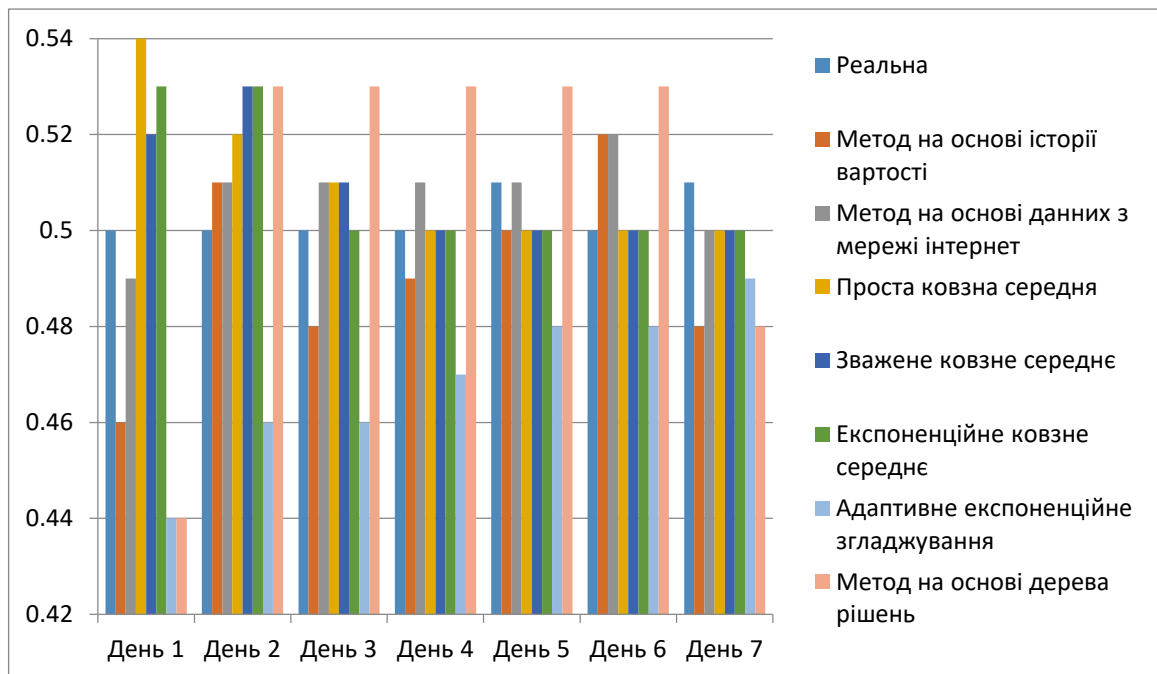


Рисунок 3.5 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Ripple

З таблиці Ripple можна зробити наступні висновки: реальна ціна Ripple коливалася від 0,49 до 0,51 долара протягом 8 днів. МОІВ і МОДМІ показали

гірші результати, ніж інші методи прогнозування, оскільки вони не враховують жодних цінових тенденцій. ПКС і ЗКС показали точніші результати, оскільки вони враховують динаміку цін. ЕКС і АЄЗ показали ще кращі результати, оскільки вони враховують як тенденції, так і зміни волатильності цін. МОДР показав найкращі результати, оскільки поєднує в собі кілька методів прогнозування, що дозволяє враховувати різні фактори, що впливають на ціну Ripple.

Отже, можна стверджувати, що найкращим методом прогнозування ціни Ripple є МОДР.

3.3.5 Порівняння курсу криптовалюти Dogecoin

Порівняльний аналіз прогнозування курсу криптовалюти Dogecoin за допомогою різних методів подано в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Dogecoin

	Реальна \$	МОІВ \$	МОДМІ \$	ПКС \$	ЗКС \$	ЕКС \$	АЄЗ \$	МОДР \$
День 1	0.089							
День 2	0.082	0.080	0.091	0.075	0.075	0.075	0.077	0.081
День 3	0.081	0.075	0.084	0.079	0.074	0.074	0.076	0.101
День 4	0.081	0.080	0.082	0.082	0.084	0.086	0.079	0.09
День 5	0.082	0.079	0.082	0.084	0.083	0.083	0.080	0.089
День 6	0.085	0.080	0.084	0.081	0.082	0.081	0.080	0.089
День 7	0.081	0.087	0.087	0.081	0.081	0.081	0.080	0.09
День 8	0.084	0.076	0.082	0.083	0.082	0.082	0.080	0.095

Також наведено порівняння курсу криптовалюти Dogecoin у рисунку 3.6.

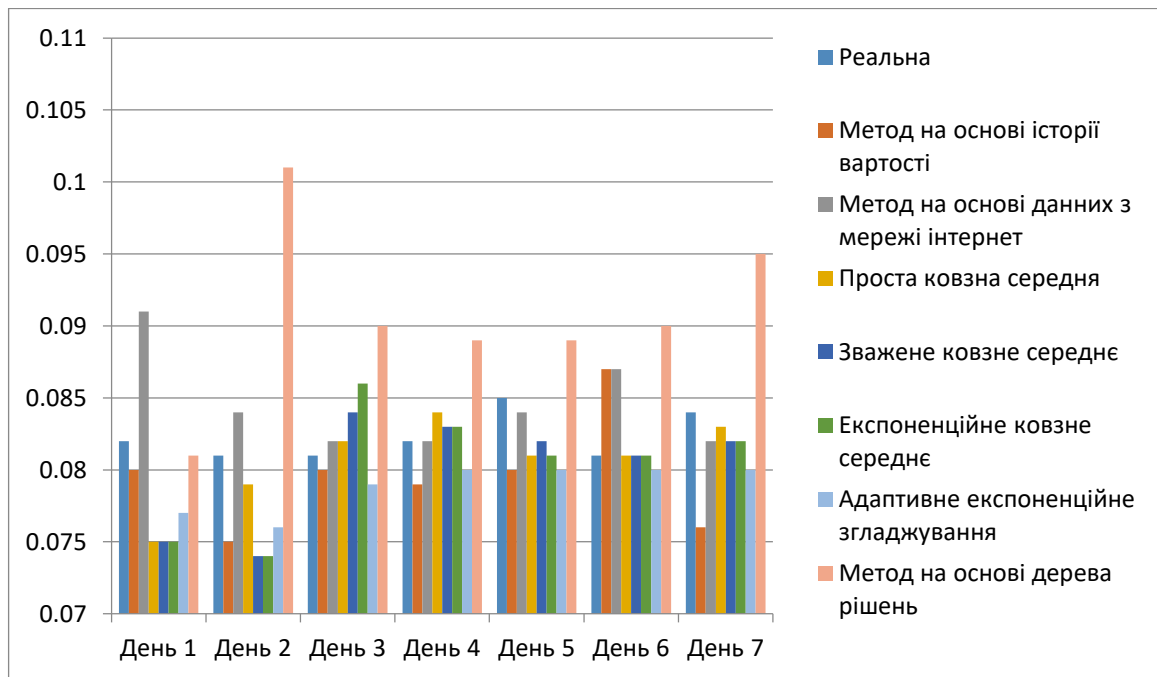


Рисунок 3.6 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Dogecoin

Якщо провести аналіз таблиці для криптовалюти Dogecoin то реальна ціна за період: ціна криптовалюти Dogecoin коливалася від 0,089 до 0,085 доларів США за 8-денний період. МОІВ прогнозував ціну, нижчу за фактичну в більшість днів. МОДМІ також очікував ціну, нижчу за фактичну ціну в більшість днів, і ці відмінності були в тій же лінії, що й МОІВ. Прогноз на основі ПКС також прогнозував ціну, нижчу за фактичну ціну в більшість днів, і різниця між прогнозованою та фактичною цінами також була досить великою. Прогноз традиційного ЗКС прогнозував ціну вище фактичної ціни в деякі дні, але прогнозував ціну нижче фактичної ціни в більшість днів. Прогнози на основі ЕКС прогнозували ціну вище фактичної ціни в деякі дні, але прогнозували ціну нижче фактичної ціни в більшість днів. Модель АЄЗ прогнозувала ціну в деякі дні вище фактичної ціни, але в більшість днів вона прогнозувала ціну нижче фактичної ціни. Метод МОДР прогнозував ціну, нижчу за реальну, але в цілому розбіжності в результатах були досить великі.

3.3.6 Порівняння курсу криптовалюти Solana

Порівняльний аналіз прогнозування курсу криптовалюти Solana за допомогою різних методів подано в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Solana

	Реальна \$	МОІВ \$	МОДМІ \$	ПКС \$	ЗКС \$	ЕКС \$	АЄЗ \$	МОДР \$
День 1	20.61							
День 2	20.27	19.87	20.85	20.77	21.10	20.98	21.37	23.12
День 3	20.14	19.99	20.51	20.59	20.54	20.41	21.04	23.67
День 4	20.05	19.84	20.37	20.38	20.56	20.56	20.90	23.12
День 5	20.25	19.72	20.28	20.34	20.36	20.32	20.71	23.17
День 6	22.29	20.44	20.49	20.15	20.22	20.18	20.54	22.66
День 7	23.41	23.77	22.55	20.15	20.10	20.07	20.39	23.12
День 8	24.21	24.61	23.68	20.86	20.19	20.21	20.35	25.21

Також наведено порівняння курсу криптовалюти Solana у рисунку 3.7.

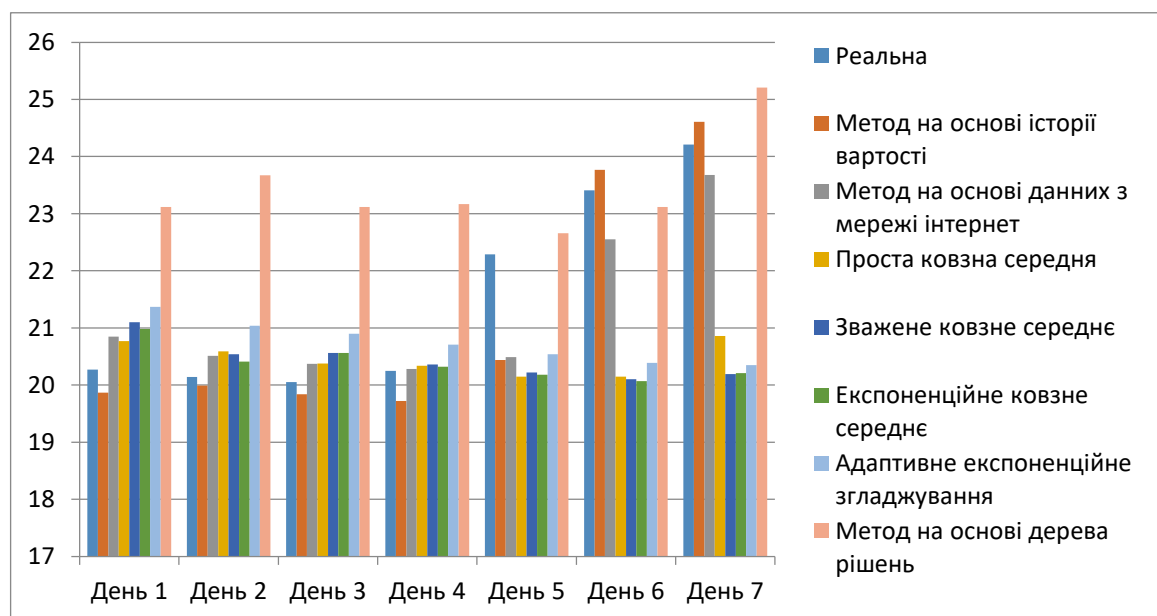


Рисунок 3.7 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Solana

Згідно з результатами порівняння, найефективнішим методом прогнозування курсу криптовалюти Solana є МОДР, оскільки він показав найточніші результати на всі досліджувані дати. МОІВ також давав відносно точні результати, але не такі точні, як МОДР. МОДМІ і ПКС показав гірші результати, ніж МОІВ. ЗКС і АЄЗ продемонстрували найгірші результати. Враховуючи ці результати, можна рекомендувати використовувати МОДР і МОІВ для прогнозування ціни криптовалюти Solana.

3.3.7 Порівняння курсу криптовалюти Monero

Порівняльний аналіз прогнозування курсу криптовалюти Monero за допомогою різних методів подано в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Monero

	Реальна \$	МОІВ \$	МОДМІ \$	ПКС \$	ЗКС \$	ЕКС \$	АЄЗ \$	МОДР \$
День 1	157.5							
День 2	156.2	157.3	162	158.3	159.1	159.9	155.6	159.3
День 3	158.1	155.3	160.7	158.2	157.6	157.2	155.8	159.3
День 4	158.1	154.8	162.7	156.7	157.6	157.4	156.1	157.9
День 5	160	158.4	162.7	157.2	156.6	156.4	156.1	159.3
День 6	159.9	161.4	164.6	157.4	157.5	157.7	156.5	159.3
День 7	160.2	159.7	164.5	158.7	157.8	158.0	156.8	161.2
День 8	162.9	160.3	164.8	159.3	159.2	159.6	157.4	161.2

Також наведено порівняння курсу криптовалюти Monero у рисунку 3.8.

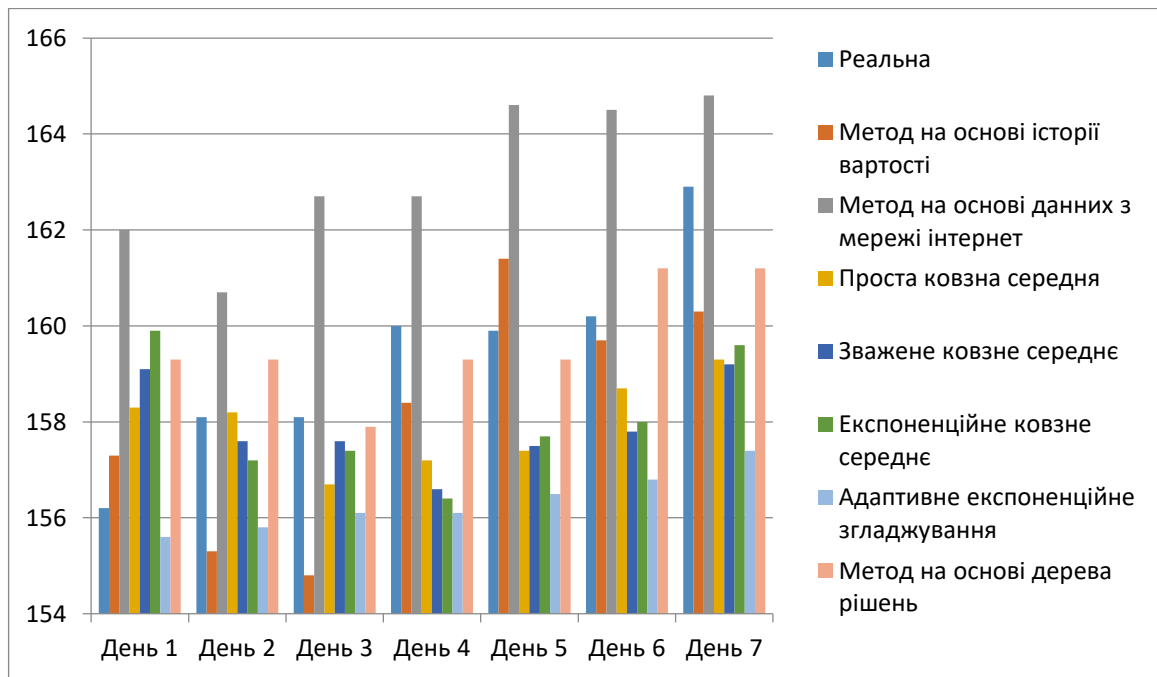


Рисунок 3.8 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Monero

Згідно з результатами порівняння, методи MOIB та МОДМІ були найточнішими в прогнозуванні значень курсу Monero. Методи ПКС та ЗКС мають великі відхилення від реальних значень, що свідчить про те, що вони не є найкращим вибором для прогнозування курсу цієї криптовалюти. Методи ЕКС та АЄЗ також мають відносно великі зміщення, хоча їх можна використовувати для згладжування даних і зменшення ефекту шуму. Метод MODR, заснований на дереві рішень, показав не найкращі результати порівняно з іншими методами, що могло бути пов'язано зі складністю прогнозування курсу цієї криптовалюти або недостатньою кількістю даних для навчання моделі.

Отже, у цьому випадку MOIB та МОДМІ можуть бути кращими виборами для прогнозування ціни Monero.

3.3.8 Порівняння курсу криптовалюти Cardano

Порівняльний аналіз прогнозування курсу криптовалюти Cardano за допомогою різних методів подано в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Cardano

	Реальна \$	МОІВ \$	МОДМІ \$	ПКС \$	ЗКС \$	ЕКС \$	АСЗ \$	МОДР \$
День 1	0.377							
День 2	0.376	0.368	0.381	0.383	0.375	0.377	0.365	0.407
День 3	0.384	0.365	0.380	0.380	0.382	0.383	0.369	0.39
День 4	0.385	0.387	0.388	0.379	0.380	0.379	0.371	0.39
День 5	0.387	0.382	0.389	0.379	0.378	0.377	0.372	0.407
День 6	0.407	0.387	0.391	0.382	0.381	0.383	0.374	0.403
День 7	0.394	0.423	0.411	0.385	0.383	0.385	0.376	0.407
День 8	0.409	0.376	0.398	0.393	0.386	0.387	0.378	0.437

Також наведено порівняння курсу криптовалюти Cardano у рисунку 3.9.

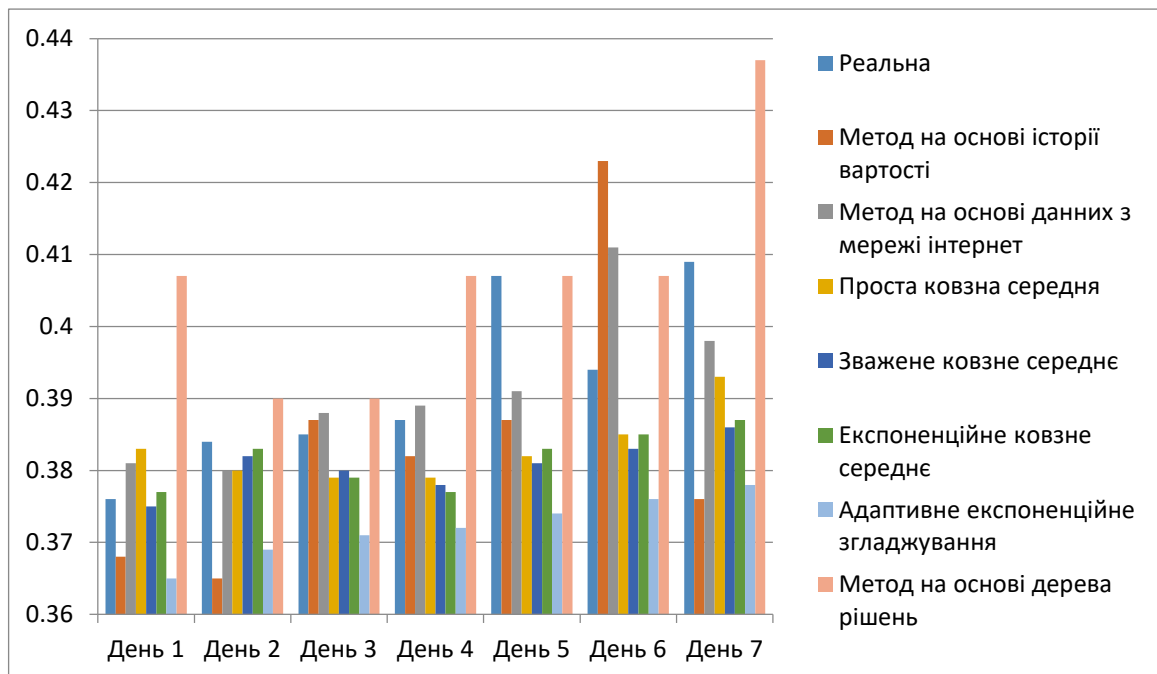


Рисунок 3.9 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Cardano

За результатами порівняння методів прогнозування курсу криптовалюти Cardano можна зробити наступні висновки що найточнішим методом виявився

МОДР, оскільки його прогнози найбільш близькі до реальної вартості криптовалюти. ЕКС і АЄЗ також показали досить точні результати, що може свідчити про їх високу ефективність у прогнозуванні курсу криптовалюти. МОДМІ і ЗКС показав схожі результати зі значеннями, близькими до реальних. МОІВ і проста ковзна середня (ПКС) показали менш точні результати, оскільки їхні прогнози значно відрізняються від фактичної вартості криптовалюти.

Таким чином, можна стверджувати, що найефективнішим методом прогнозування курсу криптовалюти Cardano є метод МОДР, а також можна використовувати ЕКС і АЄЗ.

3.3.9 Порівняння курсу криптовалюти Travalá

Порівняльний аналіз прогнозування курсу криптовалюти Travalá за допомогою різних методів подано в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Travalá

	Реальна \$	МОІВ \$	МОДМІ \$	ПКС \$	ЗКС \$	ЕКС \$	АЄЗ \$	МОДР \$
День 1	0.615							
День 2	0.607	0.616	0.632	0.605	0.610	0.611	0.611	0.611
День 3	0.629	0.593	0.624	0.610	0.605	0.604	0.604	0.604
День 4	0.645	0.656	0.647	0.608	0.612	0.613	0.612	0.612
День 5	0.636	0.650	0.663	0.617	0.609	0.608	0.608	0.608
День 6	0.650	0.631	0.654	0.627	0.623	0.626	0.621	0.621
День 7	0.622	0.664	0.673	0.637	0.637	0.641	0.633	0.633
День 8	0.636	0.607	0.640	0.644	0.637	0.637	0.634	0.634

Також наведено порівняння курсу криптовалюти Travalá у рисунку 3.10.

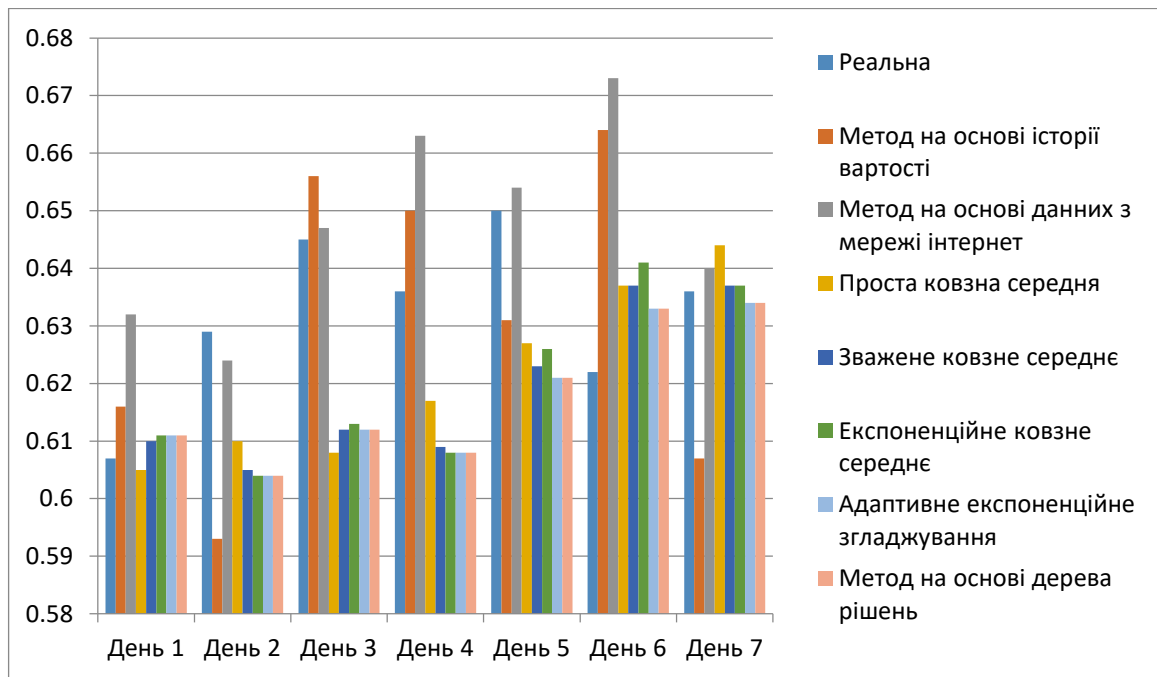


Рисунок 3.10 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Travalá

На перший погляд видно, що метод МОДМІ забезпечує найточніші результати прогнозування курсу, але також може бути менш стійким до змін ринку. Наступними більш точними результатами АЄЗ і ЕКС, які можуть бути більш стійкими до змін ринку. ПКС і ЗКС можуть бути менш точними, але більш стійкими до змін ринку. МОІВ може бути менш точним і стійким до ринкових змін, оскільки він не враховує змінні фактори, які можуть вплинути на ставку. МОДР може бути менш точним і стійким до змін ринку, але може бути швидшим при аналізі та обробці даних, що може бути важливим для торгівлі криптовалютою, де швидкість реакції може бути критичною. Тому вибір найкращого методу прогнозування курсу криптовалюти Travalá залежить від конкретної ситуації та потреб користувача. Для точних прогнозів ви можете використовувати МОДМІ, АЄЗ та ЕКС.

3.3.10 Порівняння курсу криптовалюти Terra

Порівняльний аналіз прогнозування курсу криптовалюти Terra за допомогою різних методів подано в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Тетра

	Реальна \$	МОІВ \$	МОДМІ \$	ПКС \$	ЗКС \$	ЕКС \$	АСЗ \$	МОДР \$
День 1	1.268							
День 2	1.259	1.246	1.304	1.286	1.302	1.294	1.294	1.294
День 3	1.270	1.241	1.295	1.276	1.280	1.276	1.276	1.276
День 4	1.348	1.284	1.306	1.266	1.271	1.270	1.270	1.270
День 5	1.320	1.434	1.387	1.266	1.263	1.261	1.261	1.261
День 6	1.324	1.263	1.358	1.292	1.267	1.268	1.268	1.268
День 7	1.285	1.327	1.362	1.312	1.318	1.331	1.328	1.328
День 8	1.422	1.256	1.322	1.330	1.321	1.322	1.322	1.322

Також наведено порівняння курсу криптовалюти Тетра у рисунку 3.11.

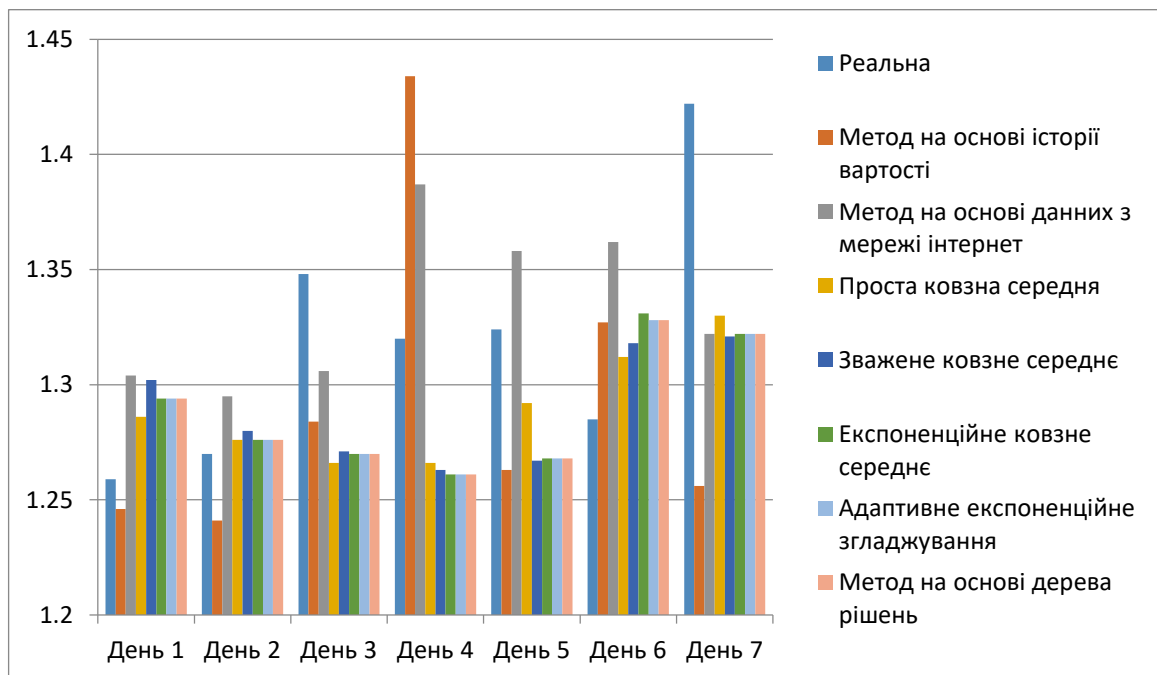


Рисунок 3.11 – Результати прогнозування курсу криптовалюти Тетра

Для Тетра найкращим методом прогнозування курсу є МОІВ, оскільки його прогнози є найточнішими в перший день тестування та мають вищу середню точність протягом усього тесту.

3.3.11 Порівняння прогнозування курсу криптовалюти стандартними та модифікованими методами

Порівняльний аналіз прогнозування курсу криптовалюти стандартними та модифікованими методами наведено в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Результати прогнозування курсу криптовалюти стандартними та модифікованими методами

	Реальна \$	МОІВ \$	МОДМІ \$	АЄЗ \$	МОДР \$
День 1	27882				
День 2	27815	27257	27070	26307	28894
День 3	27894	27675	27005	26607	28891
День 4	27891	27723	27082	26861	28898
День 5	28295	27720	27079	27051	26893
День 6	30067	28577	27471	27220	28899
День 7	29926	32472	29192	27854	28891
День 8	30228	29701	29055	27542	30701

Також наведено порівняння курсу у рисунку 3.12.

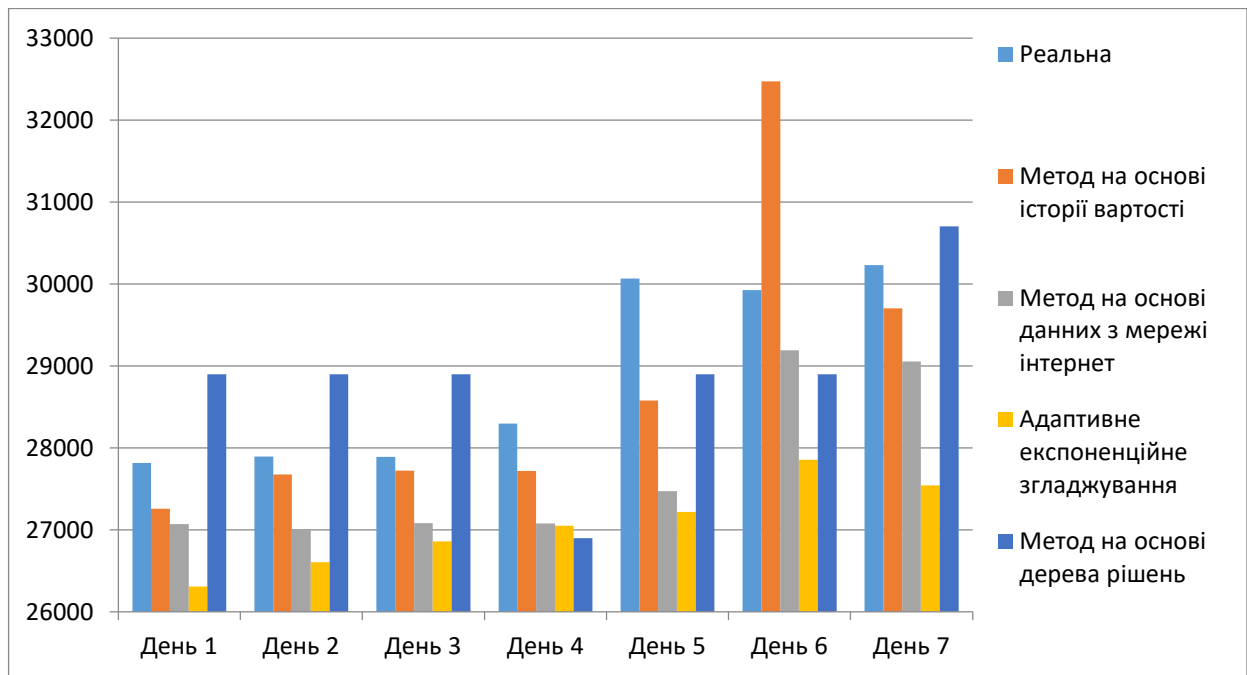


Рисунок 3.12 – Результати прогнозування курсу криптовалюти стандартними та модифікованими методами

На основі порівняння прогнозування курсу криптовалюти стандартним і модифікованим методами можна зробити наступні висновки МОІВ і МОДМІ показали не найкращі результати серед модифікованих методів прогнозування курсу Bitcoin. МОДР продемонстрував найкращі результати серед модифікованих методів прогнозування ціни біткойнів на 6 і 7 дні. АЄЗ показав найкращі результати серед стандартних методів прогнозування на 2 і 3 дні.

Отже, якщо порівняти всі методи разом, то найкращий метод з точки зору ефективності прогнозування курсу біткойна – це МОДР.

За результатами цих порівнянь можна дійти до висновку що для криптовалют Bitcoin та Ethereum метод на основі історії вартості був найкращим методом, оскільки він має найменшу помилку порівняно з іншими методами. Для криптовалют Litecoin, Ripple, Dogecoin, Solana, Monero, Cardano, Traval, Terra метод із найменшою середньоквадратичною помилкою — це метод на основі дерева рішень.

Для всіх криптовалют методи, що використовують історію вартості, а саме метод на основі історії вартості і метод на основі дерева рішень, виявилися

більш ефективнішими, ніж інші методи, засновані на даних Інтернету або різних типах ковзних середніх.

Тому можна припустити, що методи, засновані на історії вартості криптовалют, особливо метод на основі історії вартості і метод на основі дерева рішень, більш ефективні в прогнозуванні курсу. Однак слід зазначити, що використання лише одного методу прогнозування курсу може бути недостатньо точним, оскільки курс криптовалют сильно залежить від багатьох факторів, які можуть змінюватися з часом. Тому може бути доцільно використовувати комбінацію різних методів, щоб отримати найточніші прогнози.

3.4 Висновки за розділом

У цьому розділі сформульовано основні функціональні вимоги до ПП, детально описано пріоритети кожного з них. Наведено схему структурних варіантів використання користувачем. Була описана вся архітектура ПП, детально описані всі класи та методи.

Також були проведені числові порівняння алгоритмів прогнозування курсу криптовалют, на основі яких визначено методи, що використовують історію вартості, а саме метод на основі історії вартості і метод на основі дерева рішень, виявилися більш ефективнішими, ніж інші методи, засновані на даних Інтернету або різних типах ковзних середніх..

4 КЕРІВНИЦТВО ПРОГРАМІСТА

4.1 Призначення та умови застосування програми

4.1.1 Призначення програми

Моніторинг курсу криптовалют – складний і непередбачуваний процес. Це залежить від багатьох факторів, таких як глобальна економічна ситуація, політичні події, новини щодо технологій, що лежать в основі криптовалют, тощо.

Для багатьох інвесторів важливо мати достовірну інформацію про очікуваний курс криптовалют. Однак це може бути важко, оскільки ставки змінюються дуже швидко та несподівано.

Для вирішення цієї проблеми можна використовувати аналіз ринку та прогнозування курсу за допомогою комп'ютерних алгоритмів та штучного інтелекту. Ці алгоритми використовують статистичні методи для аналізу великих обсягів даних, що дає змогу з більшою точністю прогнозувати майбутні курси криптовалют.

4.1.2 Функції програми

Основними функціями програми є:

- реєстрація;
- авторизація;
- перегляд поточних даних про криптовалюту;
- перегляд даних з прогнозуванням курсу.

4.2 Умови, необхідні для виконання програми

4.2.1 Обсяг оперативної пам'яті

Для виконання всіх функцій, програми «Crypto_and_AutorizationSql» потрібно не менше 500 Мб оперативної пам'яті. Проте, через те, що

функціонування операційної системи, яка потрібна для запуску програми, потребує як мінімум 3 Гб оперативної пам'яті, рекомендовано використовувати програму «Crypto_and_AuthorizationSql» на ПК на яких більш, ніж 3 Гб ОЗП.

4.2.2 Вимоги до складу периферійних пристроїв

Програма «Crypto_and_AuthorizationSql» не потребує особливих вимог до периферійних пристроїв.

4.2.3 Вимоги до програмного забезпечення

Системні програмні засоби, які використовуються програмою «Crypto_and_AuthorizationSql» – Microsoft Visual Studio – представлені у Windows 7 або пізніший / (K)Ubuntu Linux 17.04 (64-bit) / macOS 10.10 або пізніший.

4.2.4 Вимоги до програміста

Вимоги до програміста – знання роботи з мовою програмування C#, з MS SQL Server базою даних, та розуміння роботи алгоритмів.

У задачі, які виконуються програмістом, входять такі пункти:

- підтримка працездатності технічних засобів;
- підтримка працездатності системних засобів.

4.3 Характеристика програми

4.3.1 Опис основних характеристик програми

Програма «Crypto_and_AuthorizationSql» працює у ручному режимі, тобто користувач повинен запускати програму за необхідністю.

Працездатність програми «Crypto_and_AutorizationSql» перевіряється лише під час роботи. Якщо протягом роботи з програмою були введені помилкові дані то програма виведе повідомлення про помилку.

4.3.2 Опис основних особливостей програми

Програма «Crypto_and_AutorizationSql» має зрозумілий інтерфейс та дозволяє задіяти всі алгоритми програми. У користувача є можливість: реєстрації, авторизації, перегляду поточних даних про криптовалюту, перегляду даних з прогнозуванням курсу.

4.4 Звертання програми

4.4.1 Завантаження й запуск програми

Завантаження й запуск програми відбувається шляхом виконання користувачем AuthorizationSql.exe-файлу.

4.4.2 Виконання програми

Програма завантажується ОС до оперативної пам'яті, та починає своє виконання з класу MainForm.

4.5 Вхідні та вихідні дані

Вхідні дані – логін, пароль, дата народження, місто проживання, стать користувача.

Вихідні дані – дані про поточний та прогнозований курс криптовалют.

4.5.1 Організація початкової інформації, що використовується

Програма «Crypto_and_AuthorizationSql» протягом всієї роботи використовує введені в текстове поле чи базу даних дані.

4.5.2 Організація вихідної інформації, що використовується

Програма «Crypto_and_AuthorizationSql» в ході своєї роботи використовує вивід на екран інформації про результати введених користувачем запитів.

4.6 Повідомлення

Програма «Crypto_and_AuthorizationSql» може вивести помилки при авторизації пов'язані з неправильним вводом логіну та пароллю (рис. 4.1).

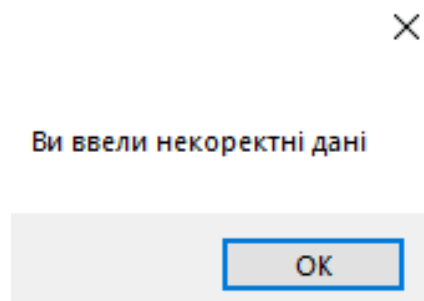


Рисунок 4.1 – Повідомлення про неправильно введені логін та пароль

Програма «Crypto_and_AuthorizationSql» може вивести помилки при авторизації пов'язані з не введеним логіном та паролем (рис. 4.2).

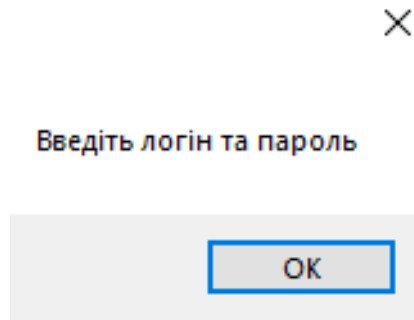


Рисунок 4.2 – Повідомлення про не введені логін та пароль

Програма «Crypto_and_AuthorizationSql» може вивести помилки при реєстрації пов'язані з введеним логіном який вже існує (рис. 4.3).

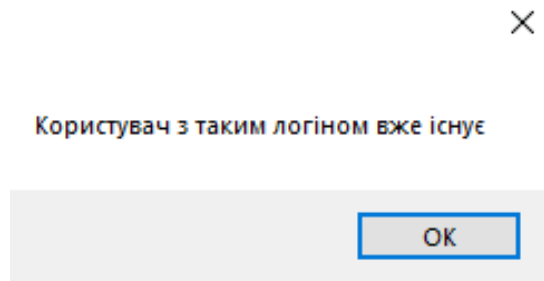


Рисунок 4.3 – Повідомлення про логін який вже існує

Програма «Crypto_and_AuthorizationSql» може вивести помилки при реєстрації пов'язані з не заповненими всіма полями (рис. 4.4).

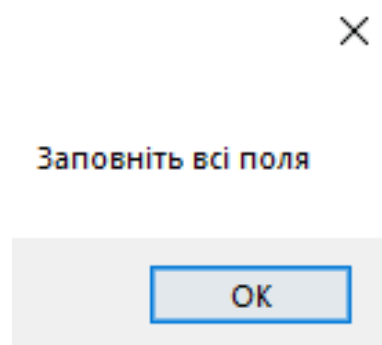


Рисунок 4.4 – Повідомлення про не заповнені поля

4.7 Висновки за розділом

У цьому розділі наведено детальний опис призначення та функцій розробленого ПП. Визначаються умови, необхідні для його встановлення та обслуговування на комп'ютері користувача. Описано основні особливості та характеристики розробленого програмного забезпечення. Розроблене програмне забезпечення постачається з відкритим вихідним кодом, тому його можуть модифікувати інші розробники програмного забезпечення, а його модулі можна використовувати для створення інших систем. У цьому розділі також міститься опис вхідних і вихідних даних і список повідомлень, що генеруються під час роботи.

5 КЕРІВНИЦТВО ОПЕРАТОРА

5.1 Призначення програми

Для багатьох інвесторів важливо мати достовірну інформацію про очікуваний курс криптовалют. Однак це може бути важко, оскільки ставки змінюються дуже швидко та несподівано.

Для вирішення цієї проблеми можна використовувати аналіз ринку та прогнозування курсу за допомогою комп'ютерних алгоритмів та штучного інтелекту. Ці алгоритми використовують статистичні методи для аналізу великих обсягів даних, що дає змогу з більшою точністю прогнозувати майбутні курси криптовалют.

5.2 Умови виконання програми

Програма споживає 500 Мб ОЗУ та 50 Мб місця на жорсткому диску.

Мінімальні системні вимоги, необхідні для роботи програми:

- операційна система: Windows 7 або пізніша;
- 64-розрядний (x64) процесор 1,8 ГГц;
- 3 Гб (для 64-розрядної системи) оперативної пам'яті;
- 1 Гб вільного місця на жорсткому диску;
- NET Framework 4.7.2 або вища.

5.3 Запуск програми

Програма викликається користувачем через розширення .exe, яке знаходиться за адресою `AuthorizationSql\AuthorizationSql\bin\x64\Debug\AuthorizationSql.exe` (рис. 5.1) або через середовище розробки Visual Studio 2015 та вище, за допомогою файлу в головній теці програми з розширенням .sln, яке має встановлений пакет інструментів для програмування на мові C#. База з

даними про поточний курс криптовалют знаходиться в папці з програмою та оновлюється автоматично.

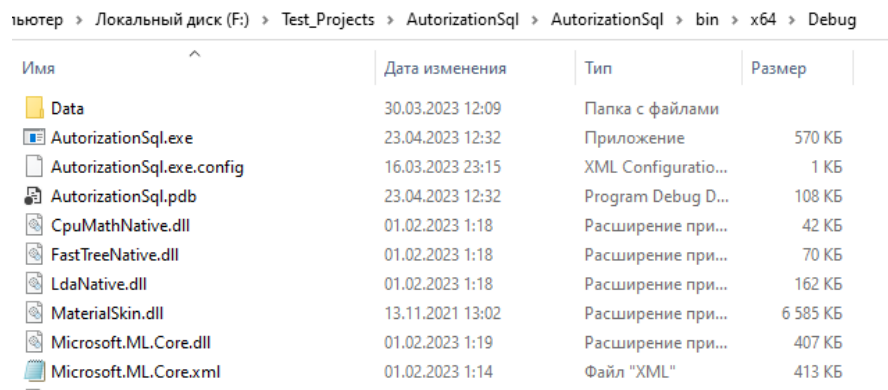


Рисунок 5.1 – Місце розташування файлу AuthorizationSql.exe

5.4 Виконання програми

Для того, щоб запустити програму його потрібно запустити файл з розширенням .exe.

Далі, натиснути на кнопку, в залежності від потрібності користувача. (рис. 5.2).

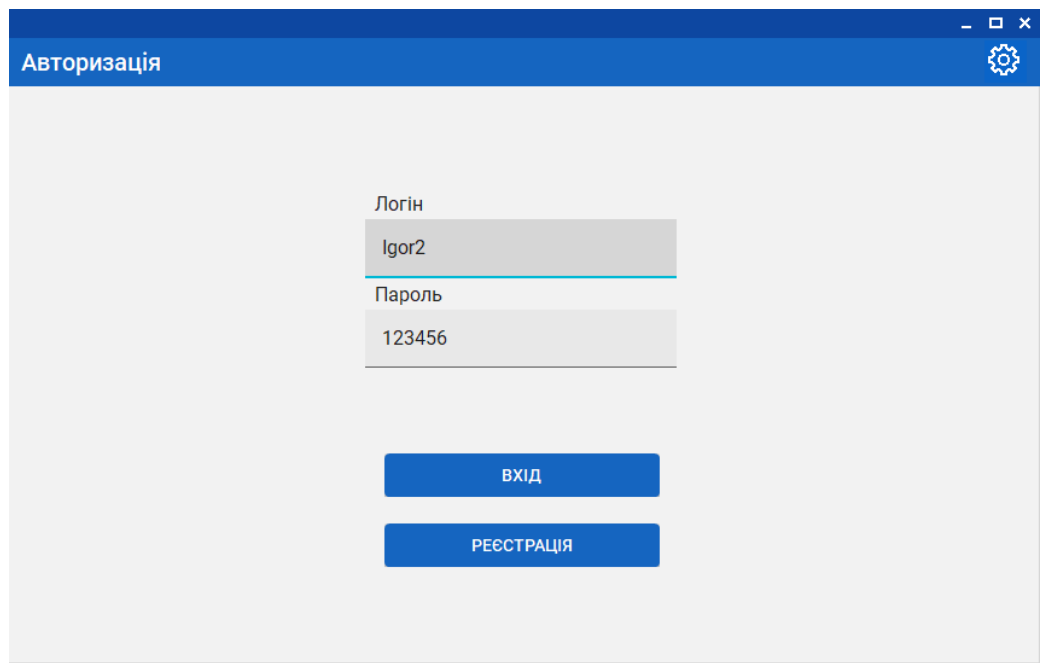
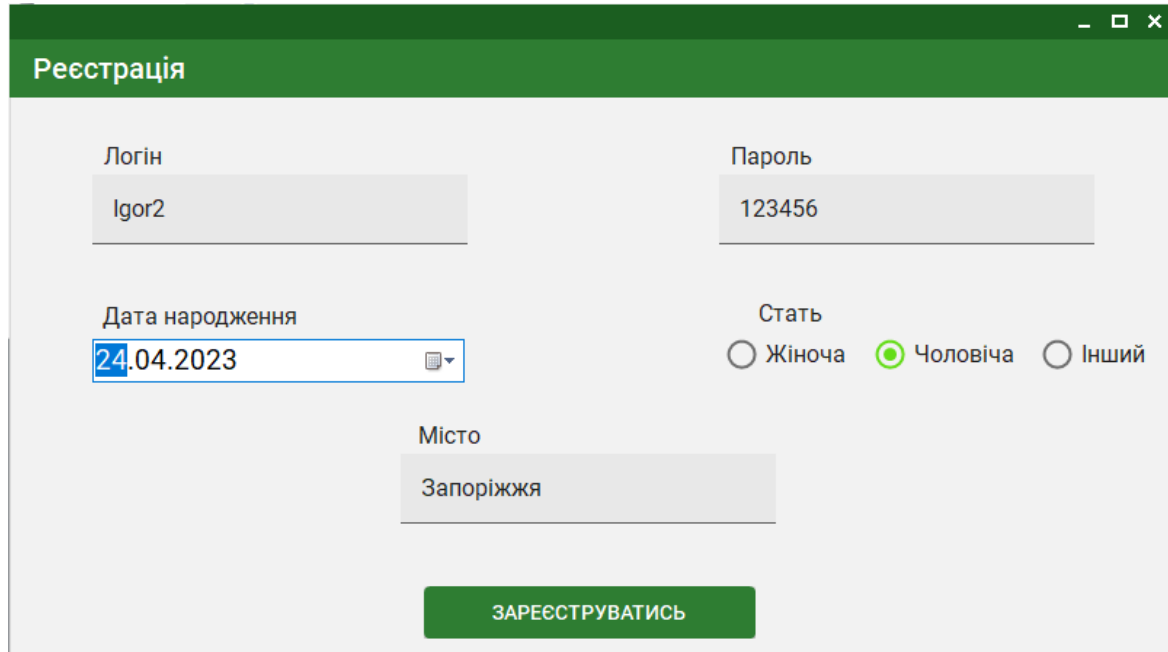


Рисунок 5.2 – Головна форма

Далі користувач натискає на одну з кнопок: “Вхід” чи “Реєстрація”.

Після натискання на кнопку “Реєстрація” користувач потрапляє до меню реєстрації нового користувача (рис. 5.3).



The image shows a web form titled "Реєстрація" (Registration) with a green header. The form contains the following fields and controls:

- Логін** (Login): A text input field containing "Igor2".
- Пароль** (Password): A text input field containing "123456".
- Дата народження** (Date of Birth): A date picker showing "24.04.2023".
- Стать** (Gender): Three radio buttons labeled "Жіноча" (Female), "Чоловіча" (Male), and "Інший" (Other). The "Чоловіча" option is selected.
- Місто** (City): A text input field containing "Запоріжжя".
- Зареєструватись** (Register): A green button at the bottom of the form.

Рисунок 5.3 – Форма додавання нового користувача

Після вводу даних про користувача потрібно натиснути кнопку зареєструватись. Якщо додавання пройшло успішно то буде виведене повідомлення про успішну реєстрацію та повернемося на головну форму (рис. 5.4).

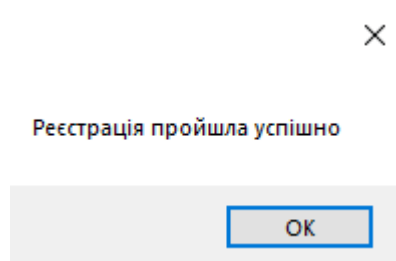
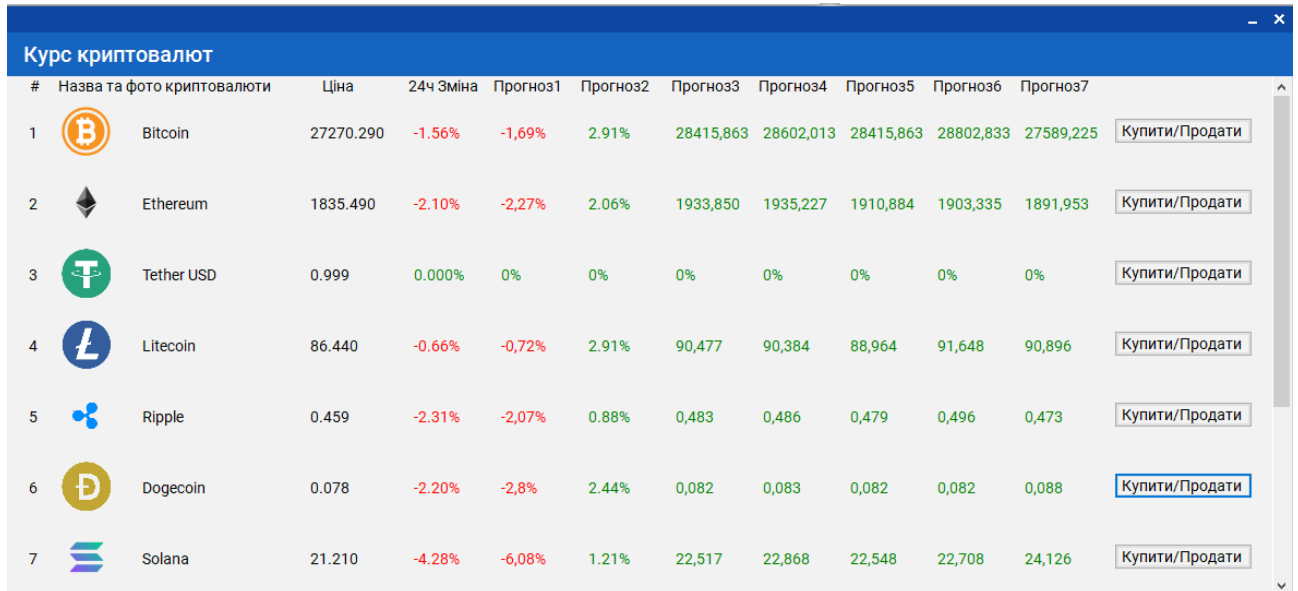


Рисунок 5.4 – Повідомлення про успішну реєстрацію

Якщо користувач вже має свій обліковий запис то йому буде потрібно лише ввести свої дані та натиснути на кнопку “Вхід”, то відкриється форма показу даних про криптовалюти (рис. 5.5).



#	Назва та фото криптовалюти	Ціна	24ч Зміна	Прогноз1	Прогноз2	Прогноз3	Прогноз4	Прогноз5	Прогноз6	Прогноз7	
1	 Bitcoin	27270.290	-1.56%	-1,69%	2.91%	28415,863	28602,013	28415,863	28802,833	27589,225	Купити/Продати
2	 Ethereum	1835.490	-2.10%	-2,27%	2.06%	1933,850	1935,227	1910,884	1903,335	1891,953	Купити/Продати
3	 Tether USD	0.999	0.000%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	Купити/Продати
4	 Litecoin	86.440	-0.66%	-0,72%	2.91%	90,477	90,384	88,964	91,648	90,896	Купити/Продати
5	 Ripple	0.459	-2.31%	-2,07%	0.88%	0,483	0,486	0,479	0,496	0,473	Купити/Продати
6	 Dogecoin	0.078	-2.20%	-2,8%	2.44%	0,082	0,083	0,082	0,082	0,088	Купити/Продати
7	 Solana	21.210	-4.28%	-6,08%	1.21%	22,517	22,868	22,548	22,708	24,126	Купити/Продати

Рисунок 5.5 – Форма відображення даних про криптовалюти

Це і є основна форма програми де відображаються дані як про поточні значення вартості криптовалют так і значення прогнозування вартості.

5.5 Повідомлення оператору

В результаті виконання програми можуть бути виведені повідомлення оператору. Нижче наведено повідомлення оператору та його дії при виникненні кожного з повідомлень.

ПОВІДОМЛЕННЯ: «Реєстрація пройшла успішно»

ДІЯ ОПЕРАТОРА: Натиснути кнопку “ок”.

ПОВІДОМЛЕННЯ: «Користувач з таким логіном вже існує»

ДІЯ ОПЕРАТОРА: Натиснути кнопку “ок”.

ПОВІДОМЛЕННЯ: «Заповніть всі поля»

ДІЯ ОПЕРАТОРА: Натиснути кнопку “ок”, та заповнити всі поля.

ПОВІДОМЛЕННЯ: «Ви ввели некоректні дані»

ДІЯ ОПЕРАТОРА: Натиснути кнопку “ок”, та ввести коректні дані.

ПОВІДОМЛЕННЯ: «Введіть логін та пароль»

ДІЯ ОПЕРАТОРА: Натиснути кнопку “ок”, та заповнити всі поля.

5.6 Висновок

У цьому розділі описано призначення та функції розробленого програмного забезпечення та мінімальні вимоги до обладнання для його встановлення та використання. Надається детальна інструкція по роботі оператора ПП, тобто приклад реєстрації та авторизації користувача. Наведено перелік повідомлень, що формуються під час роботи ПП, а також приклад вхідних та вихідних даних. Інтерфейс розробленого програмного забезпечення простий та інтуїтивно зрозумілий і не вимагає додаткового навчання оператора.

ВИСНОВКИ

У результаті роботи розглянуто проблеми поставленого завдання, наведено їх актуальність та доцільність. Вивчено існуючі програми прогнозування курсу, надано алгоритми розв'язання задачі та поставлено завдання до роботи.

Крім того, було доведено інструментарій для вирішення поставленої задачі, такий як: мова програмування, середовище розробки, також була надана структурна схема програмного продукту, а також описані алгоритми, створені та модифіковані для вирішення поставленої задачі. У третьому розділі були наведені функціональні вимоги до програмного продукту, описана архітектура та проведено багато порівнянь, за результатами яких можна було дізнатися адаптивність алгоритмів до певних характеристик поставленого завдання.

В результаті розроблено ПП, що реалізує старі та перевірені алгоритми, а також нові модифіковані алгоритми прогнозування курсу криптовалют, завдяки чому можна підвищити точність прогнозів порівняно з існуючими методами. Програма реалізує поставлені завдання, завдяки використанню мови програмування C#, середовища розробки Visual Studio Community 2022 і бази даних MS SQL Server.

Було розроблено чотири класи, які використовують основні техніки об'єктно-орієнтованого програмування. Такі класи дають можливість реєструвати та витягувати дані з бази даних, взаємодіяти з усіма компонентами програми, викликати методи вирішення завдань, зберігати дані про вартість криптовалют та методи прогнозування курсу.

Програма має простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який має різні варіанти для запитів користувача. Користувач може зареєструватися, увійти, переглянути поточний курс обміну криптовалют і переглянути прогнозований курс обміну, отриманий за допомогою різних алгоритмів.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що запропоновано метод який забезпечує баланс між точністю і швидкістю, зокрема, дозволяє побудувати

філогенетичне дерево для великих обсягів даних, що раніше були недосяжними для інших алгоритмів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Cryptocurrency Prediction, Bitcoin & Altcoin and ICO Price Forecast with Prognosis Chart 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028 [Electronic resource]. – Access mode: <https://walletinvestor.com/forecast>
2. BCH/USD Bitcoin Cash forecast, analytics, news [Electronic resource]. – Access mode: <https://belinvestor.com/bchusd-prognoz/>
3. Trading Software with Artificial Intelligence [Electronic resource]. – Access mode: <https://try.neuroshell.com/index/>
4. Elliott Wave Analysis Software - WaveBasis [Electronic resource]. – Access mode: <https://wavebasis.com>
5. Просте ковзне середнє (SMA) – Фінансова енциклопедія [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://ua.nesrakonk.ru/sma/>.
6. Weighted Moving Average (WMA) [Electronic resource]. – Access mode: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/capital-markets/weighted-moving-average-wma/>
7. Метод ковзного середнього [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: https://wiki.tntu.edu.ua/Метод_ковзного_середнього
8. Ткаченко Ольга, Плісенко Владислав. Візуалізація та інтерактивні мультимедійні технології. 2020. — С. 36.
9. FastForestBinaryTrainer Class [Electronic resource]. – Access mode: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/api/microsoft.ml.trainers.fasttree.fastforestbinarytrainer?view=ml-dotnet>
10. Аналітичний огляд чат-програм [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://lektsii.org/3-116021.html>.
11. Prata S. C Primer Plus (Developer's Library) 6th Edition / Prata, S. 2016. – 1248 p.
12. McGrath, M. Python in easy steps / McGrath, M. – 2015. – 192 p.
13. Sierra, K. Head First Java / K. Sierra, B. Bates. – 2017. – 720 p.

14. Liberty J. Programming C#. — 2001: O'Reilly Media, 2001. — P. 26. — 688 p. — ISBN 978-0596001179.
15. Needleman, S. B., & Wunsch, C. D. (1970). A general method applicable to the search for similarities in the amino acid sequence of two proteins. *Journal of molecular biology*, 48(3), 443-453.
16. Bitcoin Price Prediction Daily and BTC Forcast for Week [Electronic resource]. — Access mode: <https://tradersunion.com/ru/currencies/forecast/btc-usd/daily-and-weekly/>
17. Takahashi, M., & Nei, M. (1993). Maximum likelihood estimation of phylogeny from DNA sequences when substitution rates differ over sites. *Molecular Biology and Evolution*, 10(6), 1396-1401.
18. Stuart, A.; Ord, K. (1994). *Kendall's Advanced Theory of Statistics: Volume I – Distribution Theory*, §8.7.

ДОДАТОК А
Технічне завдання

Вступ

Розроблюваний програмний продукт використовується для прогнозування курсу криптовалют, завдяки впровадженню як старих так і нових модифікованих методів передбачення курсу.

ПП забезпечує роботу з основними функціями, які можуть знадобитися користувачеві, наприклад: реєстрація, авторизація та перегляд даних про криптовалюту. Моя робота буде корисна інвесторам, трейдерам і всім, хто цікавиться фінансовими ринками і хоче зрозуміти, як прогнозувати курс криптовалют.

A.1 Мета розробки і її призначення

Об'єкт дослідження – процес прогнозування курсу криптовалют.

Предмет дослідження – методи для прогнозування курсу криптовалют.

Мета роботи – дослідження, модифікація та програмна реалізація методів прогнозування курсу криптовалют.

Актуальність та проблематика роботи полягає в тому, що за останні роки криптовалюти набули значної популярності та стали одним із найбільш обговорюваних фінансових інструментів у світі. Однак курс криптовалют надзвичайно мінливий і змінюється з дуже високою швидкістю, що створює великі ризики для інвесторів та учасників ринку.

З цієї причини прогнозування курсу криптовалют стало надзвичайно важливою темою для досліджень. Інвесторам, банкам та іншим фінансовим установам потрібна точна та ефективна модель прогнозування, щоб приймати рішення щодо своїх інвестицій та діяльності на ринку криптовалют.

А.2 Стислий зміст основних теоретичних посилок до розробки на основі проведених пошуків

Криптовалюти є одними з найбільш затребуваних фінансових інструментів у сучасному світі. Вони здобули значну популярність завдяки своїм унікальним функціям, таким як децентралізація, анонімність і безпека. У зв'язку з цим багато інвесторів шукають оптимальні способи заробітку на криптовалютах. Однак обмінний курс криптовалюти надзвичайно мінливий і змінюється з дуже високою швидкістю. Це може мати значний вплив на інвесторів, фінансові установи та весь ринок криптовалют.

Щоб досягти цього, будуть розглянуті та проаналізовані різні методи технічного та фундаментального аналізу, а також методи машинного навчання, які можна використовувати для прогнозування тенденцій розвитку криптовалют.

А.3 Підстави для розробки

Підставою для виконання розробки є завдання на дипломний проєкт на тему “ Дослідження та програмна реалізація методів прогнозування курсу криптовалют ”, затверджене наказом по НУ «Запорізька політехніка» № 437 від 14 листопада 2023 року.

А.4 Основні вимоги до програми, що розробляється, початковим даним і результату

А.4.1 Вимоги до функціональних характеристик

Вимоги до функціональних характеристик:

- має бути реалізований графічний інтерфейс користувача;
- має бути реалізована можливість завантаження даних з БД;
- має бути реалізована можливість завантаження даних до БД;

- повинна бути реалізована можливість реєстрації нового користувача;
- повинна бути реалізована можливість авторизації;
- повинна бути реалізована можливість перегляду поточних даних про криптовалюту;
- повинна бути реалізована можливість перегляду прогнозованого значення курсу криптовалюти;
- повинна бути реалізована можливість перегляду прогнозованого значення курсу криптовалюти за допомогою одразу декількох методів;
- має бути реалізована можливість обробки помилок під час виконання програми та виведення повідомлення про помилку.

A.4.2 Вимоги до надійності

ПП має відповідати наступним вимогам надійності:

- захистити ПП від помилкових дій користувача (наприклад, користувач ввів недопустимі дані);
- обробляти виняткові ситуації (наприклад, відсутність підключення до бази даних).

Програмне забезпечення має функціонувати належним чином під час безперервної роботи комп'ютера. У разі збою обладнання відновлення нормальної роботи програмного забезпечення має бути виконано належним чином після усунення несправностей системи.

A.4.3 Умови експлуатації

Умови експлуатації:

- програмне забезпечення не вимагає обслуговування персоналу;
- для використання програмного забезпечення не потрібна додаткова кваліфікація.

A.4.4 Вимоги до складу та параметрів технічних засобів

Програма споживає 500 Мб ОЗУ та 50 Мб місця на жорсткому диску.

Мінімальні системні вимоги, необхідні для роботи програми:

- операційна система: Windows 7 або пізніша;
- 64-розрядний (x64) процесор 1,8 ГГц;
- 3 Гб (для 64-розрядної системи) оперативної пам'яті;
- 1 Гб вільного місця на жорсткому диску;
- NET Framework 4.7.2 або вища.

A.4.5 Вимоги до маркування та упакування

Програмне забезпечення не потребує додаткових дій при маркуванні та упакуванні.

A.4.6 Вимоги до транспортування та збереження

Вимоги до транспортування й зберігання є аналогічними і до носія на якому записана програма.

A.5 Вимоги до програмної документації

Склад програмної документації повинен включати в себе:

- технічне завдання;
- керівництво програміста;
- керівництво оператора;
- опис програми.

А.6 Основні обмеження на установку і використання програмного продукту

Програмний продукт, що розробляється, не потребує встановлення. Програмний продукт повинен використовуватися на комп'ютерах, що відповідають вимогам і параметрам технічного засобу. Програмний продукт може бути використаний користувачем у будь-який час без конфлікту з іншими програмами.

ДОДАТОК Б
Опис програмного продукту

Б.1 Загальні відомості

Назва програмного продукту – «Crypto_and_AuthorizationSql».

Розроблюваний програмний продукт використовується для прогнозування курсу криптовалют, завдяки впровадженню як старих так і нових модифікованих методів передбачення курсу.

ПП забезпечує роботу з основними функціями, які можуть знадобитися користувачеві, наприклад: реєстрація, авторизація та перегляд даних про криптовалюту. Моя робота буде корисна інвесторам, трейдерам і всім, хто цікавиться фінансовими ринками і хоче зрозуміти, як прогнозувати курс криптовалют.

Програма споживає 500 Мб ОЗУ та 50 Мб місця на жорсткому диску.

Мінімальні системні вимоги, необхідні для роботи програми:

- операційна система: Windows 7 або пізніша;
- 64-розрядний (x64) процесор 1,8 ГГц;
- 3 Гб (для 64-розрядної системи) оперативної пам'яті;
- 1 Гб вільного місця на жорсткому диску;
- NET Framework 4.7.2 або вища.

Б.2 Функціональне призначення

Вимоги до функціональних характеристик:

- має бути реалізований графічний інтерфейс користувача;
- має бути реалізована можливість завантаження даних з БД;
- має бути реалізована можливість завантаження даних до БД;
- повинна бути реалізована можливість реєстрації нового користувача;
- повинна бути реалізована можливість авторизації;
- повинна бути реалізована можливість перегляду поточних даних про криптовалюту;

- повинна бути реалізована можливість перегляду прогнозованого значення курсу криптовалюти;
- повинна бути реалізована можливість перегляду прогнозованого значення курсу криптовалюти за допомогою одразу декількох методів;
- має бути реалізована можливість обробки помилок під час виконання програми та виведення повідомлення про помилку.

Б.3 Опис логічної структури

Розроблюваний ПП повинен обов’язково містити такі модулі:

- модуль алгоритмів;
- модуль роботи з базою даних;
- модуль обробки вхідної інформації;
- БД;
- графічний інтерфейс.

Розроблюваний ПП використовує дані про користувачів та дані про курс криптовалют за 4 роки. Ці дані можуть бути представлені у таких сховищах:

- текстові файли (CSV, txt, xml,...);
- бінарні файли даних;
- не реляційні бази даних (NoSQL сховища);
- реляційні бази даних (MySQL, MS SQL Server, Firebird, ...) [7].

При обранні типу сховища до уваги брались такі параметри як: швидкість запису та вилучення інформації з БД, можливість швидкого сортування інформації та простота використання, в результаті було обрано MS SQL Server як основний тип сховища даних. Переваги використання MS SQL Server:

- висока швидкість і продуктивність: MS SQL Server пропонує швидкий доступ до даних і високу продуктивність завдяки оптимізованій архітектурі та різноманітним методам оптимізації;

– надійність і безпека: MS SQL Server пропонує високий рівень надійності і безпеки. Він має вбудовані механізми для забезпечення цілісності даних, підтримки транзакцій і автоматичного відновлення після збою;

– розширюваність і масштабованість: MS SQL Server легко масштабується і розширюється. Він підтримує різні типи даних і може обробляти великі обсяги даних;

– багатофункціональність: MS SQL Server пропонує різні функції та можливості, такі як збережені процедури, тригери, повідомлення та багато іншого. Ці функції дозволяють виконувати складні операції та автоматизувати багато рутинних завдань;

– підтримка Microsoft: MS SQL Server є продуктом Microsoft, тому він має широку підтримку компанії та спільноти розробників. Надає доступ до різних ресурсів, таких як документація, форуми та інші ресурси;

У обраному середовищі розробки реалізовані класи та методи роботи з MS SQL Server, що доволі сильно спрощує процес створення ПП.

Для зберігання користувацьких даних використовується таблиця Users, її змінні та типи даних цих змінних вказані на таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Поля та типи даних таблиці Users

Ім'я	Тип даних	Опис
1	2	3
Id	Ціле число	Унікальний ідентифікатор строки
Login	Строка	Зберігає дані про логін користувача
Pasword	Строка	Зберігає дані про пароль користувача
DateBirth	Дата	Зберігає дані про дату народження користувача

Продовження таблиці Б.1

1	2	3
Sex	Строка	Зберігає дані про стать користувача
Sity	Строка	Зберігає дані про місце проживання користувача

Для зберігання даних про курс криптовалют за 4 роки використовується таблиця Cryptocurrency, її поля та типи даних цих полів вказані на таблиці Б.2.

Таблиця Б.2 – Поля та типи даних таблиці Cryptocurrency

Ім'я	Тип даних	Опис
1	2	3
Id	Ціле число	Унікальний ідентифікатор строки
Bitcoin	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Bitcoin
Ethereum	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Ethereum
Litecoin	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Litecoin
Ripple	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Ripple
Dogecoin	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Dogecoin
Solana	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Solana
Monero	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Monero

Продовження таблиці Б.2

1	2	3
Cardano	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Cardano
Travala	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Travala
Terra	Десяткове число	Зберігає дані про курс криптовалюти Terra

Якщо перейти до модулів програмного продукту то можна виділити такі модулі: розрахунковий модуль, графічний інтерфейс та базу даних.

Модуль обробки вхідної інформації – це основний і найважливіший модуль, його мета - відправляти дані на обробку алгоритмам та отримувати дані з бази даних.

Модуль роботи з базою даних – цей модуль необхідний для запису та вилучення даних про потрібний препарат з бази даних.

Модуль алгоритмів – це модуль де знаходяться основні алгоритми прогнозування курсу криптовалют.

Модуль графічного інтерфейсу – графічний інтерфейс буде розроблено з використанням технології WinForms, яка є інтуїтивно зрозумілою та інтегрованою в Visual Studio в спільноту Microsoft.

Для більш наочного представлення структурної схеми програмного продукту створено орієнтовне розташування модулів програмного продукту (рис. Б.1).

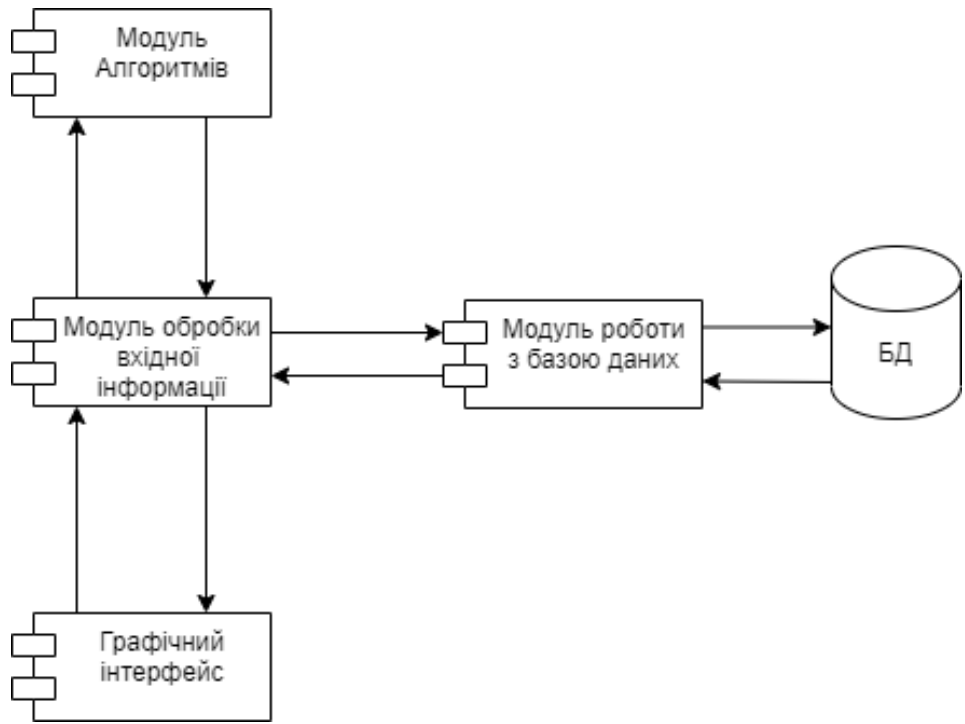


Рисунок Б.1 – Структурна схема програмного продукту

На рисунку Б.2 наведено діаграму класів де зображено опис розташування методів в класах.

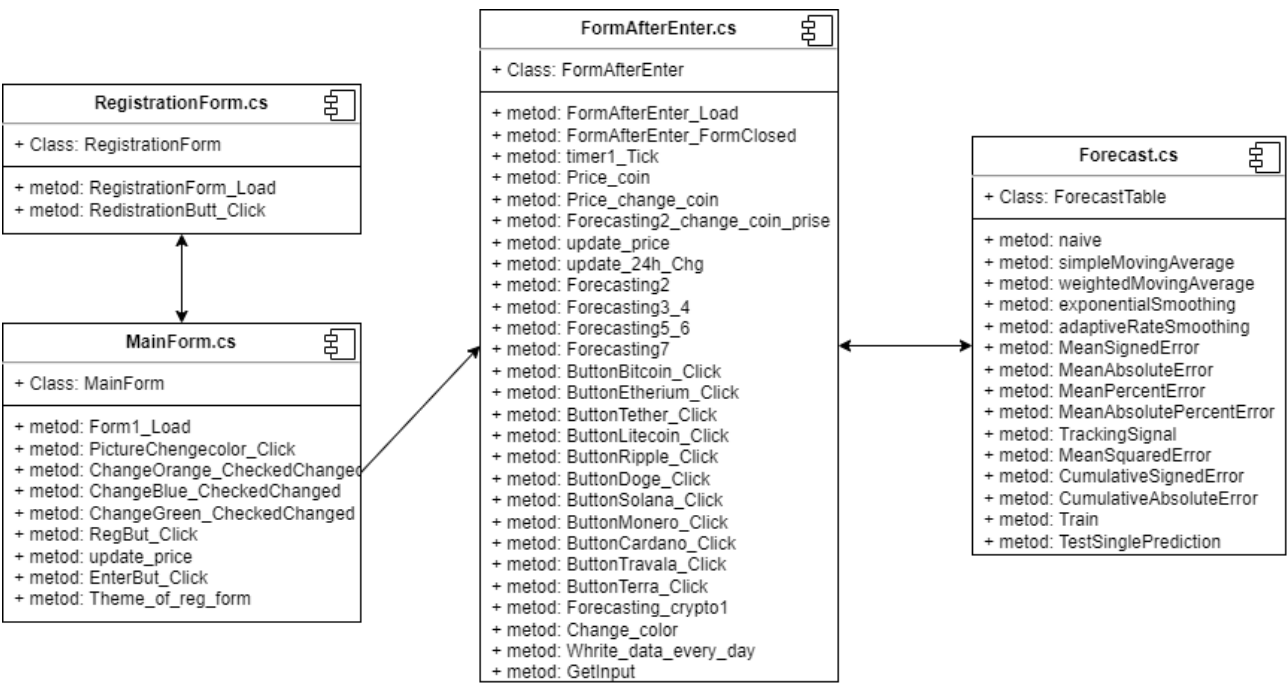


Рисунок Б.2 – Діаграма класів програмного продукту

Б.4 Вибір інструментарію розробки програмного продукту

Загалом, мова програмування C# має багато переваг, таких як висока швидкість виконання коду, підтримка делегатів і подій, а також жорстка типізація. C# також має вбудовану підтримку .NET Framework, що спрощує створення додатків Windows і вебсервісів. Ці переваги роблять C# дуже популярною мовою серед програмістів і дозволяють використовувати її в багатьох сферах, таких як розробка вебсайтів, мобільні додатки, ігри та бізнес-додатки. Отже, підсумовуючи, для розробки програмного забезпечення було обрано мову програмування C#.

Загалом Visual Studio є найбільш повним і функціональним середовищем розробки з усіма інструментами, необхідними для розробки програм для різних платформ, включаючи Windows, мобільні пристрої та хмарні служби. Має найширшу підтримку мов програмування, включаючи C#, C++, Python та ін. Тому для розробки ПП було використано середовище Visual Studio.

Б.5 Виклик і завантаження

Програма викликається користувачем через розширення .exe, яке знаходиться за адресою `AutorizationSql\AutorizationSql\bin\x64\Debug\AutorizationSql.exe` (рис. Б.3) або через середовище розробки Visual Studio 2015 та вище, за допомогою файлу в головній теці програми з розширенням .sln, яке має встановлений пакет інструментів для програмування на мові C#.

Комп'ютер > Локальний диск (F:) > Test_Projects > AuthorizationSql > AuthorizationSql > bin > x64 > Debug

Имя	Дата изменения	Тип	Размер
Data	30.03.2023 12:09	Папка с файлами	
AuthorizationSql.exe	23.04.2023 12:32	Приложение	570 КБ
AuthorizationSql.exe.config	16.03.2023 23:15	XML Configuratio...	1 КБ
AuthorizationSql.pdb	23.04.2023 12:32	Program Debug D...	108 КБ
CpuMathNative.dll	01.02.2023 1:18	Расширение при...	42 КБ
FastTreeNative.dll	01.02.2023 1:18	Расширение при...	70 КБ
LdaNative.dll	01.02.2023 1:18	Расширение при...	162 КБ
MaterialSkin.dll	13.11.2021 13:02	Расширение при...	6 585 КБ
Microsoft.ML.Core.dll	01.02.2023 1:19	Расширение при...	407 КБ
Microsoft.ML.Core.xml	01.02.2023 1:14	Файл "XML"	413 КБ

Рисунок Б.3 – Місце розташування файлу AuthorizationSql.exe

Б.6 Приклади реалізації

Для того, щоб запустити програму його потрібно запустити файл з розширенням .exe.

Далі, натиснути на кнопку, в залежності від потрібності користувача. (рис. Б.4).

Рисунок Б.4 – Головна форма

Далі користувач натискає на одну з кнопок: “Вхід” чи “Реєстрація”.

Після натискання на кнопку “Реєстрація” користувач потрапляє до меню реєстрації нового користувача (рис. Б.5).

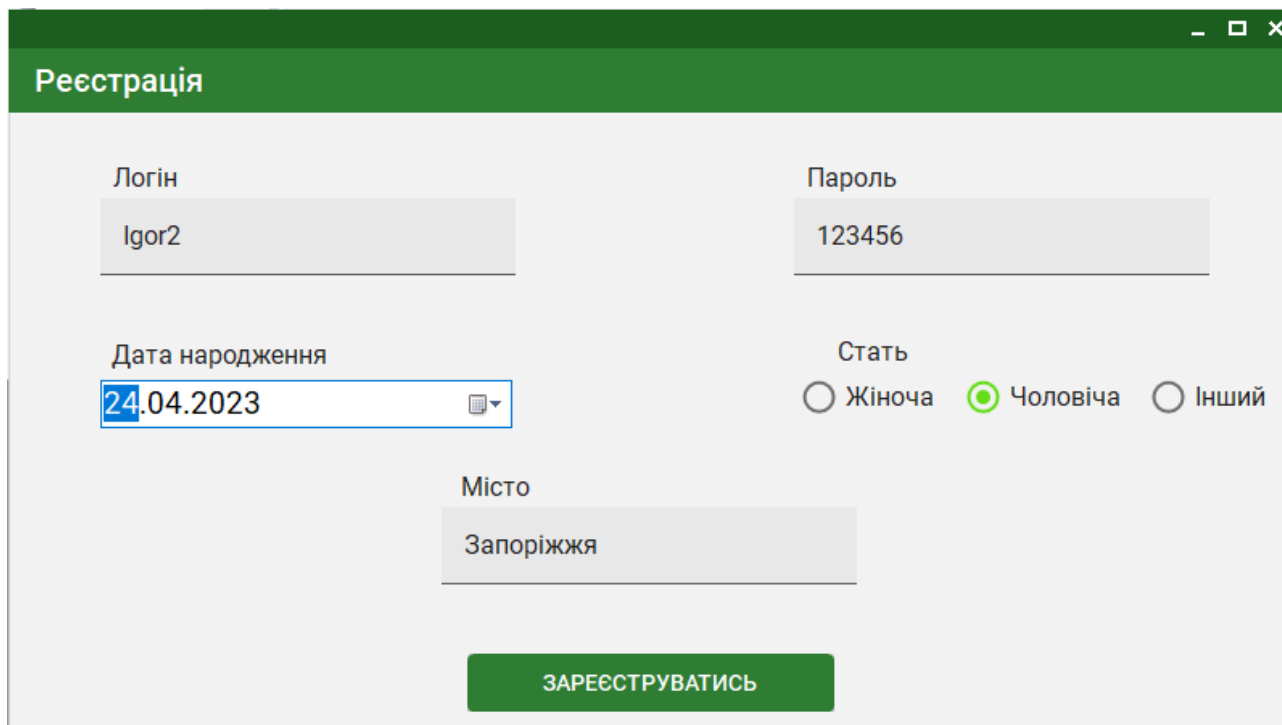


Рисунок Б.5 – Форма додавання нового користувача

Після вводу даних про користувача потрібно натиснути кнопку зареєструватись. Якщо додавання пройшло успішно то буде виведене повідомлення про успішну реєстрацію та повернемося на головну форму (рис. Б.6).

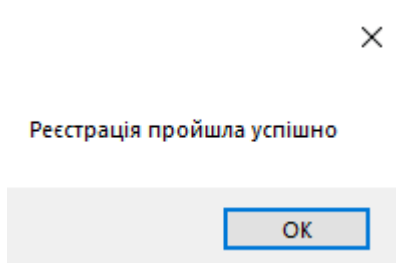


Рисунок Б.6– Повідомлення про успішну реєстрацію

Якщо користувач вже має свій обліковий запис то йому буде потрібно лише ввести свої дані та натиснути на кнопку “ Вхід”, то відкриється форма показу даних про криптовалюти (рис. Б.7).



#	Назва та фото криптовалюти	Ціна	24ч Зміна	Прогноз1	Прогноз2	Прогноз3	Прогноз4	Прогноз5	Прогноз6	Прогноз7	
1	 Bitcoin	27270.290	-1.56%	-1,69%	2.91%	28415,863	28602,013	28415,863	28802,833	27589,225	Купити/Продати
2	 Ethereum	1835.490	-2.10%	-2,27%	2.06%	1933,850	1935,227	1910,884	1903,335	1891,953	Купити/Продати
3	 Tether USD	0.999	0.000%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	Купити/Продати
4	 Litecoin	86.440	-0.66%	-0,72%	2.91%	90,477	90,384	88,964	91,648	90,896	Купити/Продати
5	 Ripple	0.459	-2.31%	-2,07%	0.88%	0,483	0,486	0,479	0,496	0,473	Купити/Продати
6	 Dogecoin	0.078	-2.20%	-2,8%	2.44%	0,082	0,083	0,082	0,082	0,088	Купити/Продати
7	 Solana	21.210	-4.28%	-6,08%	1.21%	22,517	22,868	22,548	22,708	24,126	Купити/Продати

Рисунок Б.7– Форма відображення даних про криптовалюти

Це і є основна форма програми де відображаються дані як про поточні значення вартості криптовалют так і значення прогнозування вартості.

Б.7 Вхідні та вихідні дані

Вхідні дані – логін, пароль, дана народження, місто проживання, стать користувача.

Вихідні дані – дані про поточний та прогнозований курс криптовалют.

ДОДАТОК В
Фрагмент тексту програми

В.1 Фрагмент файла FormAfterEnter.cs

```

namespace AutorizationSql
{
    public partial class FormAfterEnter : MaterialForm
    {
        string BitcoinPrice2, EthereumPrice2, TetherPrice2, LitecoinPrice2, RipplePrice2,
            DogecoinPrice2, SolanaPrice2, MoneroPrice2, CardanoPrice2, TravaLaPrice2, TerraPrice2;
        Random Forecasting = new Random();
        int count_of_iter_forecasting = 0;

        string Bitcoin_24h_Chg2, Ethereum_24h_Chg2, Tether_24h_Chg2, Litecoin_24h_Chg2,
            Ripple_24h_Chg2, Dogecoin_24h_Chg2, Solana_24h_Chg2, Monero_24h_Chg2,
            Cardano_24h_Chg2, TravaLa_24h_Chg2, Terra_24h_Chg2;

        string Bitcoin_Forecasting2_price, Ethereum_Forecasting2_price, Litecoin_Forecasting2_price,
            Ripple_Forecasting2_price, Dogecoin_Forecasting2_price, Solana_Forecasting2_price,
            Cardano_Forecasting2_price;

        string Bitcoin_Forecasting2_percent_of_price, Ethereum_Forecasting2_percent_of_price,
            Litecoin_Forecasting2_percent_of_price,
            Ripple_Forecasting2_percent_of_price, Dogecoin_Forecasting2_percent_of_price,
            Solana_Forecasting2_percent_of_price, Monero_Forecasting2_percent_of_price,
            Cardano_Forecasting2_percent_of_price, TravaLa_Forecasting2_percent_of_price,
            Terra_Forecasting2_percent_of_price;

        string label_waiting_text = "";

        string bitcoin, ethereum, litecoin, ripple, dogecoin, solana, monero, cardano, travaLa, terra;

        string Bitcoin_Forecasting3_price, Ethereum_Forecasting3_price, Litecoin_Forecasting3_price,
            Ripple_Forecasting3_price, Dogecoin_Forecasting3_price, Solana_Forecasting3_price,
            Monero_Forecasting3_price, Cardano_Forecasting3_price, TravaLa_Forecasting3_price, Terra_Forecasting3_price;

        string Bitcoin_Forecasting4_price, Ethereum_Forecasting4_price, Litecoin_Forecasting4_price,
            Ripple_Forecasting4_price, Dogecoin_Forecasting4_price, Solana_Forecasting4_price,
            Monero_Forecasting4_price, Cardano_Forecasting4_price, TravaLa_Forecasting4_price, Terra_Forecasting4_price;

        string Bitcoin_Forecasting5_price, Ethereum_Forecasting5_price, Litecoin_Forecasting5_price,
            Ripple_Forecasting5_price, Dogecoin_Forecasting5_price, Solana_Forecasting5_price,
            Monero_Forecasting5_price, Cardano_Forecasting5_price, TravaLa_Forecasting5_price, Terra_Forecasting5_price;
    }
}

```

```

        string Bitcoin_Forecasting6_price, Ethereum_Forecasting6_price, Litecoin_Forecasting6_price,
        Ripple_Forecasting6_price, Dogecoin_Forecasting6_price, Solana_Forecasting6_price,
        Monero_Forecasting6_price, Cardano_Forecasting6_price, TravaLa_Forecasting6_price, Terra_Forecasting6_price;

        private SqlConnection connection = null;

        public FormAfterEnter()
        {
            InitializeComponent();
            var materialSkinManager = MaterialSkinManager.Instance;
            materialSkinManager.AddFormToManage(this);
            materialSkinManager.Theme = MaterialSkinManager.Themes.LIGHT;
            string theme_of_reg_form = TextColor.Text;

            if (theme_of_reg_form == "1")
            {
                materialSkinManager.ColorScheme = new ColorScheme(MaterialSkin.Primary.Blue800,
                MaterialSkin.Primary.Blue900, MaterialSkin.Primary.Blue800, MaterialSkin.Accent.Cyan700,
                MaterialSkin.TextShade.WHITE);
            }
            if (theme_of_reg_form == "2")
            {
                materialSkinManager.ColorScheme = new ColorScheme(MaterialSkin.Primary.Green800,
                MaterialSkin.Primary.Green900, MaterialSkin.Primary.Green900, MaterialSkin.Accent.LightGreen700,
                MaterialSkin.TextShade.WHITE);
            }
            if (theme_of_reg_form == "3")
            {
                materialSkinManager.ColorScheme = new ColorScheme(MaterialSkin.Primary.Orange800,
                MaterialSkin.Primary.Orange900, MaterialSkin.Primary.Orange800, MaterialSkin.Accent.Yellow700,
                MaterialSkin.TextShade.WHITE);
            }
            connection = new
            SqlConnection(ConfigurationManager.ConnectionStrings["UsersDB"].ConnectionString);
            connection.Open();
        }

        private void FormAfterEnter_Load(object sender, EventArgs e)
        {
            TextColor.Text = "Поздравляю вы прошли авторизацию!";
        }
    
```

```

SqlDataReader sqlBitcoinReader = null;
SqlCommand sqlCommand4 = new SqlCommand("SELECT
Bitcoin,Ethereum,Litecoin,Ripple,Dogecoin,Solana,Monero,Cardano,Travala,Terra FROM Cryptocurrency",
connection);

sqlBitcoinReader = sqlCommand4.ExecuteReader();

bitcoin = ethereum = litecoin = ripple = dogecoin = solana = monero = cardano = travala = terra = "";

while (sqlBitcoinReader.Read())
{
    bitcoin += Convert.ToString(sqlBitcoinReader["Bitcoin"]).Replace(",", ".") + ",";
    ethereum += Convert.ToString(sqlBitcoinReader["Ethereum"]).Replace(",", ".") + ",";
    litecoin += Convert.ToString(sqlBitcoinReader["Litecoin"]).Replace(",", ".") + ",";
    ripple += Convert.ToString(sqlBitcoinReader["Ripple"]).Replace(",", ".") + ",";
    dogecoin += Convert.ToString(sqlBitcoinReader["Dogecoin"]).Replace(",", ".") + ",";
    solana += Convert.ToString(sqlBitcoinReader["Solana"]).Replace(",", ".") + ",";
    monero += Convert.ToString(sqlBitcoinReader["Monero"]).Replace(",", ".") + ",";
    cardano += Convert.ToString(sqlBitcoinReader["Cardano"]).Replace(",", ".") + ",";
    travala += Convert.ToString(sqlBitcoinReader["Travala"]).Replace(",", ".") + ",";
    terra += Convert.ToString(sqlBitcoinReader["Terra"]).Replace(",", ".") + ",";
}

bitcoin = bitcoin.TrimEnd(',');
ethereum = ethereum.Remove(ethereum.IndexOf(",0.000"), ethereum.LastIndexOf(",0.000") -
ethereum.IndexOf(",0.000") + 6);
ethereum = ethereum.TrimEnd(',');
litecoin = litecoin.Remove(litecoin.IndexOf(",0.000"), litecoin.LastIndexOf(",0.000") -
litecoin.IndexOf(",0.000") + 6);
litecoin = litecoin.TrimEnd(',');
ripple = ripple.Remove(ripple.IndexOf(",0.000"), ripple.LastIndexOf(",0.000") -
ripple.IndexOf(",0.000") + 6);
ripple = ripple.TrimEnd(',');
dogecoin = dogecoin.Remove(dogecoin.IndexOf(",0.000"), dogecoin.LastIndexOf(",0.000") -
dogecoin.IndexOf(",0.000") + 6);
dogecoin = dogecoin.TrimEnd(',');
solana = solana.Remove(solana.IndexOf(",0.000"), solana.LastIndexOf(",0.000") -
solana.IndexOf(",0.000") + 6);
solana = solana.TrimEnd(',');
monero = monero.TrimEnd(',');
cardano = cardano.TrimEnd(',');

```

```

travala = travala.TrimStart(',');
travala = travala.TrimEnd(',');
terra = terra.TrimStart(',');
terra = terra.TrimEnd(',');

```

```

Thread myThread = new Thread(new ThreadStart(update_price));
myThread.Start();

```

```

Thread myThread2 = new Thread(new ThreadStart(update_24h_Chg));
myThread2.Start();

```

```

Thread myThread3 = new Thread(new ThreadStart(Forecasting2));
myThread3.Start();

```

```

Thread myThread4 = new Thread(new ThreadStart(Forecasting3_4));
myThread4.Start();

```

```

Thread myThread5 = new Thread(new ThreadStart(Forecasting5_6));
myThread5.Start();

```

```

Change_color();

```

```

Forecasting7();

```

```

/*

```

```

string temp_Bitcoin =
"3434.020,3462.820,3414.480,3409.650,3429.090,3366.920,3359.300,3622.350,3622.890,3644.350,3589.750,3588.340
,3579.790,3562.270,3563.090,3581.220,3622.370,3868.710,3889.920,3939.670,3899.320,3940.520,4113.540,3730.680
,3820.710,3795.060,3798.470,3787.310,3805.430,3810.400,3788.000,3698.660,3844.070,3850.880,3855.050,3844.640
,3916.430,3898.740,3851.200,3860.180,3848.760,3854.770,3901.940,3990.900,3963.900,3970.200,3997.970,4033.130
;

```

```

string temp_Ethereum =
"106.010,109.070,105.940,105.950,106.000,103.320,103.300,118.190,117.920,123.940,119.560,120.930,120.610,119.2
80,120.290,121.680,132.280,144.520,142.760,147.030,144.150,146.400,157.380,131.840,137.450,135.900,134.110,13
4.340,134.750,132.180,129.630,125.160,136.140,137.120,136.100,132.800,136.510,134.590,131.940,132.850,131.030,
131.300,135.790,140.380,138.150,136.860,137.960,138.710,134.490,135.600,136.600,135.460,133.250,133.100,138.
";

```

```

string temp_Litecoin =
"32.280,34.150,33.000,33.690,33.900,32.490,32.750,42.770,44.190,46.300,42.480,43.290,41.200,40.930,42.150,42.930
,43.490,47.500,46.890,51.030,48.490,49.090,51.250,43.640,45.350,44.620,44.870,45.520,46.920,48.360,47.650,45.720
,52.310,55.110,56.540,55.290,57.540,56.280,54.630,56.240,55.330,55.700,58.190,60.920,60.240,59.050,59.220,60.110

```

```

,58.510,59.300,60.380,59.570,58.780,58.330,61.250,60.180,61.160,60.160,60.410,60.430,77.570,85.670,84.670,88.600
";

string temp_Ripple =
"0.304,0.307,0.298,0.295,0.296,0.285,0.288,0.308,0.308,0.307,0.298,0.300,0.300,0.297,0.298,0.297,0.299,0.318,0.321,
0.328,0.317,0.318,0.331,0.296,0.326,0.315,0.309,0.312,0.314,0.313,0.309,0.300,0.313,0.314,0.311,0.306,0.311,0.310,0
.308,0.308,0.311,0.309,0.313,0.317,0.313,0.312,0.314,0.316,0.308,0.309,0.309,0.306,0.300,0.301,0.308,0.304,0.307,0
.309,0.308,0.311,0.354,0.342,0.330,0.363,0.352,0.362,0.357,0.349,0.354,0.328,0.324,0.325,0.329,0.318,0.325,0.335,0.3
35,0.331,0.327,0.321,0.323,0.320,0.300,0.286,0.293,0.291,0.290,0.288,0.304,0.298,0.295,0.301,0.299,0.296,0.299,0. ";

string temp_Dogecoin =
"0.050,0.049,0.050,0.049,0.050,0.051,0.051,0.059,0.057,0.055,0.055,0.055,0.059,0.059,0.057,0.057,0.058,0.057,0.058,
0.059,0.057,0.055,0.053,0.053,0.051,0.053,0.054,0.053,0.054,0.054,0.054,0.053,0.059,0.057,0.056,0.057,0.058,0.061,0
.059,0.060,0.061,0.063,0.076,0.070,0.091,0.112,0.188,0.351,0.300,0.334,0.383,0.294,0.312,0.266,0.235,0.277,0.243,0
.265,0.269,0.305,0.302,0.327,0.364,0.387,0.422,0.548,0.600,0.591,0.650,0.672,0.566,0.454,0.506,0.470,0.394,0.532,0.5
13,0.486,0.495,0.475,0.345,0.398,0.330,0.342,0.298,0.357,0.336,0.343,0.330,0.311,0.293,0.303,0.321,0.340,0.409,0. ";

string temp_Solana =
"247.330,241.640,228.190,236.450,229.850,239.420,236.010,237.270,222.800,217.100,195.840,214.570,218.120,233.4
20,217.720,223.560,206.790,208.430,195.900,194.260,198.390,206.900,212.770,224.660,241.870,214.990,201.230,19
0.620,192.650,191.740,191.600,182.570,173.520,169.520,173.360,153.210,160.470,178.990,182.690,177.370,184.040,
179.760,173.890,180.180,181.580,188.930,192.480,192.740,198.460,198.180,178.650,173.510,173.080,170.660,176.
";

string temp_Monero =
"41.181,41.794,42.195,42.476,42.290,42.952,46.983,47.522,47.643,47.193,48.060,48.362,46.189,46.720,46.060,46.420
,50.626,51.914,50.491,48.923,50.371,53.017,47.854,47.871,47.659,47.633,47.677,48.277,48.337,48.182,46.961,48.688
,49.245,49.840,48.971,48.960,49.045,48.818,49.263,49.787,49.895,51.364,52.710,52.205,51.525,52.482,53.793,51.920
,52.652,52.040,51.930,50.165,50.783,52.935,52.358,52.656,53.503,55.757,58.547,65.987,72.331,62.261,68.133,67.423
,68.356,69.553,68.448,69.591,65.041,65.391,64.580,65.904,64.488,67.939,67.226,69.770,68.324,68.862,67.887,67.991
, ";

string temp_Cardano =
"0.038,0.037,0.037,0.037,0.036,0.036,0.039,0.040,0.041,0.040,0.040,0.040,0.040,0.039,0.040,0.040,0.045,0.046,0.046,
0.044,0.045,0.048,0.042,0.043,0.042,0.041,0.042,0.043,0.042,0.041,0.039,0.042,0.042,0.042,0.042,0.045,0.045,0.047,0
.046,0.045,0.047,0.049,0.050,0.049,0.049,0.051,0.052,0.052,0.056,0.062,0.059,0.056,0.059,0.066,0.065,0.070,0.069,0
.069,0.071,0.082,0.099,0.083,0.089,0.090,0.089,0.086,0.084,0.087,0.082,0.082,0.082,0.081,0.080,0.082,0.082,0.082,0.
";

string[] arrBitcoin = temp_Bitcoin.Split(", ".ToArray());
string[] arrEthereum = temp_Ethereum.Split(", ".ToArray());
string[] arrLitecoin = temp_Litecoin.Split(", ".ToArray());
string[] arrRipple = temp_Ripple.Split(", ".ToArray());
string[] arrDogecoin = temp_Dogecoin.Split(", ".ToArray());
string[] arrSolana = temp_Solana.Split(", ".ToArray());
string[] arrMonero = temp_Monero.Split(", ".ToArray());
string[] arrCardano = temp_Cardano.Split(", ".ToArray());

```

```

string[] copy_Bitcoin = new string[1500];
arrBitcoin.CopyTo(copy_Bitcoin, 0);

string[] copy_Ethereum = new string[1500];
arrEthereum.CopyTo(copy_Ethereum, 0);

string[] copy_Litecoin = new string[1500];
arrLitecoin.CopyTo(copy_Litecoin, 0);

string[] copy_Ripple = new string[1500];
arrRipple.CopyTo(copy_Ripple, 0);

string[] copy_Dogecoin = new string[1500];
arrDogecoin.CopyTo(copy_Dogecoin, 0);

string[] copy_Solana = new string[1500];
arrSolana.CopyTo(copy_Solana, 0);

string[] copy_Monero = new string[1500];
arrMonero.CopyTo(copy_Monero, 0);

string[] copy_Cardano = new string[1500];
arrCardano.CopyTo(copy_Cardano, 0);

for (int c = 0; c < copy_Bitcoin.Length; c++) {

    int i = Array.IndexOf(copy_Bitcoin, null);
    if (i == -1) { break; }
    copy_Bitcoin[i] = "0";
}

for (int c = 0; c < copy_Ethereum.Length; c++)
{

    int i = Array.IndexOf(copy_Ethereum, null);
    if (i == -1) { break; }
    copy_Ethereum[i] = "0";
}

for (int c = 0; c < copy_Litecoin.Length; c++)
{

```

```

    int i = Array.IndexOf(copy_Litecoin, null);
    if (i == -1) { break; }
    copy_Litecoin[i] = "0";
}

for (int c = 0; c < copy_Ripple.Length; c++)
{

    int i = Array.IndexOf(copy_Ripple, null);
    if (i == -1) { break; }
    copy_Ripple[i] = "0";
}

for (int c = 0; c < copy_Dogecoin.Length; c++)
{

    int i = Array.IndexOf(copy_Dogecoin, null);
    if (i == -1) { break; }
    copy_Dogecoin[i] = "0";
}

for (int c = 0; c < copy_Solana.Length; c++)
{

    int i = Array.IndexOf(copy_Solana, null);
    if (i == -1) { break; }
    copy_Solana[i] = "0";
}

for (int c = 0; c < copy_Monero.Length; c++)
{

    int i = Array.IndexOf(copy_Monero, null);
    if (i == -1) { break; }
    copy_Monero[i] = "0";
}

for (int c = 0; c < copy_Cardano.Length; c++)
{

    int i = Array.IndexOf(copy_Cardano, null);

```

```

        if (i == -1) { break; }
        copy_Cardano[i] = "0";
    }

```

```

MessageBox.Show(Array.IndexOf(copy_Bitcoin, null).ToString());
MessageBox.Show(Array.IndexOf(copy_Ethereum, null).ToString());
MessageBox.Show(Array.IndexOf(copy_Litecoin, null).ToString());
MessageBox.Show(Array.IndexOf(copy_Ripple, null).ToString());
MessageBox.Show(Array.IndexOf(copy_Dogecoin, null).ToString());
MessageBox.Show(Array.IndexOf(copy_Solana, null).ToString());
MessageBox.Show(Array.IndexOf(copy_Monero, null).ToString());
MessageBox.Show(Array.IndexOf(copy_Cardano, null).ToString());

```

```

for (int i=0; i<1490;i++) {

```

```

        SqlCommand command = new SqlCommand($"INSERT INTO [Cryptocurrency]
(Bitcoin,Ethereum,Litecoin,Ripple,Dogecoin,Solana,Monero,Cardano)
VALUES
({copy_Bitcoin[i]},{copy_Ethereum[i]},{copy_Litecoin[i]},{copy_Ripple[i]},{copy_Dogecoin[i]},{copy_Solana[i]},{
copy_Monero[i]},{copy_Cardano[i]})", connection);

```

```

        command.ExecuteNonQuery();
    }
    */
}

```

```

private void FormAfterEnter_FormClosed(object sender, FormClosedEventArgs e)
{
    Application.Exit();
}

```

```

private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
{
    Change_color();

```

```

    Thread myThread = new Thread(new ThreadStart(update_price));
    myThread.Start();
    BitcoinPrice.Text = BitcoinPrice2;
    EthereumPrice.Text = EthereumPrice2;
    TetherPrice.Text = TetherPrice2;
    LitecoinPrice.Text = LitecoinPrice2;
    RipplePrice.Text = RipplePrice2;
    DogecoinPrice.Text = DogecoinPrice2;

```

```

SolanaPrice.Text = SolanaPrice2;
MoneroPrice.Text = MoneroPrice2;
CardanoPrice.Text = CardanoPrice2;
TravalaPrice.Text = TravalaPrice2;
TerraPrice.Text = TerraPrice2;

```

```

Thread myThread2 = new Thread(new ThreadStart(update_24h_Chg));
myThread2.Start();
Bitcoin_24h_Chg.Text = Bitcoin_24h_Chg2 + "%";
Ethereum_24h_Chg.Text = Ethereum_24h_Chg2 + "%";
Tether_24h_Chg.Text = Tether_24h_Chg2 + "%";
Litecoin_24h_Chg.Text = Litecoin_24h_Chg2 + "%";
Ripple_24h_Chg.Text = Ripple_24h_Chg2 + "%";
Dogecoin_24h_Chg.Text = Dogecoin_24h_Chg2 + "%";
Solana_24h_Chg.Text = Solana_24h_Chg2 + "%";
Monero_24h_Chg.Text = Monero_24h_Chg2 + "%";
Cardano_24h_Chg.Text = Cardano_24h_Chg2 + "%";
Travala_24h_Chg.Text = Travala_24h_Chg2 + "%";
Terra_24h_Chg.Text = Terra_24h_Chg2 + "%";

```

```

if (count_of_iter_forecasting == 0)
{

```

Bitcoin_Forecasting1.Text	=
Convert.ToString(Forecasting_crypto1(Convert.ToDouble(Bitcoin_24h_Chg2.Replace(".", ",")))) + "%";	
Ethereum_Forecasting1.Text	=
Convert.ToString(Forecasting_crypto1(Convert.ToDouble(Ethereum_24h_Chg2.Replace(".", ",")))) + "%";	
Litecoin_Forecasting1.Text	=
Convert.ToString(Forecasting_crypto1(Convert.ToDouble(Litecoin_24h_Chg2.Replace(".", ",")))) + "%";	
Ripple_Forecasting1.Text	=
Convert.ToString(Forecasting_crypto1(Convert.ToDouble(Ripple_24h_Chg2.Replace(".", ",")))) + "%";	
Dogecoin_Forecasting1.Text	=
Convert.ToString(Forecasting_crypto1(Convert.ToDouble(Dogecoin_24h_Chg2.Replace(".", ",")))) + "%";	
Solana_Forecasting1.Text	=
Convert.ToString(Forecasting_crypto1(Convert.ToDouble(Solana_24h_Chg2.Replace(".", ",")))) + "%";	
Monero_Forecasting1.Text	=
Convert.ToString(Forecasting_crypto1(Convert.ToDouble(Monero_24h_Chg2.Replace(".", ",")))) + "%";	
Cardano_Forecasting1.Text	=
Convert.ToString(Forecasting_crypto1(Convert.ToDouble(Cardano_24h_Chg2.Replace(".", ",")))) + "%";	
Travala_Forecasting1.Text	=
Convert.ToString(Forecasting_crypto1(Convert.ToDouble(Travala_24h_Chg2.Replace(".", ",")))) + "%";	

```

Terra_Forecasting1.Text
Convert.ToString(Forecasting_crypto1(Convert.ToDouble(Terra_24h_Chg2.Replace(".", ","))) + "%";
count_of_iter_forecasting++;
}

```

```

Bitcoin_Forecasting2.Text = Bitcoin_Forecasting2_percent_of_price + "%";
Ethereum_Forecasting2.Text = Ethereum_Forecasting2_percent_of_price + "%";
Litecoin_Forecasting2.Text = Litecoin_Forecasting2_percent_of_price + "%";
Ripple_Forecasting2.Text = Ripple_Forecasting2_percent_of_price + "%";
Dogecoin_Forecasting2.Text = Dogecoin_Forecasting2_percent_of_price + "%";
Solana_Forecasting2.Text = Solana_Forecasting2_percent_of_price + "%";
Monero_Forecasting2.Text = Monero_Forecasting2_percent_of_price + "%";
Cardano_Forecasting2.Text = Cardano_Forecasting2_percent_of_price + "%";
Travala_Forecasting2.Text = Travala_Forecasting2_percent_of_price + "%";
Terra_Forecasting2.Text = Terra_Forecasting2_percent_of_price + "%";

```

```

toolTip1.SetToolTip(Bitcoin_Forecasting2, Bitcoin_Forecasting2_price);
toolTip1.SetToolTip(Ethereum_Forecasting2, Ethereum_Forecasting2_price);
toolTip1.SetToolTip(Litecoin_Forecasting2, Litecoin_Forecasting2_price);
toolTip1.SetToolTip(Ripple_Forecasting2, Ripple_Forecasting2_price);
toolTip1.SetToolTip(Dogecoin_Forecasting2, Dogecoin_Forecasting2_price);
toolTip1.SetToolTip(Solana_Forecasting2, Solana_Forecasting2_price);
toolTip1.SetToolTip(Cardano_Forecasting2, Cardano_Forecasting2_price);

```

```

Bitcoin_Forecasting3.Text = Bitcoin_Forecasting3_price;
Ethereum_Forecasting3.Text = Ethereum_Forecasting3_price;
Litecoin_Forecasting3.Text = Litecoin_Forecasting3_price;
Ripple_Forecasting3.Text = Ripple_Forecasting3_price;
Dogecoin_Forecasting3.Text = Dogecoin_Forecasting3_price;
Solana_Forecasting3.Text = Solana_Forecasting3_price;
Monero_Forecasting3.Text = Monero_Forecasting3_price;
Cardano_Forecasting3.Text = Cardano_Forecasting3_price;
Travala_Forecasting3.Text = Travala_Forecasting3_price;
Terra_Forecasting3.Text = Terra_Forecasting3_price;

```

```

Bitcoin_Forecasting4.Text = Bitcoin_Forecasting4_price;
Ethereum_Forecasting4.Text = Ethereum_Forecasting4_price;
Litecoin_Forecasting4.Text = Litecoin_Forecasting4_price;
Ripple_Forecasting4.Text = Ripple_Forecasting4_price;
Dogecoin_Forecasting4.Text = Dogecoin_Forecasting4_price;
Solana_Forecasting4.Text = Solana_Forecasting4_price;
Monero_Forecasting4.Text = Monero_Forecasting4_price;

```

```
Cardano_Forecasting4.Text = Cardano_Forecasting4_price;
Travala_Forecasting4.Text = Travala_Forecasting4_price;
Terra_Forecasting4.Text = Terra_Forecasting4_price;
```

```
Bitcoin_Forecasting5.Text = Bitcoin_Forecasting5_price;
Ethereum_Forecasting5.Text = Ethereum_Forecasting5_price;
Litecoin_Forecasting5.Text = Litecoin_Forecasting5_price;
Ripple_Forecasting5.Text = Ripple_Forecasting5_price;
Dogecoin_Forecasting5.Text = Dogecoin_Forecasting5_price;
Solana_Forecasting5.Text = Solana_Forecasting5_price;
Monero_Forecasting5.Text = Monero_Forecasting5_price;
Cardano_Forecasting5.Text = Cardano_Forecasting5_price;
Travala_Forecasting5.Text = Travala_Forecasting5_price;
Terra_Forecasting5.Text = Terra_Forecasting5_price;
```

```
Bitcoin_Forecasting6.Text = Bitcoin_Forecasting6_price;
Ethereum_Forecasting6.Text = Ethereum_Forecasting6_price;
Litecoin_Forecasting6.Text = Litecoin_Forecasting6_price;
Ripple_Forecasting6.Text = Ripple_Forecasting6_price;
Dogecoin_Forecasting6.Text = Dogecoin_Forecasting6_price;
Solana_Forecasting6.Text = Solana_Forecasting6_price;
Monero_Forecasting6.Text = Monero_Forecasting6_price;
Cardano_Forecasting6.Text = Cardano_Forecasting6_price;
Travala_Forecasting6.Text = Travala_Forecasting6_price;
Terra_Forecasting6.Text = Terra_Forecasting6_price;
Travala_Forecasting7.Text = Travala_Forecasting6_price;
Terra_Forecasting7.Text = Terra_Forecasting6_price;
```

```
this.Text = label_waiting_text;
}
```

```
string Price_coin(string url)
{
    WebClient webClient = new WebClient();
    string responseString = webClient.DownloadString(url);
    int indexofprice = responseString.IndexOf("price") + 8;
    return responseString.Substring(indexofprice, responseString.Length - 7 - indexofprice);
}
```

```
string Price_change_coin(string url)
{
    WebClient webClient = new WebClient();
```

```
string responseString = webClient.DownloadString(url);  
int indexofprice = responseString.IndexOf("priceChangePercent") + 21;  
  
return responseString.Substring(indexofprice, 5);  
}
```

ДОДАТОК Д
Слайди презентації



Рисунок Д.1 – Слайд № 1

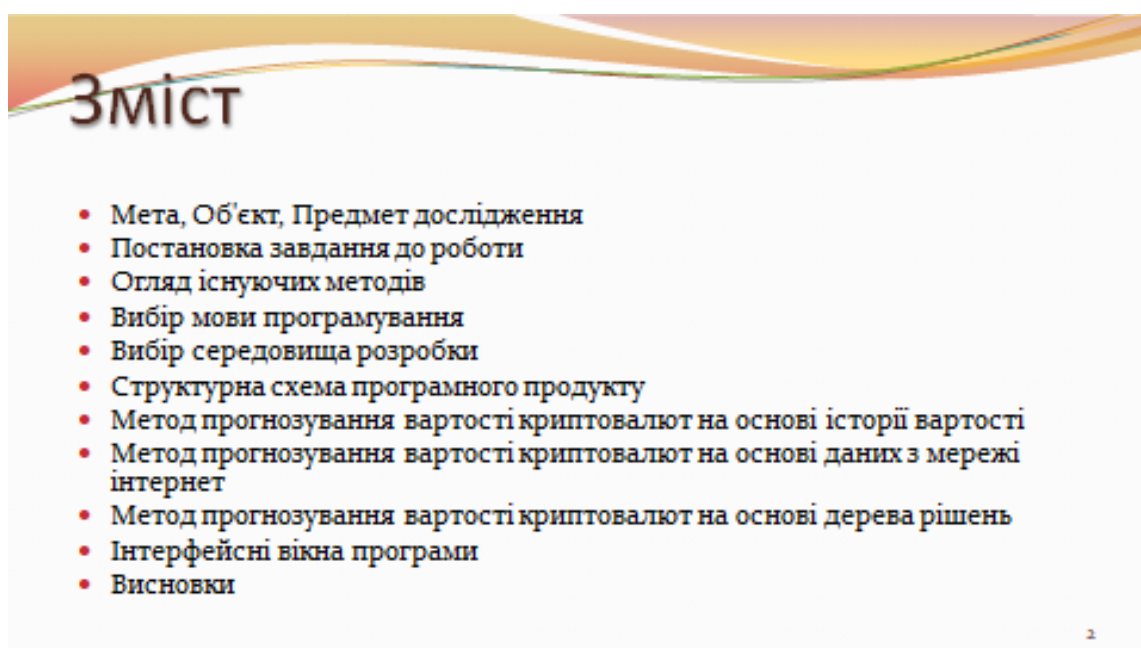


Рисунок Д.2 – Слайд № 2

Мета, Об'єкт, Предмет дослідження

- Об'єкт дослідження – процес прогнозування курсу криптовалюти.
- Предмет дослідження – методи для прогнозування курсу криптовалюти.
- Мета роботи – дослідження, модифікація та програмна реалізація методів прогнозування курсу криптовалюти.

3

Рисунок Д.3 – Слайд № 3

Постановка завдання до роботи

- В даній роботі розглядається проблема прогнозування курсу криптовалют, складність задачі можна описати даною формулою:

$$F = x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \quad (1.1)$$

- де x_1 – величина вибірки вхідних даних;
- x_2 – волатильність;
- x_3 – сезонність даних;
- x_4 – непередбачуваність даних;
- x_5 – кількість нових транзакцій за день;
- x_6 – капіталізація ринку.

4

Рисунок Д.4 – Слайд № 4

Огляд існуючих методів

Метод	Переваги	Недоліки
Проста кована середня	Легко розуміти та реалізовувати.	Не бере до уваги тенденції та сезонність ряду
	Швидко виконує прогнози та використовує мало обчислювальних ресурсів.	Дуже чутливий до випадкових змін
Зважене ковани середнє	Легко розуміти та реалізовувати.	Не бере до уваги тенденції та сезонність ряду
	Показує кращі результати в порівнянні з простою кованою середньою в більш складних рядах.	Не ефективний для рядів, де інтервали часу різні
Експоненційне ковани середнє	Бере до уваги тенденції та сезонність ряду	Не рекомендується для рядів зі складними тенденціями та сезонністю
	Легко налаштуватися для різних характеристик ряду	Чутливий до випадкових змін в даних
Адаптивне експоненційне згладжування	Бере до уваги тенденції та сезонність ряду	Вимагає великої кількості даних для належного підбору параметрів
	Легко налаштуватися та підтримує автоматичне оновлення параметрів	Не може компенсувати зміну в режимі роботи
Дерева прийняття рішень	Дозволяє працювати з різними типами даних	Легко переобчислюється та може працювати погано на нових даних.
	Може компенсувати нелінійні залежності між змінними та дозволяє використовувати їх для вирішення задачі прогнозування.	Може бути складно налаштувати та вимагає великої кількості даних для побудови оптимальної моделі.

5

Рисунок Д.5 – Слайд №5

Вибір мови програмування

Критерії порівняння	C#	C++	Python	Java
Рік випуску	2000	1983	1991	1995
Тип системи	Об'єктна	Об'єктна	Об'єктна	Об'єктна
Наслідування	Так	Так	Так	Так
Динамічна типізація	Так	Ні	Так	Ні
Переносимість	Так	Ні	Так	Так
Виконання коду	JIT	Компіляція	Інтерпретація	JIT
Популярність	Висока	Висока	Висока	Висока

6

Рисунок Д.6 – Слайд № 6

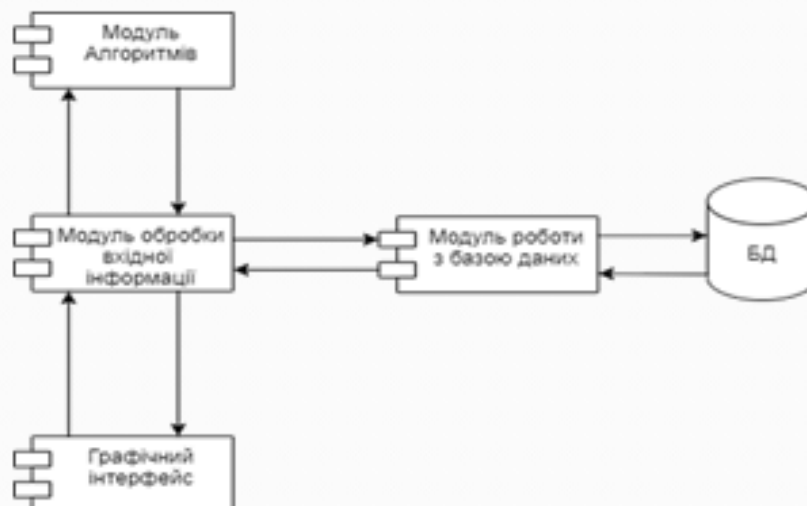
Вибір середовища розробки

Середовище розробки	Visual Studio	Visual Studio Code	Xamarin Studio	JetBrains Rider
Розробник	Microsoft	Microsoft	Xamarin (Microsoft)	JetBrains
Ціна	Платна, але є безкоштовні версії для студентів, некомерційних проєктів та малого бізнесу	Безкоштовна	Безкоштовна	Платна, але є пробний період
Підтримувані операційні системи	Windows, macOS	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS	Windows, macOS, Linux
Основні функції	Повна підтримка .NET Framework, візуальне проектування, відладка, тестування, IntelliSense, Team Foundation Server	Відладження, IntelliSense, Git підтримка, використання розширень, розширюється за допомогою плагінів	Розробка кросплатформних мобільних додатків, підтримка, macOS, відладка, IntelliSense, розширення для використання з Xamarin та .NET	Відладження, IntelliSense, підтримка, .NET Core та Mono, розширення для використання з .NET

7

Рисунок Д.7 – Слайд № 7

Структурна схема програмного продукту



8

Рисунок Д.8 – Слайд № 8

Метод прогнозування вартості криптовалют на основі історії вартості

Формула алгоритму порівняння послідовностей

$$S_{i,j} = \max(S_{i-1,j-1} + w(x_i y_j), S_{i,j-1} + d, S_{i-1,j} - d),$$

де $S_{i,j}$ - оцінка подібності для підпоследовностей $x_1 \dots x_i$ та $y_1 \dots y_j$;

$w(x_i y_j)$ - вагова функція, яка оцінює подібність символів x_i та y_j ;

d - штрафний бал, що використовується для виправлення невідповідностей у вирівнюванні.

Формула лінійної регресії:

$$y = mx + b,$$

де y - прогнозоване значення вартості криптовалюти,

m - коефіцієнт нахилу,

x - поточне значення часу,

b - перетин лінії регресії з осю y .

9

Рисунок Д.9 – Слайд № 9

Метод прогнозування вартості криптовалют на основі даних з мережі інтернет

 Прогноз цены Биткоина на завтра, на неделю - по дням

Также вы можете ознакомиться с прогнозом Биткоина на завтра, а также на 1 неделю от Traders Union.

Дата	День недели	Цена	Изменение
05/11	Четверг	\$29010.84	2.91
05/12	Пятница	\$29881.17	5.74
05/13	Суббота	\$30777.61	8.49
05/14	Воскресенье	\$31700.94	11.15
05/15	Понедельник	\$32651.97	13.74
05/16	Вторник	\$33631.53	16.25
05/17	Среда	\$34640.48	18.69

Приклад даних з сайту TradersUnion

10

Рисунок Д.10 – Слайд № 10

Метод прогнозування вартості криптовалют на основі дерева рішень

Формула байєсовської інференції:

$$P(\text{hypothesis} | \text{evidence}) = \frac{P(\text{evidence} | \text{hypothesis}) \cdot P(\text{hypothesis})}{P(\text{evidence})},$$

де $P(\text{hypothesis} | \text{evidence})$ - ймовірність гіпотези при наявності доказів;

$P(\text{evidence} | \text{hypothesis})$ - ймовірність доказів за умови істинності гіпотези;

$P(\text{hypothesis})$ - апіорна ймовірність гіпотези;

$P(\text{evidence})$ - сукупна ймовірність доказів.

Формула розрахунку ваги гілок дерева:

$$W_i = \frac{\exp(L_i)}{\sum_{j=1}^n \exp(L_j)},$$

де: W_i - вага гілки i ;

L_i - максимальна псевдоподібність для гілки i ;

n - кількість гілок у дереві.

Формула розрахунку ваги гілок:

$$W_{i,j} = \frac{1}{2} (L_i - L_j - d_{i,j}), \quad (3-4)$$

де: $W_{i,j}$ - вага гілки i ;

L_i та L_j - довжини гілок, які з'єднують вузли;

$d_{i,j}$ - відстань між вузлами i та j в початковому дереві.

Формула Байєса:

$$P(H | D) = \frac{P(D | H)P(H)}{P(D)},$$

де $P(H | D)$ - апостеріорна ймовірність гіпотези H при заданих даних D ;

$P(D | H)$ - правдоподібність даних D при заданій гіпотезі H ;

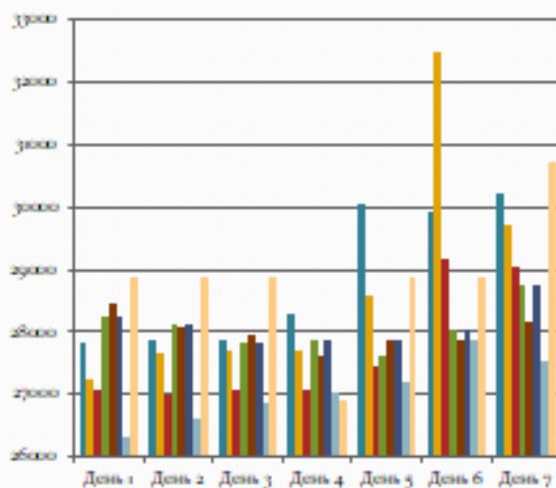
$P(H)$ - апіорна ймовірність гіпотези H ;

$P(D)$ - загальна ймовірність даних D .

11

Рисунок Д.11 – Слайд № 11

Порівняння прогнозування курсу криптовалют різними алгоритмами



	Реальна	МОІВ	МОДМІ	ПКС	ЗКС	ЕКС	АЕЗ	МОДР
День 1	27800							
День 2	27800	27800	27800	27800	27800	27800	27800	27800
День 3	27800	27800	27800	27800	27800	27800	27800	27800
День 4	27800	27800	27800	27800	27800	27800	27800	27800
День 5	27800	27800	27800	27800	27800	27800	27800	27800
День 6	27800	27800	27800	27800	27800	27800	27800	27800
День 7	27800	27800	27800	27800	27800	27800	27800	27800
День 8	27800	27800	27800	27800	27800	27800	27800	27800

- Реальна
- МОІВ - Метод на основі історії вартості
- МОДМІ - Метод на основі даних з мережі інтернет
- ПКС - Проста ковзна середня
- ЗКС - Зважене ковзне середнє
- ЕКС - Експоненційне ковзне середнє
- АЕЗ - Адаптивне експоненційне згладжування
- МОДР - Метод на основі дерева рішень

12

Рисунок Д.12 – Слайд № 12

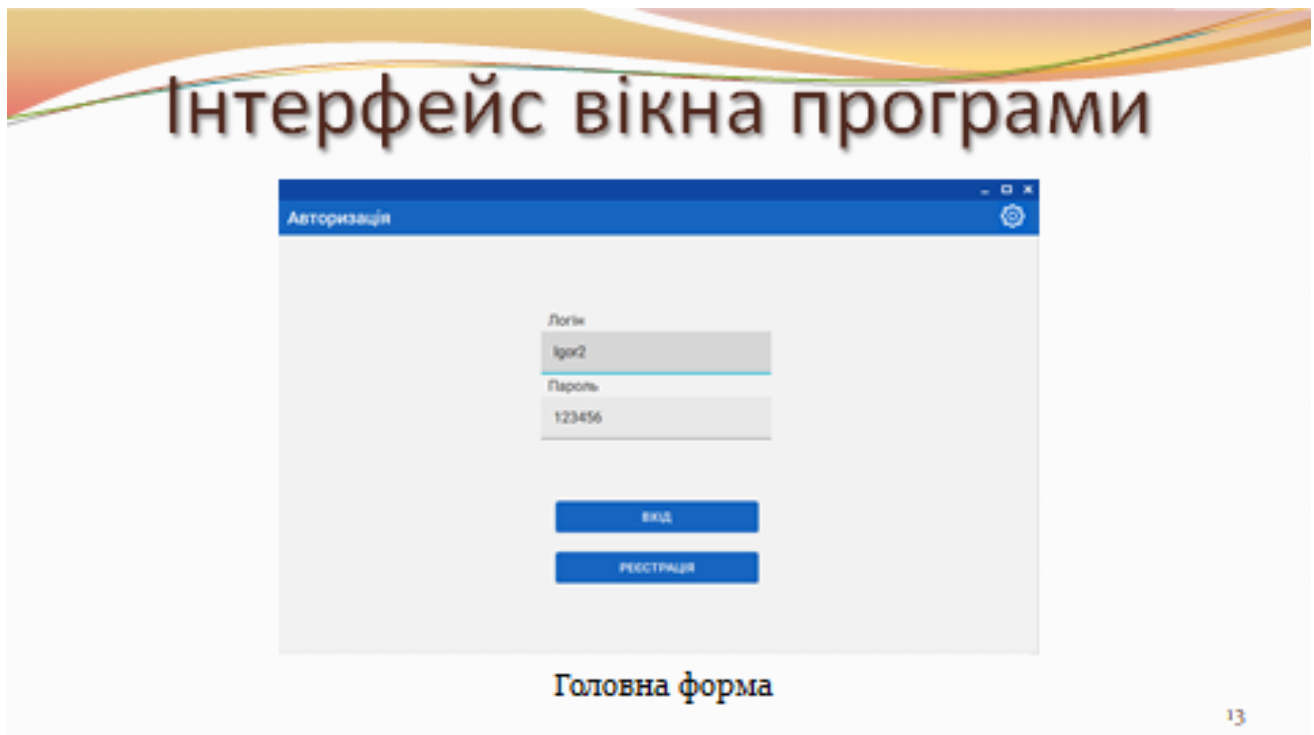


Рисунок Д.13 – Слайд № 13

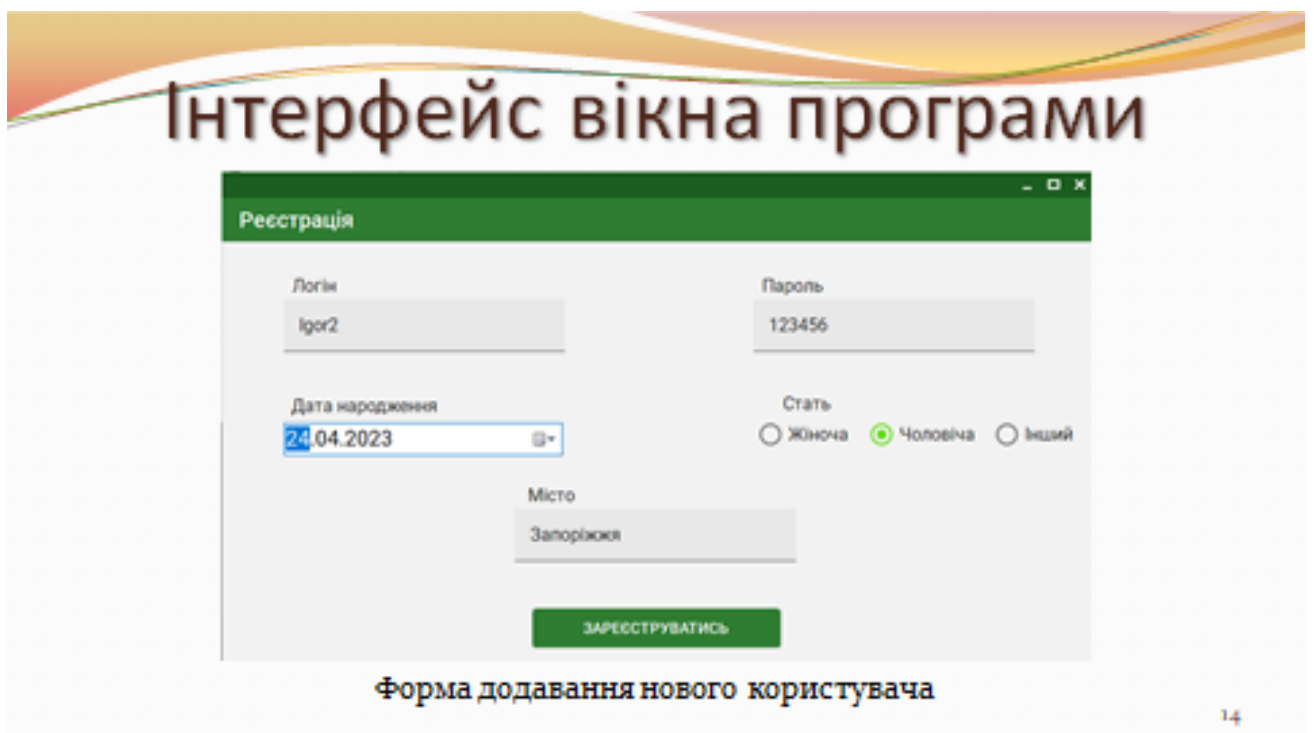


Рисунок Д.14 – Слайд № 14

Інтерфейс вікна програми

#	Назва та фото криптовалюти	Ціна	24h Зміна	Прогноз1	Прогноз2	Прогноз3	Прогноз4	Прогноз5	Прогноз6	Прогноз7	
1	Bitcoin	27270.290	-1.56%	-1.84%	2.91%	28415.562	28402.212	28415.562	28802.803	27988.329	Купить/Продать
2	Ethereum	1835.490	-2.12%	-2.27%	2.28%	1933.930	1935.227	1910.884	1810.326	1881.303	Купить/Продать
3	Tether USD	0.999	0.000%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	Купить/Продать
4	Litecoin	86.440	-0.84%	-0.72%	3.91%	90.477	90.264	88.364	91.548	90.896	Купить/Продать
5	Ripple	0.439	-2.37%	-2.27%	0.88%	0.463	0.466	0.47%	0.496	0.479	Купить/Продать
6	Dogecoin	0.078	-2.30%	-2.3%	3.44%	0.082	0.083	0.082	0.082	0.088	Купить/Продать
7	Solana	21.210	-4.29%	-6.39%	1.21%	22.517	22.848	22.548	22.708	24.138	Купить/Продать

Форма відображення даних про криптовалюти

15

Рисунок Д.15 – Слайд № 15

Висновки

- У результаті роботи розглянуто проблеми поставленого завдання, наведено їх актуальність та доцільність. Вивчено існуючі програми прогнозування курсу, надано алгоритми розв'язання задачі та поставлено завдання до роботи.

15

Рисунок Д.16 – Слайд № 16