

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Факультет інформаційних технологій
Кафедра інтелектуальних технологій**

**ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
БАКАЛАВРА
НА ТЕМУ**

«Система автоматизації процесів на крипто біржі»

Галузь знань **12 «Інформаційні технології»**


Спеціальність **122 «Комп'ютерні науки»**

Освітня програма **«Комп'ютерні науки»**

Освітній рівень: **бакалавр**

Виконав:

студент 4 курсу групи КН-42

 Гежа М. О.

Керівник:

 Циганок В. В.,

Випускна кваліфікаційна робота бакалавра допущена до захисту
рішенням кафедри *інтелектуальних технологій*

Протокол № 13 від 05.06.2023 р.

Зав. кафедри _____ доц. Іларіонов О.Є.

Київ – 2023

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Факультет інформаційних технологій Кафедра
інтелектуальних технологій Спеціальність 122
«Комп'ютерні науки»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри інтелектуальних технологій

_____ (звання, прізвище та ініціали)

__ «__» ____ 20 ____ р.

**ЗАВДАННЯ
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Гежа Михайл Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи

Система автоматизації процесів на крипто біржі

затверджена наказом по університету від «11» листопада 2022р. № 4

2. Термін здачі студентом закінченого роботи

3. Вихідні дані до роботи: розробити систему для автоматизації процесів на крипто біржі

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

1.Провести аналіз подібних систем, що мають подібний функціонал

2. Спроекувати базу даних, бекенд частину, та клієнтську частину

3. Описати вимоги до системи та обрати відповідний інструментарій для розробки ПЗ

4. Розробити та відлагодити систему крипто біржі

5. Перелік презентаційного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових презентацій)

1. Аналітичний огляд: актуальність поставленої задачі, проблематика та поточні дослідження.

2. Постановка задачі: функціональне моделювання та розробка вимог до системи.

3. Проектні рішення: основні функції системи


4. Програмная реалізація та огляд процесу тестування: інформаційне забезпечення, демонстрація роботи застосунку, результати тестування.


5. Висновки

6. Консультанти з випускної кваліфікаційної роботи із зазначенням її розділів, що їх стосуються

Розділ	Консульта нт	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання

Керівник _____ (підпис)  / Циганок В.В. /
(ініціали та прізвище)

Завдання прийняв до виконання _____ (підпис)  / Гежа М.О. /
(ініціали та прізвище)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

По р. №	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів випускної кваліфікаційної роботи	Примітк а
1	Заповнене та підписане керівником та студентом завдання	26.02.2023	
2	Підготовка матеріалів другого розділу. Аналіз основних функцій системи підрахунку витрат та розробка архітектури	9.03.2023 – 26.03.2023	
3	Готовий перший та другий розділ	08.04.2023	
4	Підготовка матеріалів третього розділу. Програмна реалізація, наведення ілюстрацій роботи системи підрахунку витрат.	16.04.2023 – 22.04.2023	
5	Готовий третій розділ	27.04.2023	
6	Аналіз отриманих результатів. Написання висновків.	10.05.2023	
7	Завершення роботи, її оформлення та подання та перевірку.	21.05	
8	Створення презентаційної роботи для захисту.	22.05 – 23.05	
9			
10			

Студент

_____ (підпис) 

Гежа М.О. /
(ініціали та прізвище)

Керівник випускної кваліфікаційної роботи

_____ (підпис) 

Циганок В.В. /
(ініціали та прізвище)

Анотація

Гежа Михайл Олегович виконав кваліфікаційну роботу на тему «Система автоматизації процесів на крипто біржі» за спеціальністю 122 – «Комп’ютерні науки».

У цій кваліфікаційній роботі розроблено систему обробки ордерів крипто біржі, яка керує ордерами на створеній платформі. Сервіс реалізовано у вигляді андроїд додатку, завдяки якому користувачі зможуть взаємодіяти з біржею.

Основна мета полягає в розробленні системи, яка буде імітувати трейдинг на реальній крипто біржі, що дає користувачам досвід трейдингу не витрачаючи власних коштів. За допомогою розробленого андроїд застосунку, користувачі можуть відчувати коливання на ринку та перевірити базові стратегії трейдингу.

Користувачі можуть використовувати лімітні чи макетні ордери для купівлі, продажу крипто валюти, які формуються на клієнтській частині системи.

Основними перевагами розробленої системи є інтуїтивний інтерфейс, який дозволяє легко взаємодіяти з біржею та ефективність її роботи.

Ключові слова: система, ордери, автоматизація, біржа, андроїд застосуток.

Summary

Gezha Mykhail Olegovich completed the qualification work on the topic "System of automation of processes at the crypto exchange" in specialty 122 - "Computer science".

In this qualification work, a crypto exchange order processing system was developed, thanks to which manages orders on the created platform. The service is implemented in the form of an Android application, thanks to which users will be able to interact with the exchange. The main goal is to develop a system that will simulate trading on a real crypto exchange, giving users a trading experience without spending their own funds. With the help of the developed Android application, users can feel the fluctuations in the market and check the basic trading strategies.

Users can use limit or mock orders to buy and sell crypto currency, which are generated on the client side of the system.

The main advantages of the developed system are the intuitive interface that allows easy interaction with the exchange and the speed of its work.

Keywords: system, orders, automation, stock exchange, Android stagnates.

ЗМІСТ

Розділ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ	
ПРОЦЕСІВ НА КРИПТОБІРЖІ, ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	9
1.1 Аналітичний огляд предметної області створення крипто біржі:	9
1.2. Аналіз бізнес процесів крипто біржі	11
1.3 Порівняльний аналіз вже існуючих крипто бірж	13
1.4 Постановка задачі автоматизації процесів на крипто біржі	16
1.5 Перелік основних вимог до реалізації системи автоматизації процесів на крипто біржі	17
1.5.1 Функціональні вимоги	17
1.5.2 Нефункціональні вимоги	18
1.6 Аналіз зацікавлених сторін	19
1.7 Висновок до першого розділу	19
Розділ 2 РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ МОДУЛЮ КРИПТО БІРЖІ	
	20
2.1 Аналіз бізнес процесів та бізнес архітектури предметної області.	20
2.2. Функціональний аналіз	21
2.2.1. Функціональний аналіз модуля користувача	21
2.2.2 Функція бекенду:	23
2.2.3 Функціональний аналіз модуля нейромережі:	23
2.3. Архітектура інформаційної системи.	24
2.4. Діаграми життєвих циклів	27
2.5. Узагальнена технічна архітектура	30
2.6. Архітектура нейронної мережі	31
2.8. Вибір середовища та інструментів реалізації для системи крипто біржі.	34
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ	
ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ	
	38
3.1. Реалізація програмної системи автоматизації процесів на крипто біржі	38
3.1.1. Реалізація фронтенд частини	38

	7
3.1.2. Реалізація бекенд частини системи	40
3.2 Програмна реалізація системи крипто біржі.	42
3.2.1 Опис використовуваних технологій та структури проекту.	42
3.3. Тестування та аналіз модулю крипто біржі	44
3.3.1 Тестування нейромережі.....	44
3.3.1 Аналіз результатів коливання ринку криптовалюти після інтеграції нейромережі	45
3.3.2 Тестування клієнтської частини	46
3.4 Висновок третього розділу	53
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	55

ВСТУП

Дана робота присвячена реалізації системи автоматизації процесів на крипто біржі, яка набирає популярність, зі зв'язком з ширшим використанням крипто валюти, та появою все більшої кількості крипто бірж.

Об'єктом дослідження є: процеси на крипто біржі.

Предмет дослідження: розробка програмної системи автоматизації та удосконалення процесів на крипто біржі.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз сучасних проблем автоматизації процесів на крипто біржі
- виокремити основні бізнес-процеси автоматизації процесів на крипто біржі;
- розробити загальну постановку задачі;
- сформулювати основні функціональні та нефункціональні вимоги до інформаційної системи;
- описати основні процеси автоматизації процесів на крипто біржі.

Розділ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ НА КРИПТОБІРЖІ, ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Аналітичний огляд предметної області створення крипто біржі:

Перед тим, як почати ознайомлення з автоматизацією процесів на крипто біржі: а що ж собою являє криптобіржа? Біржа – це платформа (сайт або мобільний додаток), яка дозволяє користувачам купувати, продавати або обмінювати цифрові валюти (Bitcoin, Ethereum, Dogecoin etc.) на інші активи, такі як (USDT, BUSD, EUR, USD тощо) або інші криптовалюти. Для трейдера це основна платформа для відкриття угод на купівлю або продаж монет.

Далі пояснимо, що таке криптовалюта: криптовалюта – це цифрові гроші, засновані на технології блокчейн. На відміну від гривні, долара євро або іншої фіатної валюти, немає центрального органу, який керує та підтримує вартість криптовалюти. Натомість цим займаються користувачі через інтернет.

З крипто біржею зрозуміло, тепер розберемося які завдання і процеси виконуються на крипто біржі. Основним завданням криптобірж є забезпечення можливості купівлі та продажу різних криптовалют за фіатні гроші або інші криптовалюти. Більшість криптобірж працюють на основі технології блокчейн, що дозволяє створювати безпечні та надійні транзакції.

Одним з головних факторів успіху криптобірж є забезпечення безпеки та захисту клієнтських коштів. Зважаючи на те, що криптовалюти є цифровими активами, які не мають фізичної форми, вони піддаються ризику крадіжки та шахрайства. Тому, криптобіржі мають високі вимоги до захисту даних та приватності користувачів.

Окрім того, існує багато факторів, які впливають на успішність криптобіржі. Наприклад, важливо мати швидкий та надійний двигун торгівлі, який забезпечить високу швидкість обробки заявок та зменшить ризики

затримок. Також важливими є різноманітність та ліквідність доступних на біржі криптовалют, а також наявність відповідного регулювання та ліцензування.

Ордери на крипто біржах є інструкціями, які трейдери надсилають на платформу, щоб вказати, яку криптовалюту вони хочуть купити або продати, а також за якою ціною. Ці ордери виконуються на ринку, коли ціна досягає заданого рівня.

Розглянемо два найпопулярніші типи ордерів.

Лімітні ордери на криптовалютних біржах - це тип замовлення, яке трейдер розміщує для покупки або продажу криптовалюти за певною ціною або кращою. Лімітні замовлення виконуються тільки в тому випадку, якщо ринкова ціна досягне або перевищує вказану ціну в замовленні. Таким чином, трейдер може мати більший контроль над вартістю, за якою він купує або продає криптовалюту.

При розміщенні маркетного замовлення трейдер не вказує конкретну ціну, за якою він хоче здійснити операцію. Замість цього, він просто вказує обсяг криптовалюти, яку він бажає купити або продати. Маркетні замовлення виконуються негайно за поточну ринкову ціну. Це означає, що трейдер отримає криптовалюту за найкращу доступну ціну на момент виконання замовлення.

Інструмент для виконання ордерів: ф'ючерс - це тип деривативного фінансового інструменту, який укладається між двома сторонами для купівлі або продажу активу (такого як товари, крипто валюти, тощо) за певною ціною і в певний майбутній момент часу.

На крипто біржі виконує операції трейдер - це особи або компанії, які займаються купівлею та продажем криптовалют з метою отримання прибутку. Вони використовують різні стратегії торгівлі та аналізують ринок, щоб приймати рішення щодо купівлі або продажу криптовалютних активів. Трейдери на криптобіржах мають доступ до торговельних платформ, де вони можуть розміщувати замовлення на купівлю або продаж криптовалют. Вони можуть використовувати різні типи замовлень, такі як ринкові замовлення, лімітні замовлення, для виконання своїх стратегій.

1.2. Аналіз бізнес процесів крипто біржі

Для моделювання основних процесів управління проектами в нотаціях будемо використовувати онлайн-інструмент для побудови діаграм draw.io.

Спочатку визначимо основні завдання, які сервіс буде вирішувати. Це допоможе нам вибрати відповідні технології. Потім проаналізуємо можливі рішення та виберемо найбільш придатну для наших цілей технологію.

В крипто біржі є дві групи:

- 1) Взаємодія користувача на біржі.
- 2) Процеси автоматизації на біржі.

Спочатку розглянемо пункти взаємодії користувача на біржі:

- 1) Можливість реєстрації на біржі.
- 2) Можливість авторизації, для входу у власний акаунт.
- 3) Формування маркетних ордерів на купівлю та продаж криптовалюти.
- 4) Формування лімітних ордерів на купівлю та продаж криптовалюти.
- 5) Перегляд активів на біржі
- 6) Відміна не закриптих лімітних ордерів.
- 7) Зміна даних акаунта(емейлу або паролю)

Процеси автоматизації на біржі:

- 1) Обробка ордеру на купівлю оба продажу маркетних ордерів
- 2) Обробка ордеру на купівлю та продажу обрлімітних ордерів
- 3) Менеджментом пулу ордерів.
- 4) Логування закритих ордерів на біржі.

Детально розглянемо автоматизоваті процес обробку ордерів (маркетні та лімітні), зображемо цей процеси на контекстній діаграмі “ЯК Є” (рис. 1.1) відображення процеси обробки ордеру на серверній частині.



Рис 1.1 – Контекстна діаграма автоматизованого процесу виконання ордеру “ЯК Є”

Більш детально можна розглянути автоматизоваті процес обробку ордеру на діаграмі декомпозиції (рис. 1.2). Як і на минулій діаграмі (рис. 1.1) на вхід ми отримуємо запит користувача, стек активних ордерів, запит нейромережі. Система отримує всю необхідну інформацію та закриває ордер.

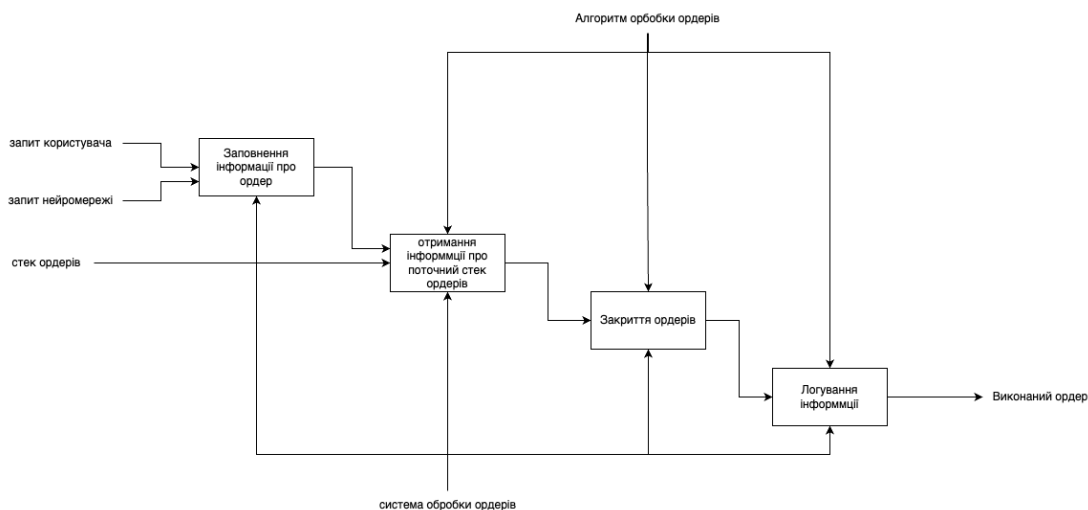


Рисунок 1.2 Декомпозиція діаграми автоматизованого процесу обробки ордерів

1.3 Порівняльний аналіз вже існуючих крипто бірж

Binance, Coinbase і Kraken є одними з найпопулярніших бірж криптовалют у світі. Хоча всі три платформи дозволяють користувачам торгувати криптовалютами, існують деякі відмінності в їх функціях, комісіях і загальному досвіді користувача

1) Біржа криптовалют Binance — це найбільша за обсягами торгівлі світова онлайн-платформа, яка дозволяє трейдерам відстежувати рухи ринку найбільшої кількості цифрових активів і проводити торгові операції у режимі реального часу з максимальним комфортом. Монети та токени: Binance пропонує найширший вибір монет і токенів із понад 500 різними криптовалютами, доступними для торгівлі. Високий рівень безпеки: Binance відома своєю високою безпекою та має різноманітні заходи для захисту користувачів від кібератак та шахрайства. Регулярні промо-акції: Binance пропонує регулярні промо-акції та програми лояльності для користувачів, що дозволяє їм отримувати додаткові бонуси та знижки. До недоліків біржі можна віднести: Необхідність верифікації: Для користування більшістю функцій Binance необхідно пройти верифікацію, що може зайняти деякий час та призвести до додаткових витрат. Обмежені методи оплати: Binance не пропонує деякі методи оплати, такі як PayPal, що може створювати деякі незручності для користувачів.

2) Coinbase – це екосистема, до якої входять найбільша в США централізована біржа криптовалют, крипто гаманець, NFT-маркетплейс, сервіс кастодіального зберігання цифрових активів та інші продукти. Компанія була заснована у 2012 році в США. Coinbase пропонує більш обмежений вибір із близько 70 криптовалют. У 2021 році Coinbase стала першою компанією, що управляє біржею криптовалют, яка провела розміщення своїх акцій на крипто біржі. Coinbase не надає послуги торгівлі у Росії, Україні та Білорусі. Обмежена кількість функцій біржі є у Казахстані. Coinbase відома як одна з

найавторитетніших криптовалютних бірж у світі, а Binance та Kraken у минулому стикалися з негативною пресою через порушення безпеки та нормативні проблеми. Coinbase відома своєю чудовою підтримкою клієнтів, пропонуючи підтримку телефоном, електронною поштою та в чаті. Binance та Kraken також пропонують підтримку, але час відповіді може відрізнятись.

3) Як одна з найбільших і найстаріших біткойн бірж у світі, Кракен традиційно вважається одним з кращих місць для онлайн покупки та продажу крипто завдяки відмінному сервісу, низьким комісіям, різноманіттю способів переказів та суворим стандартам безпеки. Була створена 2011 році. Kraken має широкий вибір, близько 50 доступних криптовалют. Висока безпека: Kraken має високий рівень безпеки, що дозволяє користувачам бути впевненими в безпеці своїх коштів та особистих даних. Швидкі виплати: Kraken пропонує швидкі виплати, що дозволяє користувачам отримувати свої кошти вчасно.

Результати порівняння наведено таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Результати порівняння основних криптобірж

Системи Критерії	Binance	Coinbase	Kraken
Домінування по кількості різних криптовалют	+	-	-

Домінування по надійності	-	+	-
Гарна підтримка клієнта	+	+	-
Невелика комісія	+	-	+

Таким чином, Binance пропонує найширший вибір монет і найнижчі комісії, але в минулому стикався з проблемами безпеки. Coinbase має гарну репутацію та відмінну підтримку клієнтів, але стягує вищі комісії. Kraken пропонує хороший баланс між вибором, комісією та безпекою, але може мати повільніше підтримку клієнтів. Зрештою, найкращий для вас обмін залежатиме від ваших індивідуальних потреб і уподобань.

1.4 Постановка задачі автоматизації процесів на крипто біржі

Проектування системи криптовалютної біржі передбачає вирішення ряду технічних та організаційних задач. Основними задачами проектування крипто біржі є:

- 1) Розробка архітектури системи: розробка технічної архітектури біржі, включаючи аналіз та вибір технологій, організацію бази даних та її моделювання, а також розробку системи безпеки.
- 2) Розробка інтерфейсу: розробка зручного та інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу для користувачів, який дозволяє здійснювати торгівлю криптовалютами з максимальною швидкістю та зручністю. Також проглядати інформацію стосовно торгів та стану власного гаманця
- 3) Розробка систем безпеки: розробка системи безпеки для захисту від хакерських атак, зловживань та інших загроз, що пов'язані з криптовалютною торгівлею. До таких систем входять захист від SQL-ін'єкцій, cross-site scripting (XSS), зловживань невідповідністю валідності даних, використання відкритих API, двофакторні аутентифікаційні системи тощо.
- 4) Розробка функціоналу біржі: включаючи автоматизовані процеси обробки лімітних та маркетних ордерів для закриття ордеру трейдерів.
- 5) Створення пулу ф'ючерсів в базі даних для подальшого використання системою для трейдингу.
- 6) Розробка нейромережі, яка буде трейдити на крипто біржі, для симуляції торгів на біржі з реальними трейдерами.

1.5 Перелік основних вимог до реалізації системи автоматизації процесів на крипто біржі

1.5.1 Функціональні вимоги

Функціональні вимоги поділяються на вимоги до роботи та вимоги до інтерфейсу програми.

1.5.1.1 Вимоги до роботи програми:

- 1) Реєстрація та ідентифікація користувачів. Крипто біржа має забезпечити можливість реєстрації користувачів та перевірки їх особистих даних для забезпечення безпеки та відповідності законодавству. Для цього має бути розроблений функціонал, що передбачає підтвердження особистості за її даними, які доводять що це не шахрай.
- 2) Керування коштами. Функціонал керування коштами має забезпечувати можливість додавання коштів зі зберіганням інформації про транзакції.
- 3) Розробка функціоналу менеджменту ордерів. Розробка функцій обробки ордерів, включаючи автоматизовані процеси: обробки лімітних та маркетних ордерів на купівлю та продажу криптовалюти, логування закритих ордерів.
- 4) Розрахунок цін. Функціонал розрахунку цін має забезпечувати точний розрахунок ціни криптовалют на основі даних з торгів на внутрішньому ринку, дані зміни цін мають моментально повідомлятися користувачу.
- 5) Забезпечення безпеки. Функціонал забезпечення безпеки має забезпечувати захист користувачів та їх коштів від різних видів атак, включаючи хакерські атаки та шахрайство. Для цього мають бути розроблені механізми аутентифікації та авторизації, шифрування даних, моніторинг безпеки та інші заходи.

1.5.1.2 Вимоги до інтерфейсу

Інтерфейс має складатися з наступних вікон:

- 1) Вікно авторизації(логін, пароль, кнопка входу та реєстрації)
- 2) Вікно реєстрації(ФІО, емейл, пароль)

- 3) Вікно торгів біржі зі списками доступних токенів на купівлю та продаж
- 4) Вікно ордеру на купівлю чи продаж токени.
- 5) Вікно портфелю зі списком токенів, що належать трейдеру, ціною за якою куплено токен та її поточною ціною.
- 6) Вікно перегляду та управління лімітних ордерів
- 7) Вікно управління аккаунтом користувача

1.5.2 Нефункціональні вимоги

1.5.2.1 Зовнішній вигляд програмного вікна:

- 1) Система має надійно працювати в умовах конкурентного доступу багатьох трейдерів до списку токенів
- 2) Система має забезпечувати безпеку даних трейдера та його операцій.

1.5.2.2 Вимоги до інструментарію

- 1) Для розробки серверної частини додатку використовувати мову програмування PHP 8
- 2) Для збереження даних використовувати СУБД MySQL
- 3) Клієнтська частина має бути реалізована у формі мобільного додатку на Kotlin з використанням бібліотек Android та Material.
- 4) Нейромережі, яка буде трейдити, створення на Python.

1.6 Аналіз зацікавлених сторін

Зацікавлені сторони:

- 1) аналітики крипто бірж.
- 2) організації чи звичайні люди, які хочуть протестувати стратегії трейдингу на крипто біржі.

Тож це система буде цікава вузькому осередку людей які тісно зв'язані з торгами на біржі і вивчають процесами її роботи.

1.7 Висновок до першого розділу

Метою роботи є проектування та реалізація системи автоматизації процесів на крипто бірж, симуляцією середовища реальних торгів. Наявність аналогічних систем підтверджують актуальність. Проведено аналіз існуючих крипто бірж, виявлені головні критерії.

Також була спроектовані контекстна діаграма та її декомпозиція для обробки ордерів.

Також виявлені функціональні та нефункціональні вимоги для системи. Та виявлення основні цілі.

Розділ 2 РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ МОДУЛЮ КРИПТО БІРЖІ

2.1 Аналіз бізнес процесів та бізнес архітектури предметної області.

Аналіз бізнес процесів (модуля користувача, та модуля нейромережі) крипто біржі допоможе зрозуміти, як ця платформа працює та як можна поліпшити її ефективність та продуктивність.

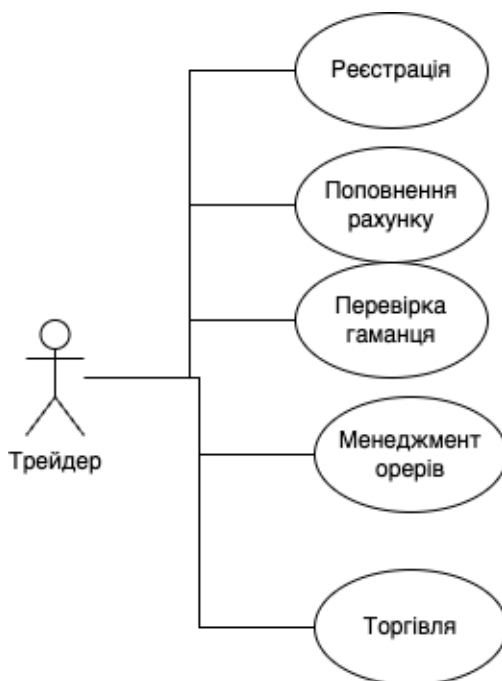


Рисунок 2.1 діаграма бізнес процесів

Основні бізнес-процеси (користувача) крипто-біржі включають наступне:

1. Реєстрація користувачів: цей процес включає реєстрацію нових користувачів на біржі та підтвердження їх аккаунту.
1. Торівля: цей процес включає купівлю та продаж криптовалют між користувачами на біржі.
2. Поповнення рахунку: цей процес включає внесення коштів на рахунок користувачів для здійснення торівлі.

3. Перевірка гаманця: цей процес включає перевірку власних коштів, акцій користувача.
4. Менеджмент ордерів: цей процес включає перевірку, видалення та модифікацію активних ордерів.

Основні бізнес-процеси (нейромережі) крипто-біржі включають наступне:

1. Отримання стану торгів: отримання повного стану ордерів на біржі.
2. Торгівля: купівля: цей процес включає купівлю та продаж криптовалюти.

2.2. Функціональний аналіз

Система поділяється на два модулі: взаємодія з користувачем та робота нейромережі.

2.2.1. Функціональний аналіз модуля користувача

Функціональний аналіз модуля користувача крипто біржі передбачає використання функцій, які повинна виконувати крипто біржа для забезпечення ефективної та безпечної торгівлі криптовалютами, для надання користувачу найкращого опиту перебування на ній. Ці функції можна розділити на два епати (робота фронтенду та робота бекенду)



Рисунок 2.2 дерево функцій фронтенду

- I. UX інтерфейсу в завдяки якому користувач зможе швидко, легко та інтуїтивно взаємодіяти з біржею. До цього відноситься створення:
- II. REST API яке буде контактувати з бекком, до його обов'язків буде входити безпека та ефективність REST запитів.

2.2.2 Функція бекенду:

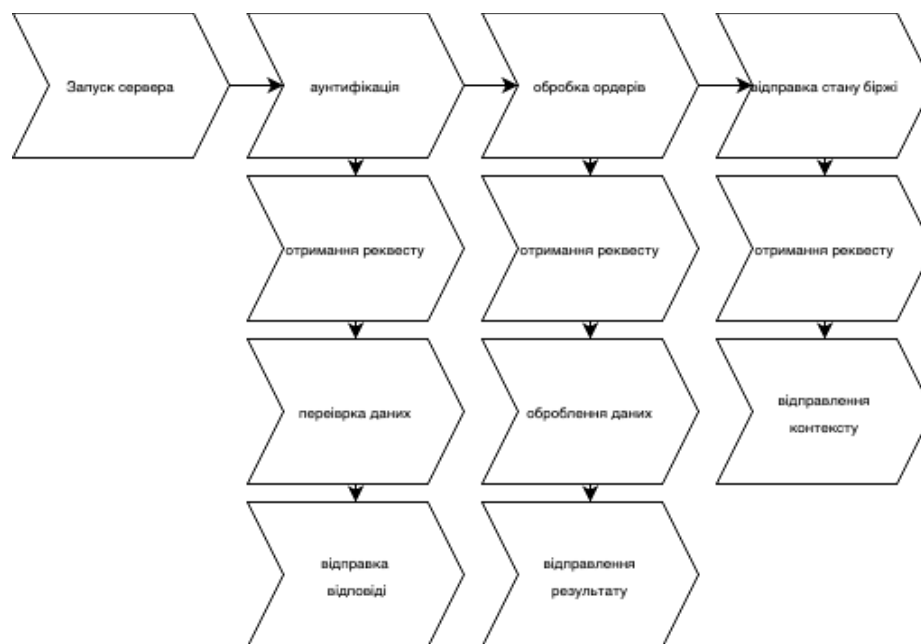


Рисунок 2.3 дерево функцій бекенду

- III. Функції алгоритму який буде обробляти транзакції (створення, закриття та відміну транзакції)
- IV. Функції аутентифікації користувачів.

2.2.3 Функціональний аналіз модуля нейромережі:

Воно поділяється на 2 етапи (навчання та використання експертів)

1. Навчання експертів



Рисунок 2.4 дерево функцій нейромережі

- I. Первинна ініціалізація
 - i. Первинне задання найпершого покоління агентів
 - ii. Встановлення кількості епох навчання
 - iii. Встановлення правил нового покоління
 - II. Ітераційне навчання експертів
 - i. Формування покоління
 - ii. Симуляція
 1. Експерт отримують дані про стан системи
 2. На основі даних приймають рішення
 3. Виконують дію на основі прийнятого рішення
 - iii. Відбір кращих
 - III. Збереження навчених експертів
2. Використання на реальних кейсах

2.3. Архітектура інформаційної системи.

Для побудови буде використовуватись Draw IO. Інструмент для створення діаграм, схем, блок-схем, мереж та інших типів візуальних моделей. Він пропонує користувачам ряд інструментів для розміщення, з'єднання та форматування форм, тексту, зображень та інших елементів у діаграмах.

app.diagrams.net безкоштовний та може бути використаний онлайн, або встановлено як додаток для роботи з офлайн.

UML означає "Unified Modeling Language" або "уніфікована мова моделювання". Це стандарт, який використовується для візуалізації, проектування та документування програмного забезпечення. UML надає стандартний набір графічних символів та конструкцій для відображення різних аспектів програмної системи, включаючи її структуру, функції та взаємодію з іншими системами. UML дозволяє команді розробників та зацікавленим сторонам спілкуватися із загальним розумінням проекту та зменшує можливість помилок та недорозумінь під час розробки програмного забезпечення.

Для побудови архітектури системи, нам спочатку треба визначити модулі системи. Системи буде включати в себе клієнт-серверну архітектуру (3 модуля)

Клієнтський модуль («Client») буде складатися з таких компонентів:

- отримання заданих користувачем даних («fetch_data»);
- взаємодія з сервером через запити («client_network»);
- опис користувацького інтерфейсу («GUI»).

Модуль серверної частини («Server») складатися з таких компонентів:

- взаємодія з клієнтами через мережу («server_network»);
- бізнес-логіка сервера («business_logic»);
- робота з базою даних («use_db»);
- взаємодія з API через мережу («API»);

Модуль нейромережа («Neural Network») матиме три компоненти:

- отримання даних від сервера («get_orders_data»);
- підготовка вхідних даних («data_preprocessing»);
- симуляція («simulation»);
- відбір кращих («best_selection»);

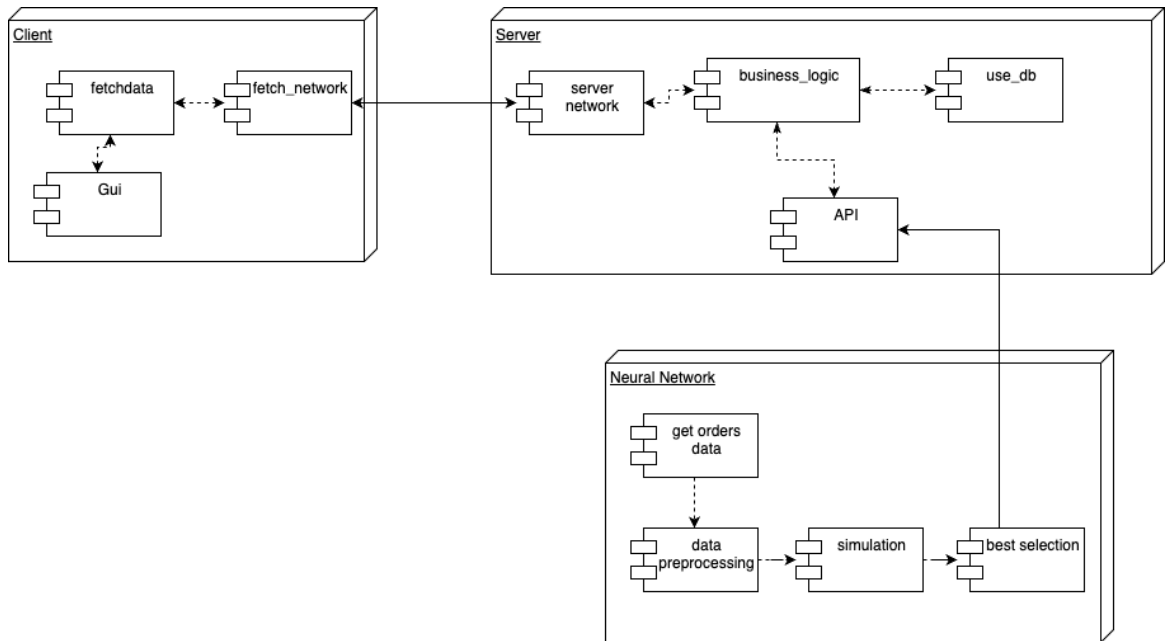


Рисунок 2.5 – Компонентна архітектура застосунку

Додаток складається з 3-х частин: «Client» і «Server», «Neural Network».

«Client» містить два компоненти - clientGUI , який відповідає за користувацький інтерфейс, і «clientNetwork», що відповідає за взаємодію з сервером. Причому перший компонент залежить від другого. Client має за мету реалізувати взаємодію з користувачем «fetch_data» та виводити результати.

«Server» містить в собі всю реалізацію серверної частини. «businessLogic» містить весь код, що реалізує бізнес-логіку сервера, «server-network» реалізує взаємодію з клієнтом. «use_db» відповідає за взаємодію з базою даних(запис, та отримання інформації), та «API» відповідає за взаємодію з нейронною мережею.

«Neural Network» містить в собі всю реалізацію нейромережі яка буде навчатися вираховувати найкращу стратегію трейдингу, та трейдити використовуючи її. «get_orders_data» буде отримувати активний стек ордерів з біржі, «data_preprocessing» підготовка даних до навчання нейронної мережі. «simulation» навчання нейронної мережі, та «best_selection» відбір найкращих експертів.

2.4. Діаграми життєвих циклів

Перейдемо до описання загальних життєвих циклів та їх переходів.
Побудуємо життєвий цикл клієнтської частини крипто біржі(рис. 2.4):

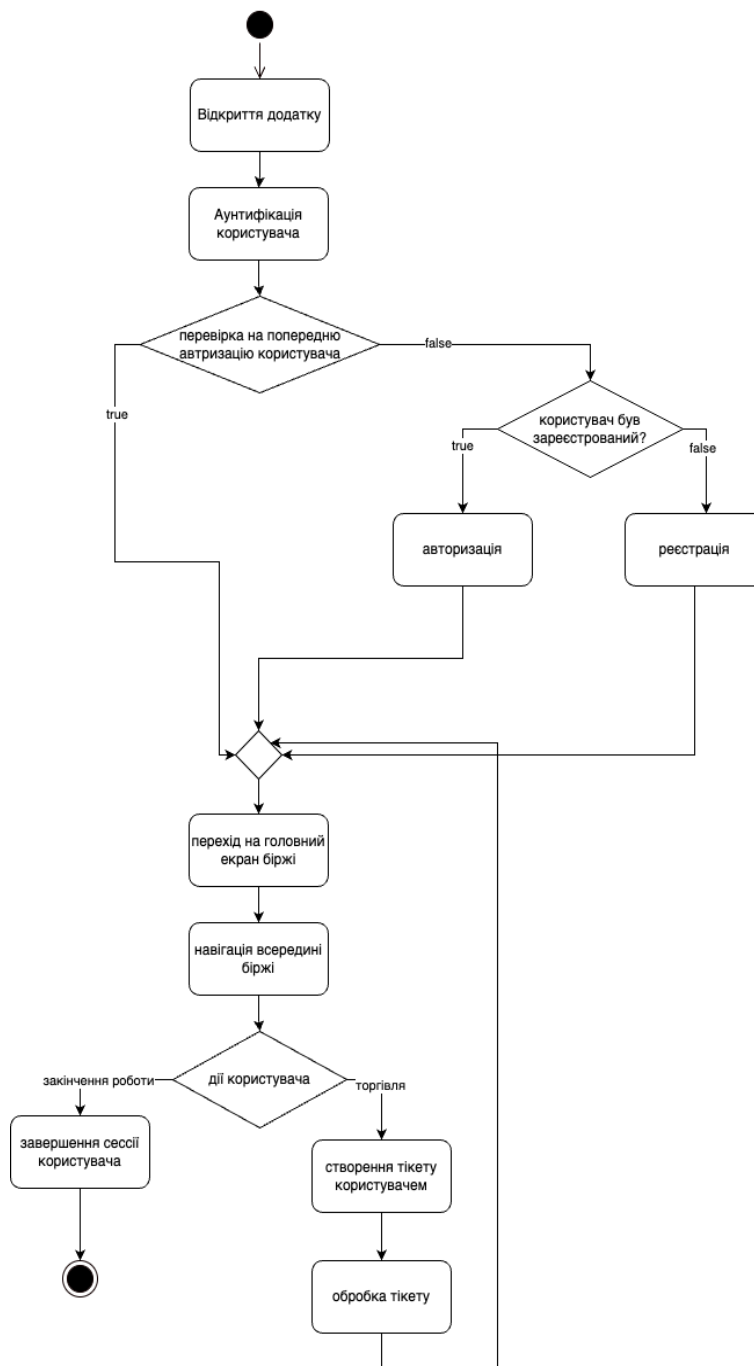


Рисунок 2.6 – діаграма діяльності застосунку

Побудуємо життєвий цикл моделі розпізнавання (рис. 2.5).

Після завантаження програми, отримують вхідні дані. Вхідні дані біржі підготовлюються, після чого виконується налаштування параметрів моделі. Процес тренування моделі експертів для трейдингу на біржі матиме такі стани життєвого циклу:

- завантаження програми;
- підготовка даних;
- попередня обробка даних;
- налаштування параметрів моделі;
- навчання;
- зберігання моделі.



Рисунок 2.7 – Життєвий цикл навчання моделі

Визначимо акторів, прецедентів та їх відношення системи. Як зазначалося раніше, в роботі беруть участь безпосередньо користувач та система.

Для користувача будуть доступні наступні дії:

- проходження аутентифікації;
- отримання поточного стану торгів на біржі;
- отримання поточного стану портфелю на біржі;
- створення тикетів користувачем.

Для системи будуть характерними наступні дії:

- надання стану біржі;
- обробка тикетів;
- налаштування параметрів моделі;
- навчання моделі;
- взаємодія нейронної моделі з біржею;

З наведеного вище опису побудуємо UML діаграму (рис. 2.6)



Рисунок 2.8 – UML діаграма прецедентів

2.5. Узагальнена технічна архітектура

1. Акторами у системі є користувачі (трейдер), що входить зі свого телефоном у додаток. Додаток можна скачати з хосту. А також актором є адміністратор, який займається налаштуванням мережі, та адмініструванням системи.

2. Користувач надсилає запити на біржу: купівля, продаж валюти, тощо.

3 Система приймає запити від користувача, обробляє та перевіряє дані.

4. Як результат користувач отримує зміни в біржі, які виводяться користувачу в інтерфейсі.

Узагальнена архітектура системи (рис. 2.7).

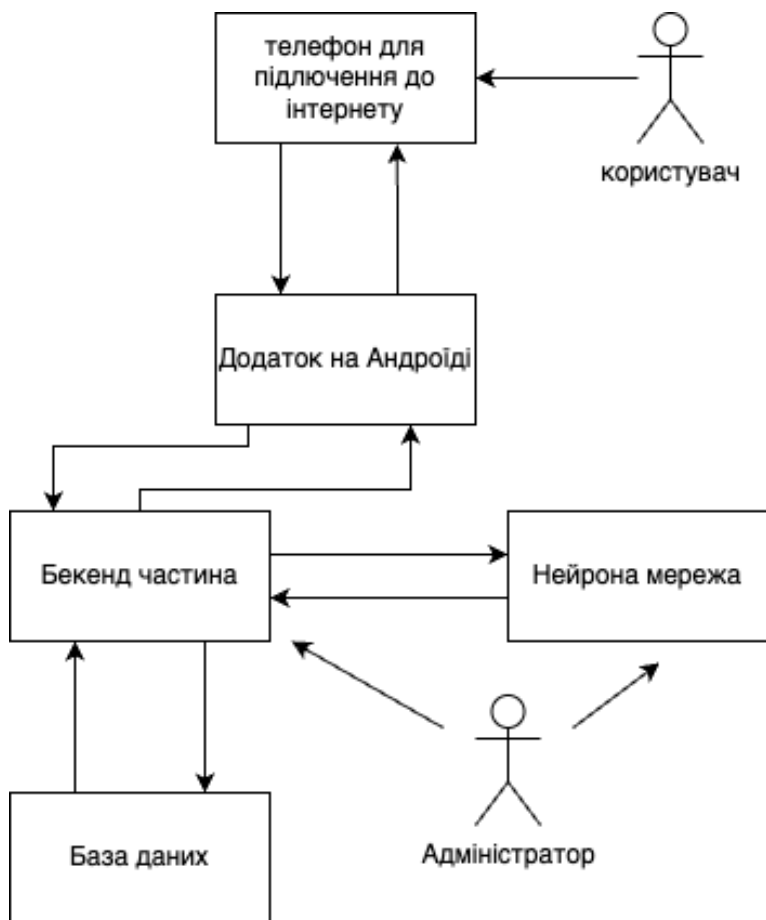


Рисунок 2.9 – Узагальнена архітектура системи

2.6. Архітектура нейронної мережі

– `neural_network.py` – основний тренування нейромережі, та використання її натренованої моделі для трейдингу в системі.

Основна ідея генетичних алгоритмів полягає в тому, що вони моделюють природний процес еволюції, де відбувається поступова вибірка і посилення найкращих характеристик у нащадків з покоління в покоління. У випадку навчання нейромережі генетичним алгоритмом, набір параметрів моделі представляється у вигляді генетичного коду.

1. Агент: це нейромережа, яка взаємодіє з системою крипто біржі і трейдить на ній.

2. Середовище: це стек ордерів з яким взаємодіє агент.

3. Винагорода (`reward`): це загальна кількість грошей, яку отримує агент після кожного 10 го кроку.

4. Стратегія: це стратегія прийняття рішень, яку агент використовує для набуття найбільшої грошової винагороди.

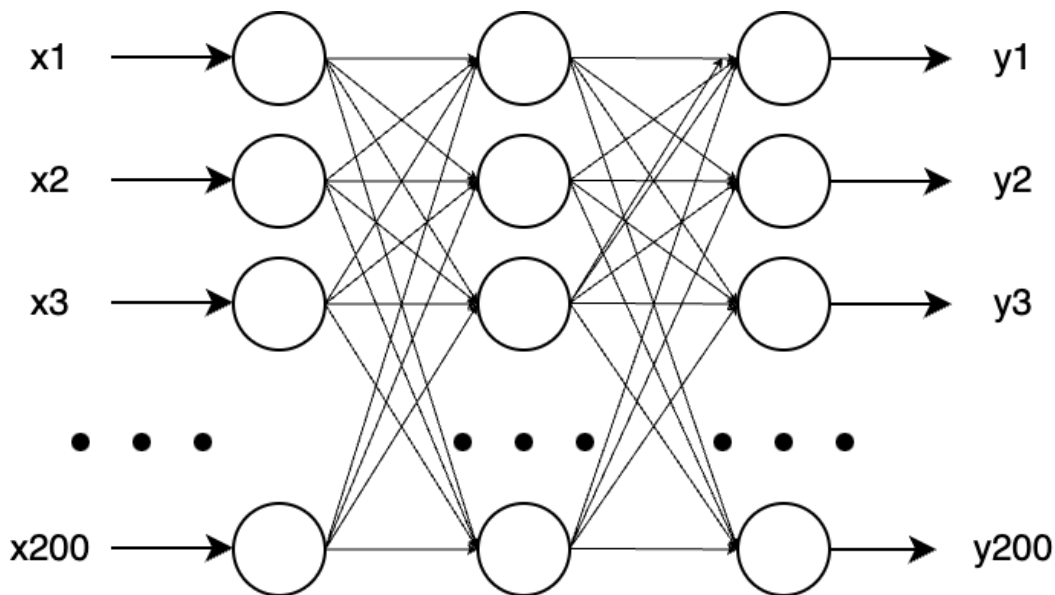


Рисунок 2.10 – структура нейромережі

Вхідні шар – 200 нейронів, по одній крипто валюті ордеру на нейрон. На вхід подається ціна.

Прихований шар – 1 прихований шар, по 200 нейронів.

історія ордерів – історії операцій на біржі.

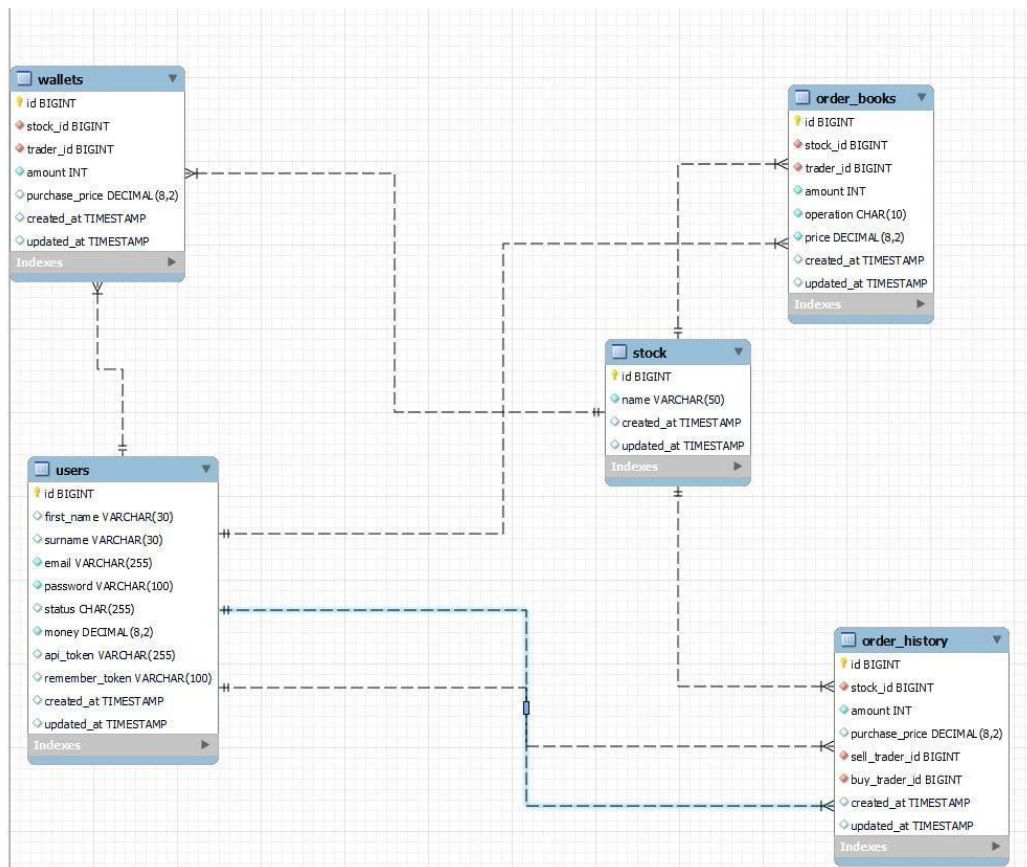


Рисунок 2.12 – фізична схема бази даних

Таблиця Stock – таблиця для зберігання типу токени, яка обслуговується на крипто біржі.

Таблиця Traders – таблиця для зберігання даних трейдерів, а саме їх особисті дані, статусу, та тимчасового токени для входу.

Таблиця Order_book – таблиця для зберігання даних про всі валідні ордери. В таблиці зберігається кількість токенив, операція, дата створення ордеру, ціна однієї токени, айді токени, та айді трейдера.

Таблиця Wallet – таблиця для зберігання даних про невивставлені токени, кількість грошей на рахунку трейдерів.

Таблиця Order_history – таблиця для зберігання даних історії операцій на біржі.

2.8. Вибір середовища та інструментів реалізації для системи крипто біржі.

1. Android Kotlin

Android Kotlin - це комбінація двох технологій: Android, операційної системи для мобільних пристроїв, і Kotlin, сучасної мови програмування, що працює на платформі Java. Kotlin став офіційною мовою програмування для розробки Android додатків у 2017 році, що дозволило розробникам використовувати потужні можливості Kotlin для створення надійних та ефективних програм.

1. Android Kotlin надає розробникам численні переваги при створенні додатків для крипто біржі:

2. Спрощена синтаксична конструкція: Kotlin має багато вдосконалень порівняно з Java, таких як зручніша обробка нульових значень, розширені можливості використання функцій і багато інших. Це дозволяє розробникам писати більш компактний і читабельний код.

3.Інтероперабельність з Java: Kotlin повністю сумісний з Java, що означає, що ви можете використовувати існуючий код на Java в своїх проектах Kotlin. Це особливо корисно, якщо ви використовуєте сторонні бібліотеки або SDK для розробки своєї крипто біржі.

4. Висока продуктивність: Kotlin має прискорений час компіляції і ефективне використання ресурсів, що дозволяє розробникам побудувати швидкі та масштабовані додатки для крипто біржі. Крім того, Kotlin пропонує власні інструменти для оптимізації продуктивності, такі як корутини (coroutines) для асинхронного програмування.

2. Laravel

Laravel - це веб-фреймворк з відкритим вихідним кодом, написаний на мові програмування PHP. Він створений з метою спростити та прискорити процес розробки веб-додатків, забезпечуючи зручний і елегантний синтаксис, а також велику кількість готових компонентів та функціоналу.

Основні переваги використання Laravel для розробки системи крипто біржі:

1. Елегантний синтаксис: Laravel має зрозумілий і красивий синтаксис, що полегшує розробку веб-додатків і покращує читабельність коду. Він пропонує розширений інтерфейс командного рядка Artisan, який дозволяє швидко генерувати код, мігрувати бази даних та виконувати інші рутинні завдання.

2. Маршрутизація та контролери: Laravel пропонує потужну систему маршрутизації, яка дозволяє визначати URL-шаблони та пов'язувати їх зі зворотними викликами (callback). Контролери Laravel допомагають структурувати логіку додатку та обробляти HTTP-запити.

3. Модель-представлення-контролер (MVC): Laravel використовує популярний шаблон проектування MVC, що дозволяє відокремлювати логіку бізнес-логіки, відображення та обробки запитів. Це спрощує розробку та підтримку коду, а також сприяє швидкому розширенню функціоналу додатку.

4. Міграції баз даних: Laravel надає механізм міграцій, який дозволяє створювати та управляти схемою бази даних через код. Це дозволяє команді розробників легко змінювати структуру бази даних і підтримувати цілісність даних.

3. MySQL

MySQL - це система управління базами даних (СУБД) з відкритим вихідним кодом, яка використовує мову запитів SQL для збереження та управління структурованою інформацією. Вона є однією з найпопулярніших та широко використовуваних СУБД у світі.

Основні переваги MySQL для системи крипто біржі:

1. Надійність та стабільність: MySQL відомий своєю надійністю і стабільністю. Він може обробляти великі обсяги даних та високі навантаження, що робить його ідеальним вибором для систем, які обробляють торгівлю криптовалютами з великою кількістю транзакцій.

2. Підтримка SQL: MySQL використовує мову запитів SQL, яка є стандартом для роботи з базами даних. Це дозволяє зручно виконувати

різноманітні запити до бази даних, забезпечуючи потрібну функціональність для роботи з фінансовими даними на крипто біржі.

3. Швидкодія: MySQL пропонує ефективні механізми для оптимізації запитів та індексації даних, що дозволяє досягти високої швидкодії обробки запитів. Швидкодія особливо важлива для систем крипто біржі, де час реакції на торговельні запити має велике значення.

4. Розширюваність: MySQL підтримує можливість горизонтального та вертикального масштабування, що дозволяє легко розширювати обсяги даних та обробки завдань на високооб'ємних системах крипто біржі.

4.TensorFlow

TensorFlow - це відкрите програмне забезпечення для чисельних обчислень і машинного навчання, розроблене компанією Google. Воно надає інфраструктуру для побудови та навчання широкого спектра моделей машинного навчання, включаючи нейронні мережі.

Основна ідея TensorFlow полягає у використанні графів обчислень, де вузли представляють математичні операції, а ребра - дані, що переміщуються між цими операціями. Це дозволяє ефективно виконувати обчислення на різних пристроях, включаючи CPU, GPU та спеціалізовані пристрої, такі як TPU (Tensor Processing Unit).

TensorFlow надає розширені можливості для створення, тренування та використання моделей машинного навчання у багатьох галузях, включаючи комп'ютерне зорове сприйняття, обробку природної мови, рекомендаційні системи, генетику та багато іншого. Воно підтримує гнучкість у розробці моделей, надає можливості для автоматичного диференціювання, розподіленого навчання та інші продуктивні інструменти для роботи з великими обсягами даних.

TensorFlow також має розширення для інтеграції з іншими популярними бібліотеками машинного навчання, такими як Keras, для спрощення процесу розробки моделей. Він підтримує мови програмування Python, C++, Java, Go

та інші, що робить його доступним для розробників з різними уподобаннями та потребами.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ

3.1. Реалізація програмної системи автоматизації процесів на крипто біржі

3.1.1. Реалізація фронтенд частини

Для реалізацію клієнтської частини я використовую Android Kotlin, вона буде складатися з двох модулів: Аутентифікація користувача, та роботи на біржі.

Для реалізації користувацького інтерфейсу спочатку був створений макет за допомогою Android Studio blueprints (рис. 3.1 – 3.2).

Розглянемо головні загальні сторінки на крипто біржі, на цих сторінках трейдер може вибрати криптовалюту з якою він буде формувати ордер. Та сторінку формування ордеру.

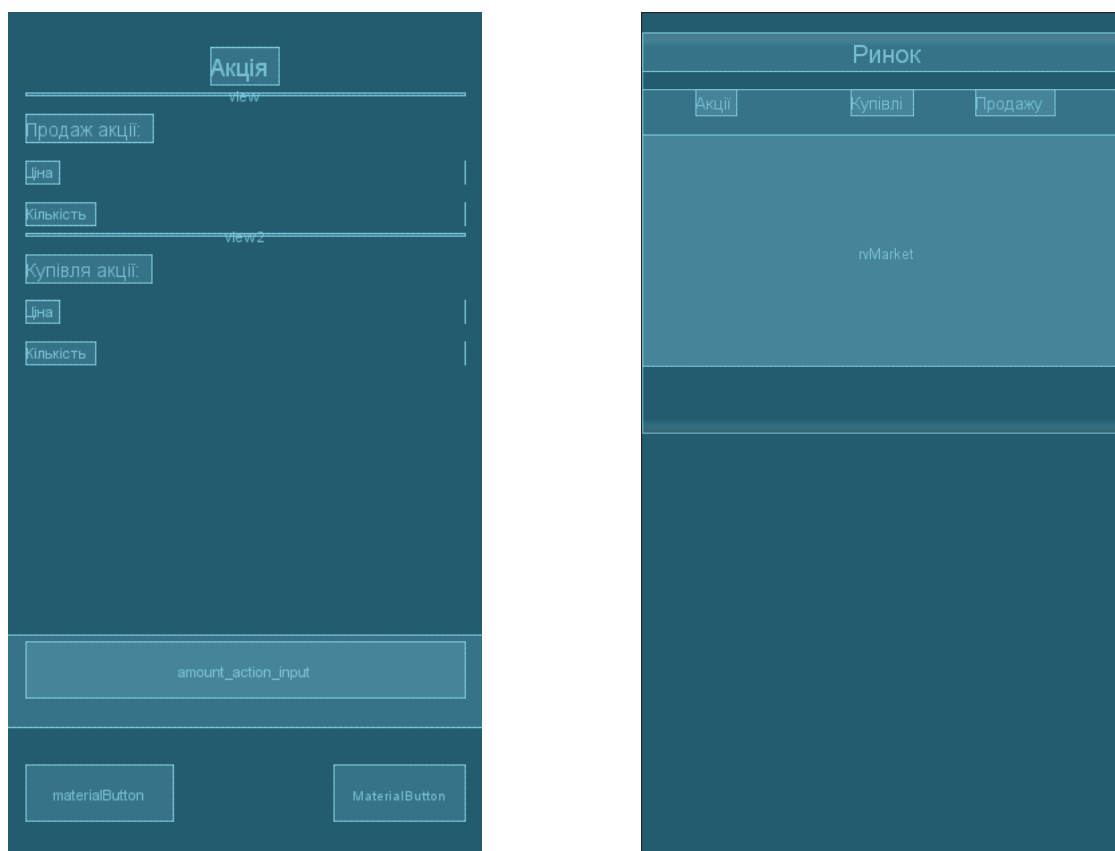


Рисунок 3.1 Макет загальних сторінок крипто біржі

Розглянемо сторінки портфелю юзера, на цих сторінках трейдер може переглядати власні гроші, власну криптовалюту, та відкриті користувачем ордери.



Рисунок 3.2 Макет сторінок користувача на крипто біржі

Зокрема важливо створити діаграму переходів між усіма вікнами клієнтської частини для роботи крипто біржі, аби було зрозуміло в якій послідовності наявні певні можливості та функції. (рис. 3.3).

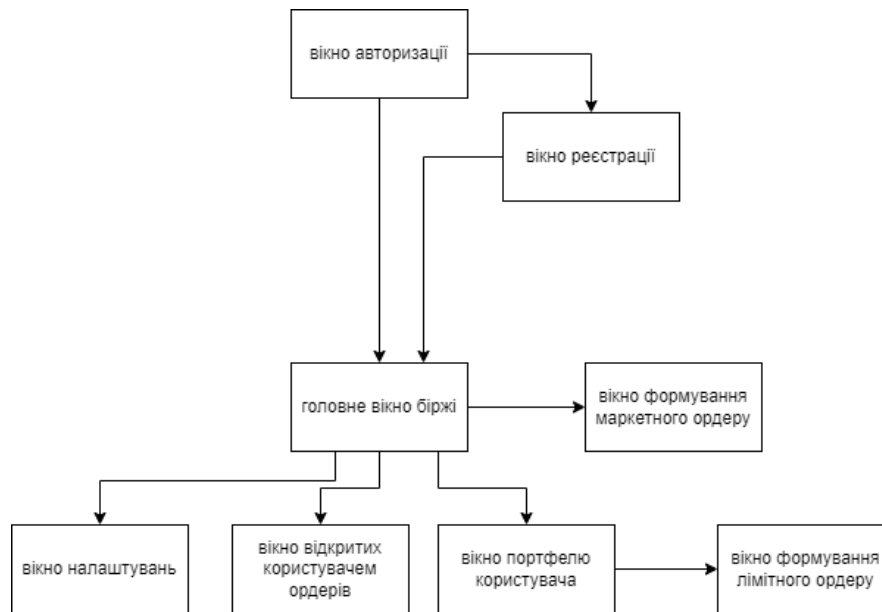


Рисунок 3.3 Діаграма переходів між вікнами додатка

3.1.2. Реалізація бекенд частини системи

Laravel заснована на шаблоні проекту MVC (Model-View-Controller), що дозволяє розділити логіку додатку на різні компоненти для полегшення розробки та підтримки коду.

Маршрутизація (Routing): Laravel надає простий та потужний механізм для визначення URL-адрес та їх пов'язаного коду. Як я описав в директорії routes/api.

Система має 9 ендпоінтів на отримання даних, та 3 для мутації даних, що дозволяє гнучко працювати з передачею даних, і передавати тільки потрібні клієнту дані.

Контролери в Laravel відповідають за обробку вхідних запитів, взаємодію з моделями та передачу даних у вигляд (views) для відображення результатів. Вони допомагають розділити бізнес-логіку від логіки маршрутизації.

В системі розділено два модуля контролерів: OrdersController та UserControllers.

1. OrdersController відповідає за бізнес логіку роботи ордерів, що поступають від клієнта. Вони розділені на два вида market_orders та limit_orders. Маркет ордери відповідають за купівлю-продажу по поточному курсу на біржі, а лімітні ордери відповідають за виставлення власної ціни, що дозволяє трейдеру закрити ордер тільки коли курс задовольнить його. Також трейдер може закрити ордер, якщо буде така потреба та змінити його конфігурацію (кількість криптовалюти на продажу та її ціну)

2. MarketOrders відповідає за бізнес логіку аутентифікації та отримання власних даних трейдера, таких як: гаманець з власними коштами, та данні аккаунту. Аутентифікація трейдера проходить у два кроки, спочатку перевіряється валідність емейлу користувача, а потім правильність пароля.

Моделі представляють дані програми та виконують операції з базою даних. Вони дозволяють здійснювати запити до бази даних, зберігати та отримувати дані. Laravel. В системі є 4 моделі даних OrdersBook, Stock, User, Wallet.

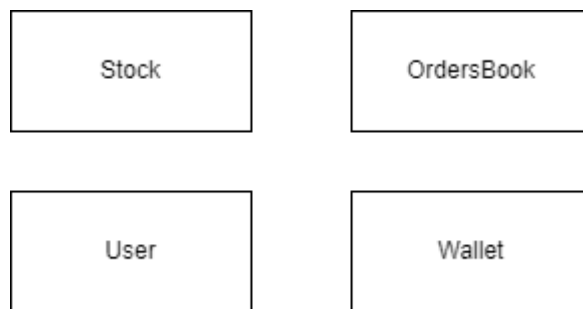


Рисунок 3.4 моделі серверної частини

3.2 Програмна реалізація системи крипто біржі.

3.2.1 Опис використовуваних технологій та структури проекту.

Програмна реалізація поділяється на 3 модуля (клієнтська частина, бекенд, та нейрона мережа)

Клієнтської частини:

- res – папка з Ресурсами для інтерфейсу
- java – папка з бізнес логікою додатку
 - registration - папка з логікою роботи авторизації
 - login - папка з логікою роботи вікна авторизації
 - main_ui - папка з підключення до backend частини
 - model.remote.service - папка з логікою роботи вікон ордерів
 - orders_ui – папка з логікою роботи ордерів
- manifest – папка з конфігурацією сборки додатку

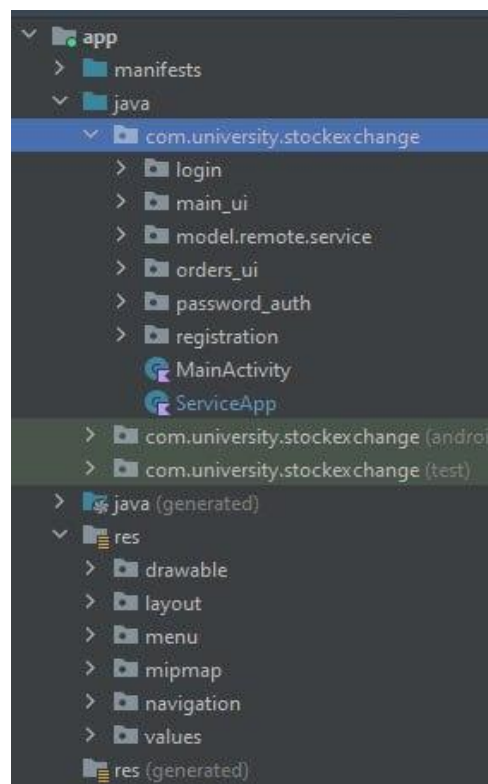


Рисунок 3.5 – Загальна структура клієнтської частини системи

Серверної частини:

- http – папка з бізнес логікою роботи бекенду
 - controllers – папка з бізнес логікою взаємодії з базою даних
 - requests – папка з структурою запитів
- models – папка з моделями даних
- config – папка конфігурації системи
- database – папка опису бази даних та авто-генерації даних
- routes – папка з ендпоінтами

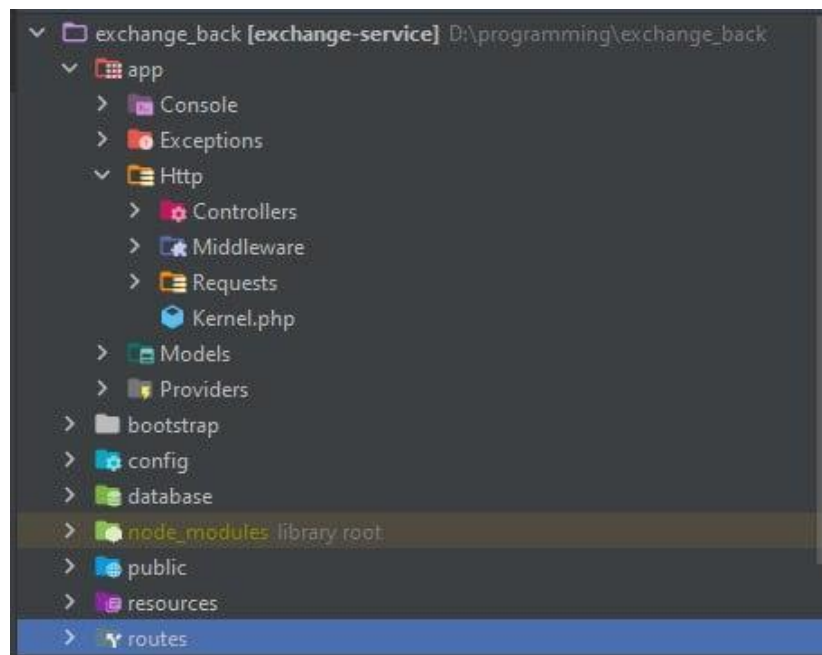


Рисунок 3.6 - Загальна структура серверної частини системи

Нейрона мережа:

- model – папка код формування та початку нейронної мережі
- db_api – папка API бази даних.
- main – папка управління життєвого циклу.

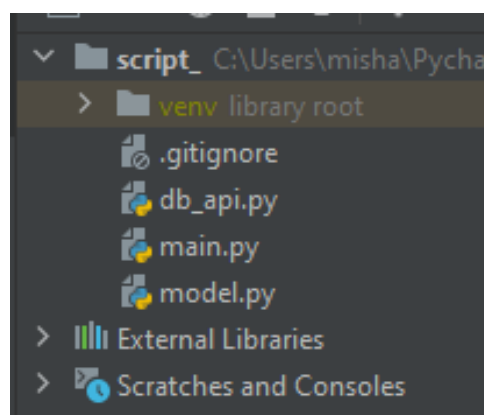


Рисунок 3.7- Загальна структура нейроної мережі системи

3.3. Тестування та аналіз модулю крипто біржі

3.3.1 Тестування нейромережі

Для тестування нейромережі я провів 1000 епох та оцінив похибку у виборі стратегії за допомогою графіка похибки. Це дозволило мені визначити ефективність нейромережі у передбаченні стратегій.

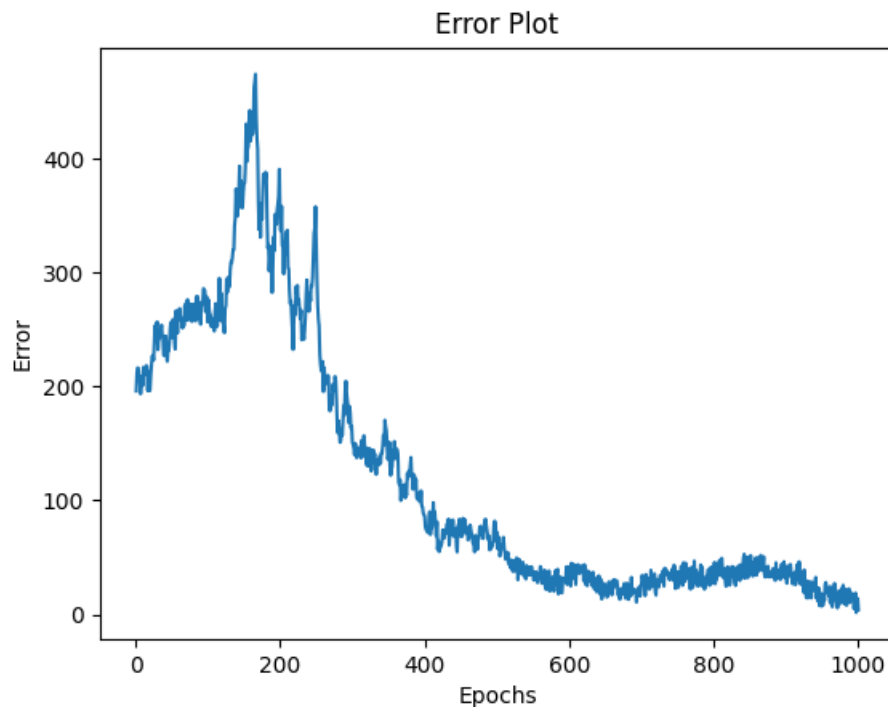


Рисунок 3.8 – графік динаміка помилки по епохам

3.3.1 Аналіз результатів коливання ринку криптовалюти після інтеграції нейромережі

Для тестування системи, спочатку було сформовано графік коливання ринку без нейромережі, на якому видно, що він не відповідає графікам коливання курсу на реальній крипто біржі, графік має занадто різку зміну курсу.

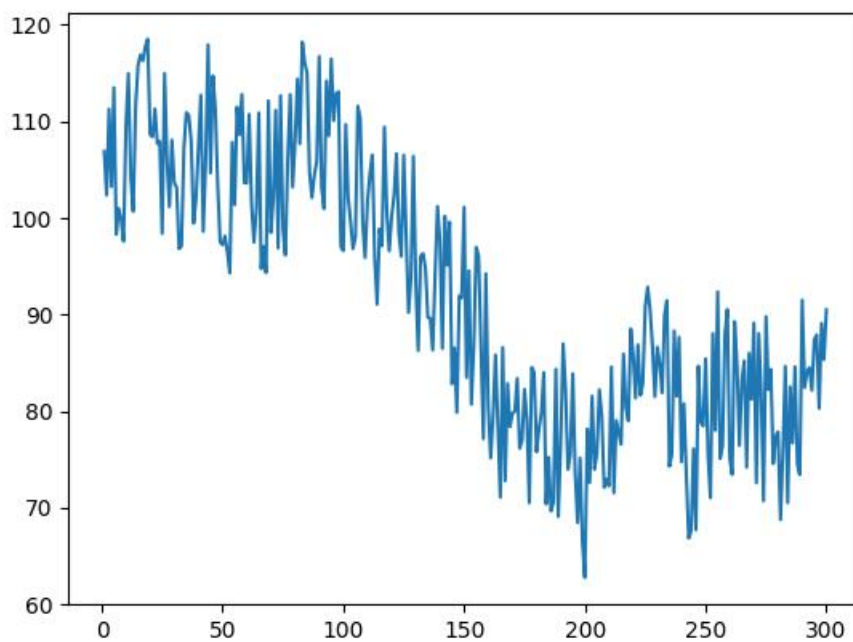


Рисунок 3.9 – графік коливання курсу без нейромережі

Після додавання нейромережі графік коливань став відповідати справжньому коливанню, що відбувається через те, що нейромережа балансує курс.

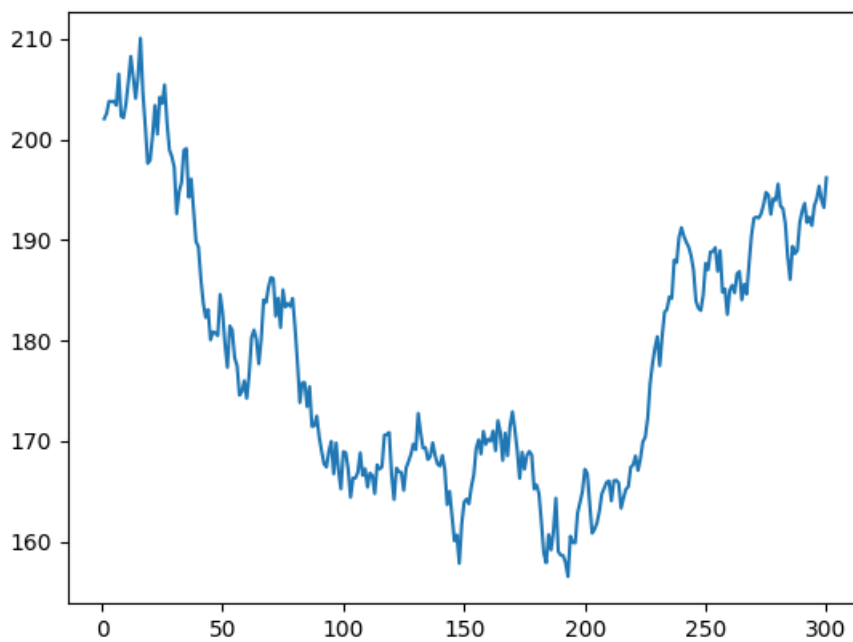


Рисунок 3.9 – графік коливання курсу з нейромережі

Тож нейромережа виконує свою головну задачу належним чином.

3.3.2 Тестування клієнтської частини

Для використання створеного мобільного додатку початково треба пройти реєстрацію та авторизацію на біржі

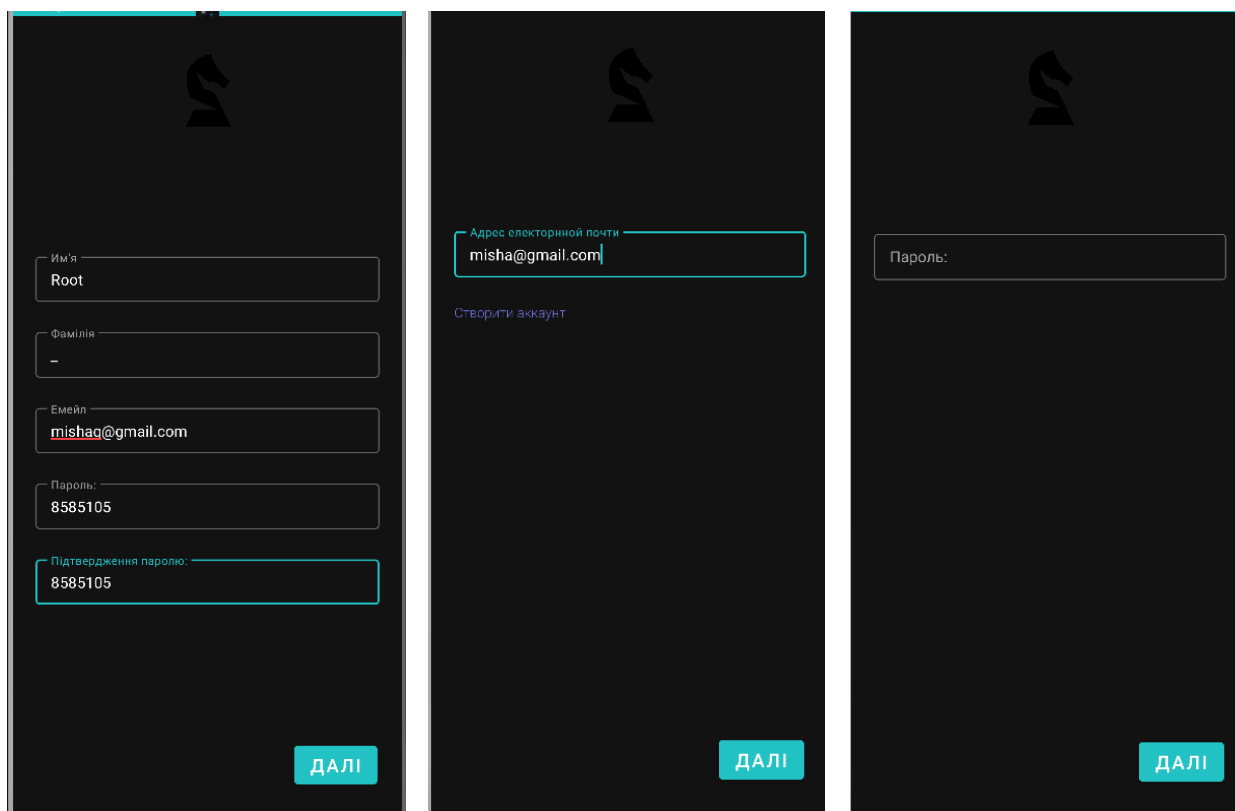


Рисунок 3.9 – вигляд вікон аутентифікації

Для проходження реєстрації треба заповнити поля: ім'я, фамілія, імейл, пароль, та підтвердження пароля. Для вхід в систему проходить 2 етапи, перевірка пароля, та перевірка пароля.

В системі є перевірка на не валідність даних, перевірка на пустоту полів, не співпадіння пароля та перевірки пароля та неправильна структура емейлу.

The image displays two screenshots of a mobile application's authentication interface. The left screenshot shows a registration form with the following fields and values: 'Имя' (Name) with 'Root', 'Фамілія' (Surname) which is empty and has a red error icon, 'Емейл' (Email) with 'mis@gmail.com', 'Пароль' (Password) with '8585105' and a red error icon, and 'Підтвердження паролю' (Password Confirmation) with '85'. A red error message 'Поле вжитиме обов'язково для заповнення.' is visible below the Surname field, and another red error message 'Пароль должно быть не меньше 8.' is visible below the Password field. A blue 'ДАЛІ' (Next) button is at the bottom right. The right screenshot shows a password validation screen with a red error message 'Неправильний пароль.' below a password field containing '324'. A blue 'ДАЛІ' (Next) button is at the bottom right.

Рисунок 3.10 – вигляд вікон аутентифікації

Модуль клієнтської частини біржі розділений на 4 сегмента: головний екран, гаманець, екран лімітних ордерів користувача, налаштування.

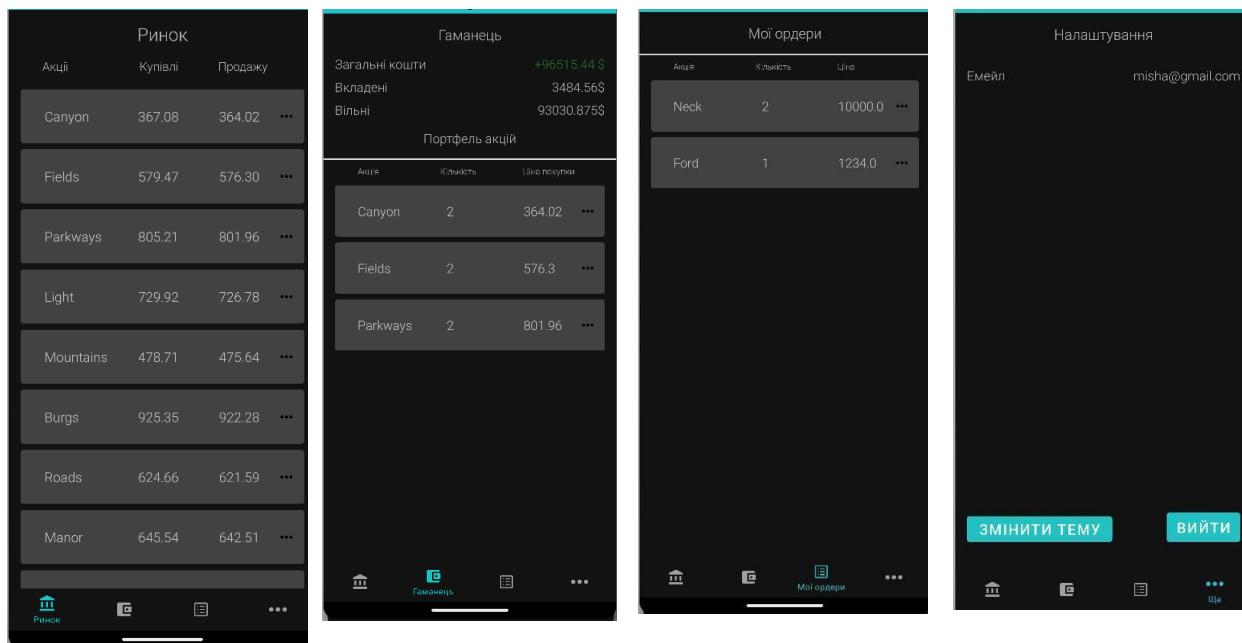


Рисунок 3.11 – вигляд вікон аутентифікації

Розглянемо можливі випадки, які можуть трапитися під час роботи трейдера на крипто біржі. Виділимо наступні випадки:

1. Створення маркет ордеру на купівлю крипто валюти.

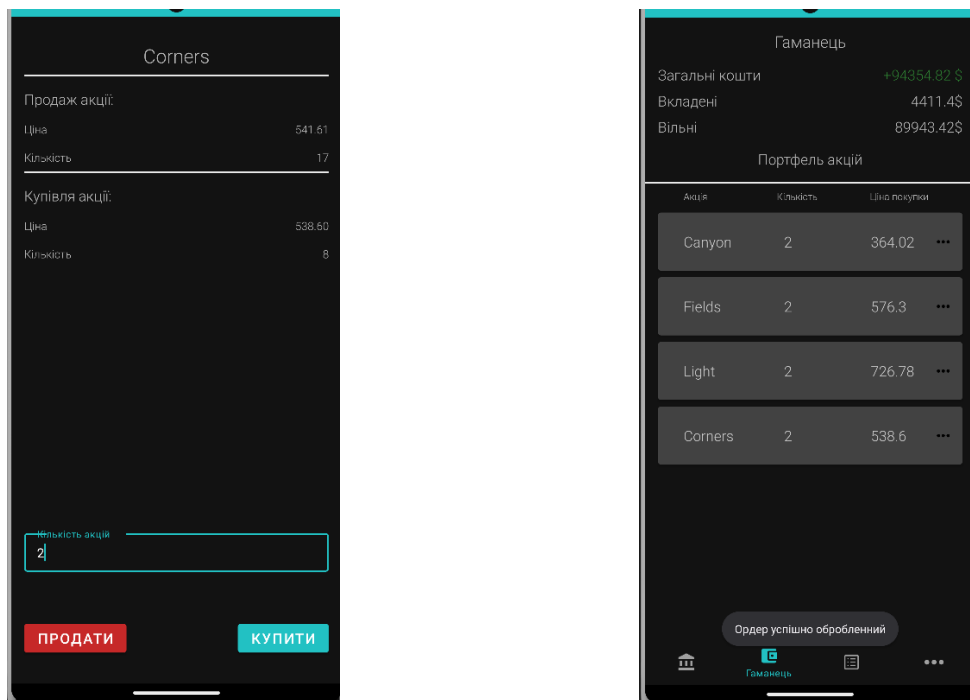


Рисунок 3.12 – Виконання ордеру та результат

Результат: ці фото демонструють, що програма виконує свою роботу належним чином, заклавши ордер, купивши крипто валюти та забравши у трейдера гроші.

2. Створення маркет ордеру на продаж крипто валюти.

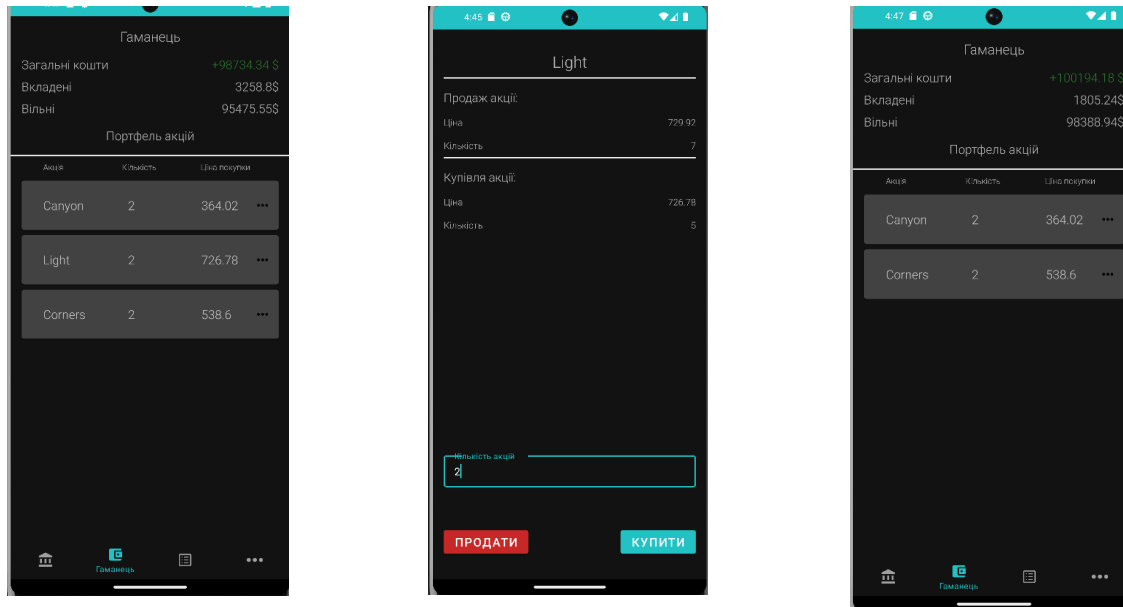


Рисунок 3.13 – Виконання ордеру та результат

Результат: ці фото демонструють, що програма виконує свою роботу належним чином, заклавши ордер, продавши крипто валюти та перевівши трейдеру гроші.

3. Створення лімітованого ордеру на продаж акції

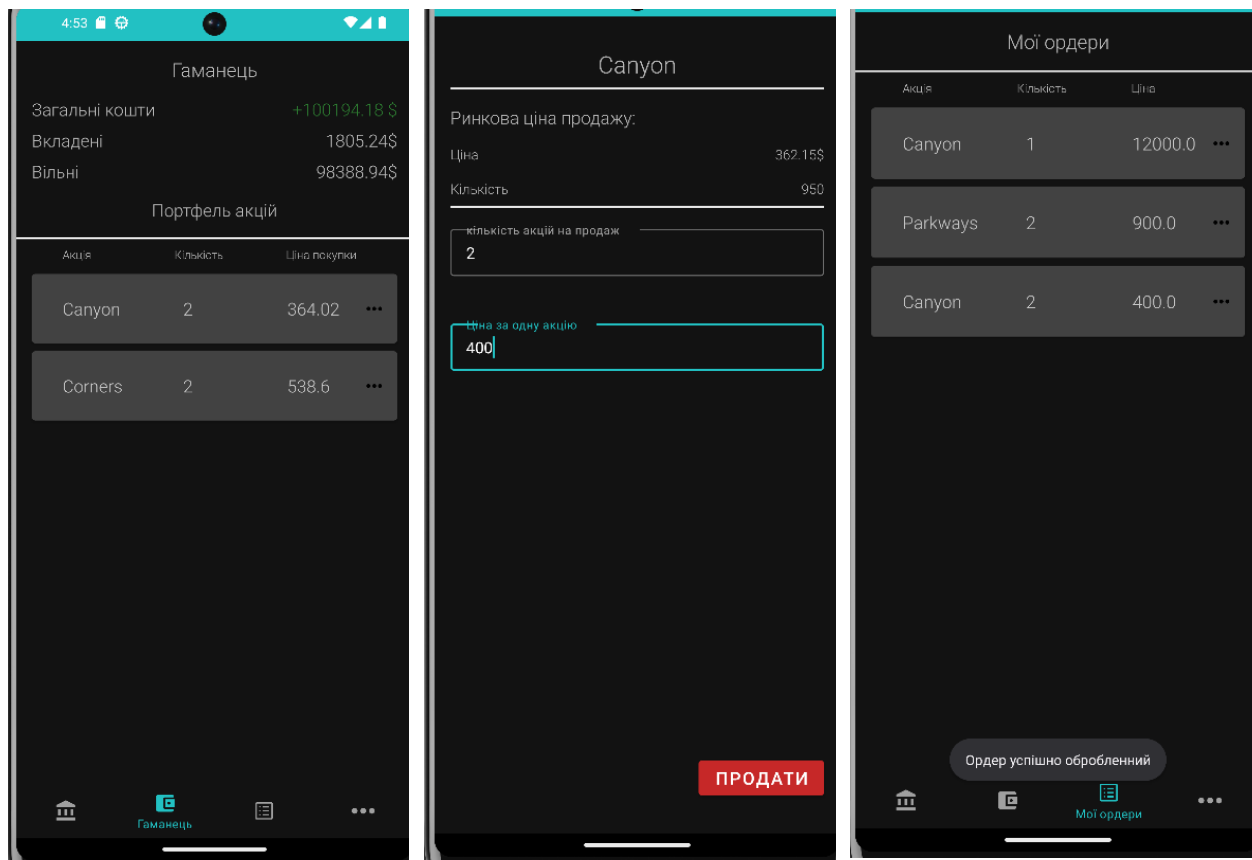


Рисунок 3.14 – Виконання ордеру та результат

Результат: ці фото демонструють, що програма виконує свою роботу належним чином, створивши лімітний ордер.

4. Спроба створити маркет ордер на продаж криптовалюту в недостатній кількості.

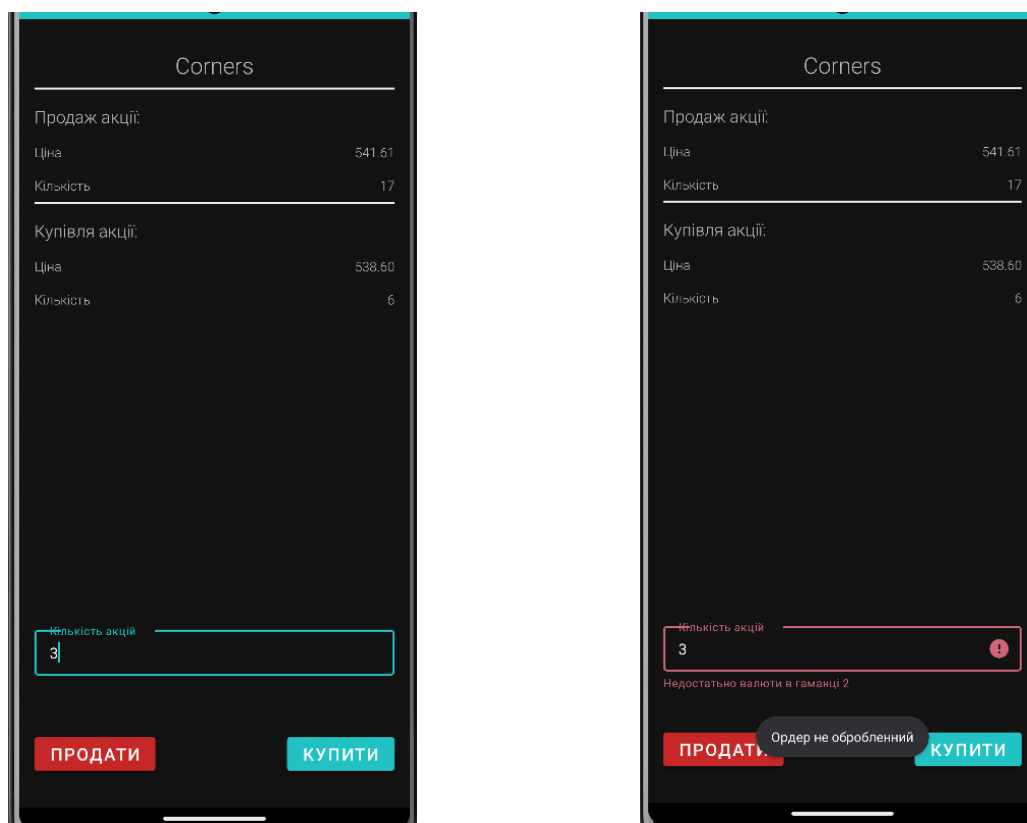


Рисунок 3.15 – Виконання ордеру та результат

Результат: ці фото демонструють, що програма виконує свою роботу належним чином, не виконавши ордер який сформований не належним чином, та показавши юзеру контекстную помилку.

3.4 Висновок третього розділу

У третьому розділі кваліфікаційної роботи було наведено структуру розробленої системи. Описано кожну частину проекту та детально розібрано програмний модуль (клієнтська частина на Андроїд, серверна частина). Всі компоненти та модуля, які використовувались в проекті.

Наведено детальну інструкцію для користувача щодо використання клієнтського застосунку: знайомство з інтерфейсом та правила його використання. Проведено тестування клієнтської частини для різних випадків.

Результати вказують на те, що програма виконує свою роботу належним чином, ордери обробляються успішно, що свідчить про правильність побудованої системи, її роботоспроможність, також система успішно валідує дані, і коректно реагує коли до неї надходять неправильні дані.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі наведено опис застосування система автоматизації процесів на крипто біржі.

Розглянуто наявні рішення (існуючі крипто біржі), представлено короткі теоретичні відомості, що будуть використовуватись у програмі, а також детально описана постановка задачі.

Проведено функціональний аналіз та визначено вимоги до системного модулю, розроблено архітектуру системи, бізнес-логіку, підсистеми, модулі та зв'язки між компонентами системи. Додаток було розроблено з використанням мови програмування php та kotlin.

Наведено структуру розробленого андроїд застосунок, бекенд частина, та база даних. Описано кожну частину проекту та детально розібрано (клієнтську частину, бекенд та базу даних). Приведені бібліотеки та компоненти, які використовувались в проекті.

Наведено детальну інструкцію для користувачів щодо використання Андроїд застосунку: інтерфейсу та робота із ним. Проведено тестування програмного модулю для різних видів використання системи трейдером.

Розроблена система дає можливість керувати торгами трейдерів криптовалютою створеній на платформі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies Is Changing the World Paperback – June 12, 2018
2. Cryptoassets: The Innovative Investor's Guide to Bitcoin and Beyond 1st Edition - October 19, 2017
3. IEEE Standart Verilog Hardware Description Language 1364–2001. Bucknell University
4. Php documentation – [Веб-сайт] <https://www.php.net/docs.php>
5. Організація діяльності крипто біржі та її учасники. [Інтернет-ресурс] = Режим доступу: https://pidru4niki.com/81425/finansi/organizatsiya_diyalnosti_fondovoyi_birzhi_uchasniki
6. Крипто біржа та її роль в економіці. [Інтернет-ресурс] = Режим доступу: https://pidru4niki.com/1465071762906/politekonomiya/fondova_birzha_rol_e_konomitsi
7. Android documentation [Інтернет-ресурс] = <https://developer.android.com/docs>
8. About Stock Market Analysis & Forecasting Algorithms. [Веб-сайт] – Режим доступу: <https://finance.zacks.com/measures-were-put-place-prevent-stock-market-crash-happening-again-4659.html> About Stock Market Analysis & Forecasting Algorithms. [Інтернет-ресурс] = Режим доступу: <https://finance.zacks.com/measures-were-put-place-prevent-stock-market-crash-happening-again-4659.html>
9. The Truth Machine: The Blockchain and the Future of Everything Hardcover – February 27, 2018
10. Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain 2nd Edition - July 25, 2017
11. Python Documentation [Інтернет-ресурс] = <https://docs.python.org/3/>

12. TensorFlow Documentation [Интернет-ресурс] =
https://www.tensorflow.org/api_docs/python/tf
13. Automated Market Makers: A Practical Guide to Decentralized Exchanges and
Cryptocurrency Trading 1st ed. Edition - January 2, 2023
14. Android Kotlin Documentation [Интернет-ресурс]. =
<https://kotlinlang.org/docs/android-overview.html>
15. Laravel Documetation [Интернет-ресурс] = <https://laravel.com/docs/>
16. The Automated Cryptocurrency Trading (Crypto Investment) Kindle Edition -
December 29, 2021

ДОДАТОК

Додаток А

Лістинг програмного коду

Клієнтська частина [Веб-сайт] –

https://github.com/amanckoss/Crypto_exchange

Серверна частина [Веб-сайт] –

https://github.com/amanckoss/Crypto_exchange_server

Нейронна мережа [Веб-сайт] –

https://github.com/amanckoss/crypto_neuralnetwork