

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту  
(повна назва)

Кафедра Інформатики  
(повна назва)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

### РОЗРОБКА СИСТЕМИ ТОРГІВЛІ КРИПТОВАЛЮТНИМИ АКТИВАМИ

(тема)

Виконав:  
студент 4 курсу, групи ІТІНФ-19-2

Маслов В.К.  
(прізвище, ініціали)

Спеціальності 122 Комп'ютерні науки  
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма Інформатика  
(повна назва освітньої програми)

Керівник ст. викл. Путятіна О.Є.  
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

Кобилін О.А.  
(прізвище, ініціали)

2023 р.

## Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту  
(повна назва)Кафедра Інформатики  
(повна назва)Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)Спеціальність 122 Комп'ютерні науки  
(код і повна назва)Тип програми освітньо-професійнаОсвітня програма Інформатика  
(повна назва освітньої програми)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУстудентові Маслову Вадиму Костянтиновичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)1. Тема роботи Розробка системи торгівлі криптовалютами активами

затверджена наказом університету від 15 травня 2023 року № 474 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 2 червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи науково-методична та науково-технічна література, дані  
інтернет-мережі

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі \_\_\_\_\_

1. Дослідження предметної області систем торгівлі криптовалютами активами.

2. Розробка алгоритмів роботи системи торгівлі криптовалютами активами.

3. Розробка вебзастосунку криптовалютної біржі.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри) Актуальність проблеми обробки зображень, постановка задачі, тестові зображення.

---



---



---



---



---

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Консультант з дотримання діючих стандартів та норм	Доцент Творошенко І.С.		

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу	10.04.2023	
2	Аналіз завдання, підбір літератури	11.04.23-17.04.23	
3	Аналіз літератури з досліджуваної проблеми	18.04.23-30.04.23	
4	Програмна реалізація	01.05.23-23.05.23	
5	Оформлення пояснювальної записки	24.05.23-01.06.23	
6	Перевірка на плагіат	04.06.23	
7	Рецензування	07.06.23	
8	Підготовка презентації та доповіді	08.06.23-09.06.23	
9	Занесення роботи в електронний архів	10.06.23	
10	Попередній захист кваліфікаційної роботи	11.06.23	

Дата видачі завдання 10 квітня 2023 р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

ст. викл. Пуятіна О.Є.  
(посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ/ABSTRACT

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 48 с., 19 рис., 18 джерел.

КРИПТОВАЛЮТА, БЛОКЧЕЙН, БІТКОЇН, КРИПТОВАЛЮТНА БІРЖА, ТОРГІВЛЯ, ВЕБЗАСТОСУНОК.

Об'єктом роботи є криптовалютна біржа – система торгівлі криптовалютними активами.

Метою роботи є розробка системи торгівлі криптовалютними активами, що має високу продуктивність, безпеку та проста у використанні, з метою задоволення потреб користувачів на зростаючому ринку криптовалют.

Проведено дослідження даної предметної області, виявлено недоліки та переваги існуючих криптовалютних бірж, проблеми, пов'язані із розробкою системи торгівлі криптовалютними активами та способи вирішення цих проблем.

У результаті роботи створений вебзастосунок системи торгівлі криптовалютними активами.

CRYPTOCURRENCY, BLOCKCHAIN, BITCOIN, CRYPTOCURRENCY EXCHANGE, TRADING, WEBSITE.

The object of the work is a cryptocurrency exchange – a system for trading cryptocurrency assets.

The goal of work is to expand the system of trading in crypto-currency assets, which will lead to high productivity, security and simplicity of achievement, with the method of satisfying the needs of the core in the growing market of crypto-currencies.

A study of this subject area was carried out, shortcomings and advantages of the main cryptocurrency exchanges, problems related to the development of the trading system for cryptocurrency assets and ways to overcome these problems were identified.

The result is the created web application of the system for trading in crypto-currency assets.

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз предметної області та постановка задачі .....	8
1.1 Основні поняття та визначення .....	8
1.1.1 Криптовалюта .....	8
1.1.2 Блокчейн .....	9
1.1.3 Криптові біржа.....	9
1.2 Огляд існуючих криптовалют бірж .....	13
1.2.1 Види криптовалют бірж .....	13
1.2.2 Огляд популярних криптовалют бірж .....	15
1.2.2.1 Binance.....	15
1.2.2.2 Coinbase.....	16
1.2.2.3 Kraken.....	17
1.2.2.4 Huobi.....	18
1.3 Постановка задачі .....	19
2 Математичні моделі криптовалютної біржі .....	21
2.1 Суть торгівлі на біржі криптовалют .....	21
2.1.1 Торгова пара .....	21
2.1.2 Графік .....	22
2.1.3 Біржова склянка.....	24
2.1.4 Формування ціни.....	25
2.1.5 Обсяг торгів .....	25
2.1.6 Ліміти.....	26
2.2 Спотова торгівля .....	27
2.2.1 Загальна інформація про спотову торгівлю .....	27
2.2.2 Розрахунок загальної вартості угоди .....	29
2.2.3 Алгоритм зіставлення ордерів .....	30
2.3 Ф'ючерсна торгівля .....	31

2.3.1	Загальна інформація про ф'ючерсну торгівлю .....	31
2.3.2	Типи ф'ючерсних контрактів.....	32
2.3.3	Кредитне плече.....	33
2.3.4	Ліквідація .....	33
3	Розробка та тестування програмної системи .....	35
3.1	Обґрунтування обраних технологій.....	35
3.2	Тестування вебзастосунку.....	37
	Висновки .....	45
	Перелік джерел посилання .....	47

## ВСТУП

У сучасному інформаційному суспільстві криптовалюти та торгівля криптовалютами займають все більш значуще місце. Зростання інтересу до криптовалют та їх торгівлі викликано розвитком технології блокчейн, можливістю отримання високої прибутковості та привабливістю альтернативних фінансових інструментів. Проте, існуючі криптобіржі стикаються з низкою проблем, таких як низька продуктивність, недостатня безпека та обмежений функціонал.

У цій кваліфікаційній роботі пропонується розробка системи торгівлі криптовалютами, яка сфокусована на вирішенні зазначених проблем. Основною метою роботи є створення ефективної та надійної системи торгівлі криптовалютами (криптовалютної біржі), здатної забезпечити зручність використання, високу продуктивність та безпеку для користувачів.

Актуальність роботи полягає у необхідності розробки інноваційних рішень для криптобірж, враховуючи динамічний ринок криптовалют та підвищений інтерес з боку інвесторів та трейдерів. Успішна реалізація цього проекту створює потенційні вигоди для користувачів, включаючи покращені можливості торгівлі, підвищену безпеку та простоту у використанні.

# 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

## 1.1 Основні поняття та визначення

### 1.1.1 Криптовалюта

Криптовалюта – це форма цифрової валюти, яка використовує криптографічні принципи для забезпечення безпеки та анонімності транзакцій, а також контролю створення нових одиниць валюти. Вона працює на основі технології блокчейн, яка є розподіленою базою даних, що зберігає інформацію про транзакції та інші операції [1].

Криптовалюти були створені для того, щоб забезпечити безпеку та анонімність транзакцій в інтернеті, а також для того, щоб спростити міжнародні платежі та позбутися посередників, таких як банки та платіжні системи.

На відміну від звичайної валюти, криптовалюти не мають матеріальної форми та не контролюються центральним банком. Натомість вони працюють на основі мережі комп'ютерів, що називаються «вузлами», які перевіряють та підтверджують транзакції.

Транзакції у криптовалютах проводяться між двома учасниками без участі посередників. Кожна транзакція містить інформацію про передачу певної кількості криптовалюти від одного учасника до іншого. Транзакції у криптовалютах є публічними, але анонімними, що дозволяє учасникам зберігати конфіденційність своїх даних та угод.

У криптовалютах використовується криптографія для захисту транзакцій та контролю за створенням нових одиниць валюти. Наприклад, у випадку з Біткоїном нові одиниці валюти створюються за допомогою спеціального процесу, що називається «майнінг», який вимагає великих обчислювальних ресурсів.

Криптовалюти можуть бути використані для купівлі товарів та послуг, а також для інвестування та спекуляції. Одним із найвідоміших прикладів

криптовалюти є Біткоїн [2]. Використання криптовалюти має свої переваги та недоліки, розглянемо їх докладніше.

#### Переваги:

- безпека. Криптовалюти використовують криптографічні принципи для забезпечення безпеки та анонімності транзакцій, що робить їх менш схильними до злому або шахрайства, ніж традиційні способи платежів;

- анонімність. Транзакції в криптовалютах анонімні, що дозволяє учасникам зберігати конфіденційність своїх даних та угод;

- децентралізація. Криптовалюти не контролюються центральним банком чи державою, а працюють на основі мережі комп'ютерів, що дозволяє учасникам вільно контролювати свої фінанси;

- міжнародність. Криптовалюти можуть бути використані для міжнародних платежів, що спрощує процес платежів та дозволяє скоротити кількість посередників та комісій;

- інвестиційні можливості. Деякі криптовалюти є об'єктом інвестування та можуть принести високу прибутковість.

#### Недоліки:

- висока волатильність. Криптовалюти можуть бути дуже волатильними, що означає, що їхня ціна може швидко змінюватись і коливатися, що підвищує ризики для інвесторів;

- низька стабільність. Криптовалюти можуть бути менш стабільними, ніж традиційні валюти, що може створювати проблеми для використання їх як засіб оплати;

- обмежена доступність. Не всі компанії та організації приймають криптовалюти як засіб оплати, що обмежує їх використання;

- недостатня регульованість. Використання криптовалют не підпорядковується регуляторним органам, що може створювати проблеми у разі шахрайства чи інших злочинних дій;

- складність використання. Для використання криптовалют необхідні спеціальні знання та навички, що може бути незвичним для деяких користувачів.

### 1.1.2 Блокчейн

Блокчейн (Blockchain) – це розподілена база даних, яка використовується для запису транзакцій та зберігання інформації про стан системи. Кожен запис у блокчейні називається блоком і містить інформацію про попередній блок, утворюючи ланцюжок блоків [3].

Одна з ключових переваг блокчейна полягає у його децентралізованій структурі. Блокчейн не контролюється центральним органом, а розподілено по вузлам у мережі, які спільно управляють базою даних. Це означає, що блокчейн є безпечною та прозорою системою, в якій не можна підробити або змінити запис без згоди більшості учасників мережі.

Блокчейн часто використовується як технологія для криптовалют, таких як біткоїн, для реєстрації та зберігання транзакцій. Однак блокчейн також може бути використаний для запису будь-яких інших типів інформації, наприклад, для відстеження постачання, голосування та управління правами на інтелектуальну власність.

### 1.1.3 Криптові біржа

Криптові біржа (або криптообмінник) – це онлайн-платформа для купівлі, продажу та обміну криптовалюти на інші цифрові активи або на фіатні гроші (наприклад, долари, євро тощо). Криптові біржі дозволяють користувачам створювати акаунти, які можуть бути пов'язані з банківськими рахунками або іншими електронними гаманцями, щоб швидко та легко здійснювати транзакції з криптовалютою. Також криптовалюти зазвичай надають інформацію про поточні курси обміну, графіки цін та інші фінансові інструменти, які допомагають користувачам приймати рішення про купівлю або продаж криптовалюти.

Основні функції криптовалюти:

- торгівля криптовалютами. Криптові біржа дозволяє користувачам купувати та продавати різні криптовалюти, такі як Bitcoin, Ethereum, Litecoin та інші;
- зберігання криптовалют. Криптові біржа забезпечує безпечне зберігання криптовалют користувачів на серверах;
- поповнення та виведення коштів. Криптові біржа дозволяє користувачам поповнювати свій баланс у різних валютах та виводити кошти на свої банківські рахунки чи зовнішні криптовалютні гаманці;
- інструменти технічного аналізу. Криптові біржа зазвичай надає користувачам набір інструментів для технічного аналізу цін криптовалюти, таких як графіки, індикатори та інші;
- захист активів користувача. Криптові біржа надає різні заходи захисту, такі як двофакторна автентифікація, шифрування та інші, для забезпечення безпеки активів користувача;
- служба підтримки користувачів. Криптові біржа має службу підтримки користувачів, яка відповідає на запитання та допомагає вирішувати проблеми користувачів;
- акції та знижки. Криптові біржа може проводити різні акції та знижки для залучення нових користувачів та утримання старих;
- API для розробників. Криптові біржа може надавати API для розробників, які дозволяють автоматизувати процеси торгівлі та управління рахунками користувачів.

Робота криптовалюти біржі може бути описана в кількох етапах:

- а) реєстрація: користувач повинен зареєструватися на криптовалюти біржі та створити обліковий запис, який буде використовуватися для здійснення угод;
- б) поповнення рахунку: користувач повинен поповнити свій рахунок на криптовалюти біржі, щоб мати можливість купувати чи продавати криптовалюту;
- в) вибір торгової пари: користувач вибирає торгову пару, яка визначає, які криптовалюти хоче купити або продати і за якою ціною;

г) розміщення ордера: користувач розміщує ордер на купівлю чи продаж криптовалюти. Ордер може бути виконаний негайно або залишений в очікуванні, поки на ринку не з'явиться відповідна пропозиція;

д) завершення угоди: коли ордер на купівлю чи продаж виконано, користувач отримує криптовалюту чи гроші власним коштом на криптобіржі.

Однак, робота кожної криптобіржі може відрізнятись від описаного вище алгоритму, оскільки кожна платформа має свої особливості.

Криптобіржі відіграють важливу роль в екосистемі криптовалют, полегшуючи доступність та використання цифрових активів. Однак, як і будь-які інші фінансові інструменти, криптобіржі мають свої переваги та недоліки.

Переваги використання криптобіржі:

- легкий доступ: криптобіржі дозволяють швидко та зручно купити, продати чи обміняти криптовалюту, не виходячи з дому;

- низькі комісії: криптобіржі зазвичай беруть невисокі комісії за здійснення транзакцій, що робить їх вигіднішими, ніж традиційні фінансові інститути;

- безпека: багато криптобірж пропонують високий рівень безпеки, використовуючи різні методи захисту, такі як двофакторна автентифікація, холодні сховища тощо.

Недоліки використання криптобіржі:

- висока волатильність: ціни на криптовалюту можуть значно коливатися, що може призвести до великих втрат при невдалих інвестиціях;

- ризики безпеки: хоча криптобіржі вживають заходів для захисту засобів користувачів, вони можуть стати об'єктом атак хакерів, що може призвести до втрати коштів;

- відсутність регуляції: криптобіржі не регулюються державними органами, що може спричинити відсутність гарантій для користувачів.

## 1.2 Огляд існуючих криптобірж

### 1.2.1 Види криптобірж

Існує кілька типів криптобірж, які можуть відрізнятися за різними критеріями, такими як рівень децентралізації, спосіб обробки замовлень, типи криптовалют, доступні на біржі та інші фактори. Нижче наведено деякі з найпоширеніших типів криптобірж:

– централізовані криптобіржі. Це тип криптобірж, який є повністю централізованим, де всі торгові операції та замовлення обробляються централізованою системою. У цьому випадку криптовалюти керуються центральним вузлом і можуть зберігатись на серверах біржі. Централізовані біржі надають більш високий рівень ліквідності, але можуть бути менш безпечними, оскільки вони схильні до ризику кібератак і злому;

– децентралізовані криптобіржі. Це тип криптобірж, що працює на основі децентралізованої мережі, де торгівля відбувається між користувачами безпосередньо без центральної системи. У цьому випадку користувачі керують своїми власними криптовалютами та несуть відповідальність за їхню безпеку. Децентралізовані біржі можуть бути менш зручними у використанні та менш ліквідними, але можуть надавати більш високий рівень безпеки;

– фіатні криптобіржі. Це тип криптобірж, який дозволяє користувачам купувати та продавати криптовалюту за фіатні гроші, такі як долари, євро чи інші національні валюти. Фіатні криптобіржі можуть надавати більш високий рівень ліквідності та зручності для користувачів, але можуть також бути схильні до ризику регулювання та неполадок з банківськими операціями;

– гібридні криптобіржі. Це криптобіржі, які поєднують у собі елементи централізованих та децентралізованих бірж. Наприклад, такі біржі можуть використовувати централізовану торгову платформу, але децентралізовані системи зберігання та обробки даних;

– пірингові криптобіржі. Це криптобіржі, де користувачі можуть обмінюватися криптовалютою безпосередньо, без централізованої компанії або

органу. Такі біржі не мають централізованої торгової платформи, і всі угоди відбуваються через децентралізовані мережі;

– маркетмейкерські криптобіржі. Це криптобіржі, які використовують маркетмейкери для забезпечення ліквідності та обробки угод між трейдерами. Маркетмейкери можуть використовувати алгоритми штучного інтелекту для аналізу ринку та прийняття рішень про купівлю та продаж криптовалюти.

Майже весь ринок займають централізовані та децентралізовані біржі. Розглянемо їх детальніше. Централізована криптобіржа – це платформа, на якій торгуються криптовалюти і повністю контролюється однією компанією. Ця компанія встановлює правила торгівлі, збирання комісій та розподіл доходів. У централізованій криптобіржі всі користувачі зберігають свої криптовалюти в гаманці під управлінням біржі. Користувачі можуть торгувати між собою, використовуючи кошти, що знаходяться у їх гаманцях на біржі.

Основною перевагою централізованої криптобіржі є простота використання та швидкий доступ до торгівлі. Також на таких біржах є великий обсяг торгів, що може бути привабливим великим інвесторам.

Проте централізовані криптобіржі мають і недоліки. Так, усі користувачі зберігають свої криптовалюти на гаманцях, що знаходяться під контролем біржі. Це означає, що користувачі не мають повного контролю над своїми коштами та можуть стати жертвами атак хакерів або шахрайства. Крім того, централізовані біржі можуть мати високі комісії за торгівлю та виведення криптовалюти. Деякі приклади централізованих криптобірж: Binance, Coinbase, Kraken та Huobi.

Інший тип криптобіржі – децентралізована криптобіржа (Decentralized Exchange, DEX). Вона працює на основі смарт-контрактів та не має централізованого сервера. Такий підхід робить DEX безпечнішою, оскільки користувачі зберігають контроль над своїми активами, їхні особисті дані не зберігаються на серверах біржі і не можуть бути скомпрометовані зловмисниками. Однак DEX може мати обмежену ліквідність і не таку широку вибірку криптовалют, що торгуються, як централізовані біржі.

Також існують гібридні криптобіржі, які поєднують у собі переваги централізованих та децентралізованих бірж. Наприклад, такі біржі можуть використовувати централізований сервер для сполучення з мережею блокчейн та забезпечення ліквідності, але водночас використовувати децентралізовані технології для забезпечення безпеки.

## 1.2.2 Огляд найбільш популярних криптобірж

### 1.2.2.1 Binance

Binance – одна з найбільших криптобірж у світі, заснована у 2017 році. Сервіс надає користувачам можливість торгувати більш ніж 500 різними криптовалютами. Binance також є однією з найпопулярніших бірж серед користувачів завдяки своїй зручній та інтуїтивно зрозумілій платформі.

Нижче наведено основні характеристики та функції Binance:

- торгівля: Binance надає широкі можливості для торгівлі криптовалютами, включаючи ринки BTC, ETH, BNB, USDT та ін. Біржа пропонує можливість торгувати з використанням маржинальної торгівлі;
- різні типи замовлень: Binance підтримує різні типи замовлень, включаючи ринкові, лімітні та стоп-лімітні замовлення, що дозволяє користувачам гнучко керувати своїми торговими стратегіями;
- альткоїни: Binance пропонує велику кількість альткоїнів, що робить її популярною серед трейдерів, які шукають нові можливості для інвестування;
- бонусна програма: Binance пропонує бонусну програму для користувачів, які тримають їхню внутрішню криптовалюту Binance Coin (BNB);
- зручний інтерфейс: Binance має простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що робить його привабливим для новачків у інвестуванні у криптовалюту;
- безпека: Binance має високий рівень безпеки, включаючи двофакторну автентифікацію та захист від зломів;

– мобільний застосунок: Binance також пропонує мобільний додаток для користувачів Android та iOS, що робить торгівлю криптовалютами більш доступною та зручною.

Binance – одна з лідерів в індустрії криптовалютних бірж і продовжує розвиватися, додаючи нові функції та інструменти для своїх користувачів. У своїй роботі біржа дотримується високих стандартів безпеки та надійності, що робить її привабливою для інвесторів та трейдерів у криптовалютах [4].

#### 1.2.2.2 Coinbase

Coinbase – це одна з найпопулярніших криптовалютних бірж, яка була заснована в 2012 році в США і зараз має штаб-квартиру в Сан-Франциско. Вона пропонує платформу для купівлі, продажу, зберігання та обміну криптовалют, включаючи Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Bitcoin Cash, XRP та багато інших.

Основною перевагою Coinbase є її простота використання, яка робить її ідеальним вибором для новачків. На біржі дуже просто зареєструватися та купити криптовалюту за допомогою кредитної картки чи банківського рахунку. Coinbase також пропонує мобільний застосунок для зручності використання на смартфонах та планшетах.

Крім того, Coinbase має дуже високий рівень безпеки. Системи зберігання коштів клієнтів на біржі зберігаються в офлайн-сховищах, захищених багаторівневими системами безпеки, що робить злом біржі вкрай малоімовірним. Coinbase також регулярно проводить аудити безпеки, щоб гарантувати збереження коштів клієнтів.

Крім того, Coinbase є найбільшим провайдером послуг з обробки платежів у криптовалюті у США. Це означає, що Coinbase інтегрована з багатьма великими онлайн-магазинами та іншими онлайн-сервісами, що дозволяє клієнтам використовувати криптовалюту для покупки товарів та послуг.

Однак, Coinbase також має недоліки. По-перше, комісії за використання платформи можуть бути високими, порівняно з іншими криптовалютними біржами. По-друге, деякі користувачі скаржаться на низьку швидкість підтримки, особливо при обробці запитів на зняття коштів.

Тим не менш, Coinbase є однією з найбільш надійних та зручних криптовалютних бірж на ринку. З урахуванням зростаючого інтересу до криптовалют, Coinbase продовжує розвиватися та пропонувати нові інструменти та функції для покращення досвіду своїх клієнтів [5].

### 1.2.2.3 Kraken

Kraken – це одна з найбільших та найпопулярніших криптовалютних бірж у світі. Біржа була заснована в 2011 році в Сан-Франциско і наразі надає доступ до торгівлі більш ніж 50 криптовалютам [6].

Основні особливості Kraken:

- безпека: Kraken вважається однією з найбезпечніших криптовалютних бірж у світі. Біржа використовує високі стандарти безпеки, включаючи зберігання засобів користувачів у холодних гаманцях, двофакторну автентифікацію та перевірку особи;

- різноманітність торгових пар: на біржі Kraken можна торгувати більш як 50 криптовалютами, а також обміняти криптовалюту на фіатні гроші (USD, EUR, CAD, JPY, GBP та ін.);

- низькі комісії: комісії на біржі Kraken відносно низькі, порівняно з іншими криптовалютними біржами. Стандартна комісія за торгівлю на біржі складає 0,16% для створення ордера та 0,26% для виконання ордера;

- різні типи ордерів: Kraken пропонує різні типи ордерів, включаючи ордери на купівлю та продаж за ринковою ціною, лімітні ордери та ордери стоп-лосс;

– надійний інтерфейс: інтерфейс біржі Kraken надійний та зручний у використанні. Він пропонує корисні функції, такі як графіки цін та обсягу, історія ордерів та багато інших.

Незважаючи на всі переваги, є і деякі недоліки у Kraken, такі як повільна швидкість обробки запитів на виведення коштів та слабка підтримка клієнтів.

#### 1.2.2.4 Nuobi

Nuobi – одна з провідних криптовалютних бірж, що пропонує широкий спектр послуг та функціональності для трейдерів та інвесторів по всьому світу. Заснована в 2013 році, Nuobi заслужила репутацію надійної та інноваційної платформи для торгівлі криптовалютами. Огляд Nuobi виділяє такі ключові характеристики:

– реєстрація та безпека: реєстрація на Nuobi – швидкий та простий процес, що дозволяє користувачам швидко розпочати торгівлю. Біржа дотримується високих стандартів безпеки, застосовуючи передові методи багатофакторної аутентифікації та шифрування даних, що забезпечує захист акаунтів та конфіденційність користувачів;

– торгові інструменти та ринки: Nuobi надає доступ до широкого спектру торгових інструментів, включаючи основні криптовалюти, альткоїни та стабільні монети. Користувачі можуть вибирати з різних типів ордерів, включаючи лімітні та ринкові ордери, а також використовувати різноманітні торгові стратегії;

– професійні функції та аналітика: біржа надає просунуті інструменти аналізу та технічного аналізу, включаючи графіки, індикатори та можливість налаштування користувацьких торгових стратегій. Це дозволяє трейдерам проводити якісний аналіз ринку та приймати усвідомлені рішення;

– маржинальна торгівля: користувачі Nuobi мають можливість торгувати з використанням маржі, що дозволяє збільшити потенційний прибуток та

розширити можливості торгівлі. Біржа пропонує різні рівні маржі та торгові пари для маржинальної торгівлі;

– ліквідність та обсяги торгівлі: Huobi є однією з провідних бірж за обсягом торгівлі. Користувачі можуть насолоджуватися високою ліквідністю та швидким виконанням ордерів, що забезпечує ефективність торгівлі та вузькі спреди;

– міжнародна присутність: Huobi активно розвивається на міжнародному рівні та має представництва та підтримку для користувачів у різних країнах та регіонах. Біржа надає багатомовну підтримку, що робить її доступною для трейдерів з усього світу. Більше того, Huobi встановлює партнерські відносини з іншими фінансовими інститутами та підприємствами для розширення свого впливу та надання найкращих послуг своїм клієнтам.

Загалом, Huobi – це популярна та прогресивна криптовалютна біржа, яка пропонує широкий спектр послуг та функціональності для трейдерів. Завдяки своїй надійності, безпеці, міжнародній присутності та постійним інноваціям, Huobi продовжує привертати увагу та довіру користувачів по всьому світу.

### 1.3 Постановка задачі

Таким чином, актуальним завданням є розробка та реалізація системи торгівлі криптовалютними активами на базі обраного технологічного стеку з функціональністю торгівлі криптовалютами. Біржа повинна забезпечувати можливість створення та управління торговими парами, надавати графіки цін, біржову склянку та можливості для спотової та ф'ючерсної торгівлі. Важливими аспектами розробки будуть безпека, продуктивність та простота використання системи.

Об'єктом роботи є криптовалютна біржа – система торгівлі криптовалютними активами.

Метою роботи є розробка системи торгівлі криптовалютами, що має високу продуктивність, безпеку та проста у використанні, з метою задоволення потреб користувачів на зростаючому ринку криптовалют.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз основних вимог та потреб користувачів у системі торгівлі криптовалютами;
- розробка та реалізація програмного коду для основних модулів криптобіржі, такі як функції торгівлі криптовалютами, управління профілями користувачів, обробки ордерів.

## 2 МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ КРИПТОВАЛЮТНОЇ БІРЖІ

### 2.1 Суть торгівлі на біржі криптовалют

Торгівля (трейдинг) на криптобіржі – це процес купівлі та продажу криптовалютних активів між учасниками даної біржі. Нижче описано основні поняття, що необхідні для розуміння суті торгівлі на біржі криптовалют.

#### 2.1.1 Торгова пара

Торгова пара на криптобіржі – це комбінація двох криптовалютних активів, які можна торгувати один з одним на платформі біржі. У торговій парі зазвичай є базова валюта (base currency) і котована валюта (quote currency).

Базова валюта – це криптовалюта, яку трейдер хоче купити чи продати. Наприклад, у парі BTC/USD, BTC (Bitcoin) є базовою валютою.

Котована валюта – це криптовалюта, де виражається ціна базової валюти. У парі BTC/USD, USD (United States Dollar) є валютою, що котується.

Торгова пара визначає, скільки валюти, що котується, потрібно для купівлі однієї одиниці базової валюти. Наприклад, якщо пара BTC/USD має ціну 20000 USD, це означає, що для покупки одного біткоїну потрібно 20000 доларів США.

Криптобіржі зазвичай пропонують широкий вибір торгових пар, дозволяючи трейдерам вибирати із різних комбінацій криптовалютних активів для своїх торгових операцій. Торгові пари можуть бути пов'язані з криптовалютами, фіатними валютами чи іншими активами на біржі.

На криптобіржах існують основні та альтернативні торгові пари. Основні пари зазвичай пов'язані з найбільш популярними та ліквідними криптовалютами, такими як BTC/USD або ETH/BTC. Альтернативні пари

включають менш відомі криптовалюти, які можуть бути торгуються тільки в парі з більш популярними активами.

Деякі торгові пари можуть бути ліквіднішими і мати більший обсяг торгів порівняно з іншими. Це означає, що в них відбувається більше торгових операцій, і їхня ціна зазвичай більш стабільна. Трейдери можуть віддавати перевагу таким парам для виконання своїх стратегій.

Різні торгові пари можуть мати різну волатильність, тобто зміну ціни з часом. Деякі пари можуть бути більш схильні до значних коливань ціни, що надає можливості для прибуткової торгівлі, але також несе ризики. Крім того, кожна торгова пара має спред, різницю між ціною купівлі та продажу. Більш ліквідні пари зазвичай мають менший спред.

Крім пар, пов'язаних з криптовалютами, існують також крос-курси та фіатні пари. Крос-курси є торговими парами, які не включають криптовалюти, наприклад, BTC/ETH або ETH/LTC. Фіатні пари дозволяють торгувати криптовалюти безпосередньо в парі з фіатними валютами, такими як USD або EUR.

### 2.1.2 Графік

Графік на торговій парі є візуальним поданням зміни ціни цієї пари протягом певного періоду часу. Він дозволяє трейдерам аналізувати та інтерпретувати динаміку цін та приймати рішення на основі отриманих даних. Приклад графіку на криптовалютній біржі показано на рисунку 2.1.

На графіку зазвичай відображаються такі елементи:

– осі координат: графік має горизонтальну вісь, яка представляє часовий період, та вертикальну вісь, яка позначає ціну. Осі координат дозволяють визначити співвідношення між часом та ціною;

– цінові точки: графік складається з точок, які представляють ціну торгової пари у певний час. Цінові точки з'єднуються лініями, утворюючи графічне уявлення про зміну ціни;

– інтервал часу: графік може бути налаштований для відображення різних інтервалів часу, наприклад хвилини, години, денні, тижневі або місячні дані. Це дозволяє трейдерам аналізувати як короткострокові, і довгострокові тренди;

– індикатори та інструменти аналізу: на графіку можуть бути застосовані різні індикатори та інструменти аналізу, такі як середні ковзаючі, стохастичний осцилятор, обсяги торгів та інші. Вони допомагають трейдерам досліджувати додаткові аспекти руху ціни та виявляти можливості для торгівлі;

– періоди свічок: одним із поширених способів подання цінової інформації на графіку є використання свічок (японські свічки). Кожна свічка являє собою певний часовий інтервал і містить інформацію про ціну відкриття, закриття, мінімальну та максимальну ціну за даний період.



Рисунок 2.1 – Приклад графіку на криптовалютній біржі Vinance

Графіки на торгових платформах дозволяють трейдерам проводити технічний аналіз, визначати тренди, рівні підтримки та опору, а також приймати рішення про купівлю чи продаж на основі аналізу цінової динаміки.

### 2.1.3 Біржова склянка

Біржова склянка (або склянка ордерів) – це інструмент, який є таблицею або візуальним відображенням поточних ордерів на купівлю та продаж на криптобіржі. Він показує актуальні пропозиції від продавців (asks) та попит від покупців (bids) для конкретної торгової пари [7].

Склянка ордерів зазвичай складається з двох колонок, де в одній колонці відображаються пропозиції на продаж із зазначенням ціни та обсягу, а в іншій колонці – попит на купівлю із зазначенням ціни та обсягу. Ціни розташовуються за зростанням від верхнього рядка до нижнього, їх також часто фарбують різними кольорами для позначення рівнів цін. На рисунку 2.2 показано типовий зовнішній вигляд біржової склянки.

Ціна(USDT)	Кількість(В...	Усього
27042.15	0.16834	4,552.27553
27042.12	0.00370	100.05584
27042.10	1.16201	31,423.19062
27042.09	9.47182	256,137.80890
<b>27,042.08</b> ↓	\$27,042.08	Більше
27042.08	0.68409	18,499.21651
27042.03	0.00370	100.05551
27042.01	1.22800	33,207.58828
27042.00	7.43601	201,084.58242

Рисунок 2.2 – Біржова склянка на криптовалютній біржі Binance

У біржовій склянці кожен рядок представляє окремий ордер із зазначенням ціни та обсягу. Ордери з більш високим обсягом зазвичай відображаються ближче до центру склянки, що вказує на більший інтерес до торгівлі на даному рівні ціни. Водночас, у біржовій склянці видно, скільки криптовалют можна купити або продати за певною ціною [8].

Біржова склянка дозволяє трейдерам бачити поточну ситуацію на ринку, рівні ліквідності, попит та пропозицію на певному рівні ціни. Це допомагає приймати рішення про вхід та вихід з позицій, аналізувати потенційні рівні підтримки та опору, а також оцінювати загальну активність та напрямок ринку.

#### 2.1.4 Формування ціни

Ціна в торговій парі формується на основі попиту та пропозиції на криптобіржі. Коли покупець і продавець погоджуються на ціну, за якою вони готові вчинити угоду, утворюється актуальна ціна торгової пари.

На біржі ціни формуються у вигляді ордерів на купівлю (bids) і ордерів на продаж (asks). Ордер на купівлю вказує бажану ціну та обсяг криптовалюти, яку покупець готовий придбати. Ордер на продаж вказує ціну та обсяг криптовалюти, яку продавець бажає продати. Коли ціна в ордері на покупку збігається з ціною в ордері на продаж, відбувається угода між покупцем та продавцем, і ця ціна стає поточною ціною торгової пари [9].

Ціна торгової пари може коливатися в залежності від змін у попиті та пропозиції на біржі. Якщо попит купівлю перевищує пропозицію продаж, ціна може піднятися. Якщо пропозиція на продаж перевищує попит на покупку, ціна може знизитися. Ці зміни у попиті та пропозиції можуть бути викликані різними факторами, такими як новини, події на ринку, зміни в ціні інших активів тощо.

Ціна в торговій парі є результатом взаємодії покупців та продавців на біржі, а сама біржа є майданчиком, де ці угоди укладаються.

#### 2.1.5 Обсяг торгів

Обсяг торгів – це кількість криптовалюти, яка була куплена або продана на криптобіржі за певний період часу. Обсяг торгів вимірюється в одиницях

криптовалюти, наприклад, в біткоінах, ефірах або інших активах, що торгуються. Обсяг торгів відбиває активність біржі і показує, наскільки інтенсивно відбуваються угоди. Великий обсяг торгів може вказувати на високу ліквідність ринку та інтерес з боку трейдерів. Він також може свідчити про значний рух цін та можливості для трейдингу.

Обсяг торгів є важливою статистикою для аналізу ринку та ухвалення інвестиційних рішень. Трейдери можуть використовувати обсяг торгів для оцінки попиту та пропозиції на ринку, виявлення трендів та формування стратегій торгівлі. Інформація про обсяг торгів зазвичай доступна на торгових платформах та біржах, де надаються дані про угоди та їх обсяги.

#### 2.1.6 Ліміти

На криптобіржах і торгівлі криптовалютами ліміти – це встановлені трейдером умови, за яких він готовий зробити угоду. Ліміти дозволяють трейдерам контролювати ціну, за якою вони хочуть купити чи продати криптовалюту, а також кількість криптовалюти, яку вони готові купити чи продати.

Для купівлі криптовалюти трейдер може встановити лімітну заявку на покупку, вказавши бажану ціну та кількість, за якими він готовий здійснити угоду. Якщо ціна досягне або опуститься нижче за вказаний рівень, заявка буде виконана.

Аналогічно, для продажу криптовалюти трейдер може встановити лімітну заявку на продаж, вказавши бажану ціну та кількість, за якими він готовий здійснити угоду. Якщо ціна досягне або підніметься вище за вказаний рівень, заявка буде виконана.

На рисунку 2.3 показаний приклад встановлення лімітів на купівлю та продаж у торговій парі BTC/USDT. При натисненні «Купівля BTC» буде створена лімітна заявка на купівлю, і коли ціна знизиться до 26000 USDT,

автоматично буде куплено 1 BTC. При натисненні «Продаж BTC» автоматично буде продано 2,5 BTC, коли ціна підніметься до 28000 USDT.

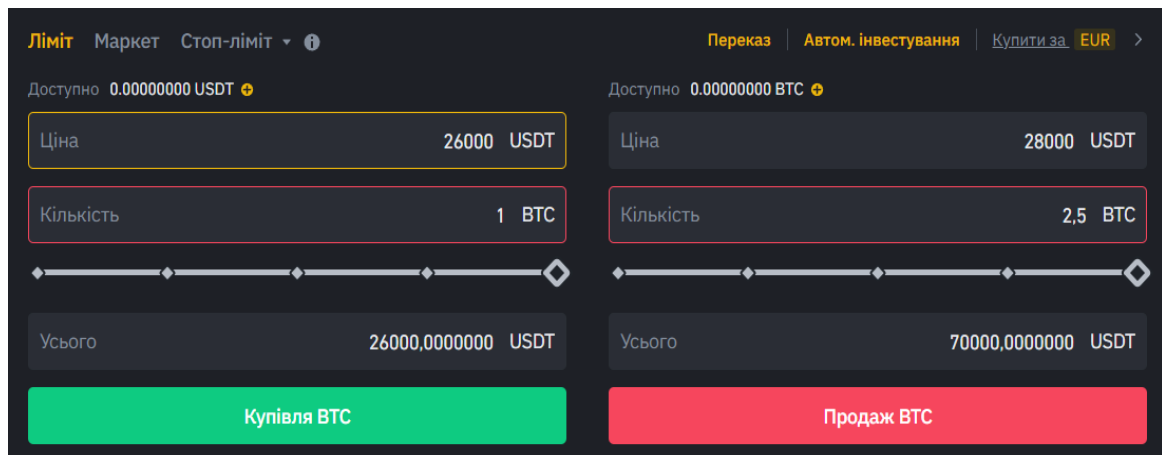


Рисунок 2.3 – Приклад встановлення лімітів на криптовалютній біржі Binance [10]

Ліміти дозволяють трейдерам контролювати ціну та обсяг угоди, а також застосовувати різні торгові стратегії, такі як купівля за нижчою ціною або продаж за вищою ціною. Вони також допомагають запобігти несподіваним змінам ціни і захищають трейдера від здійснення угод за не вигідними умовами. Ліміти можуть бути встановлені як на купівлю, так і продаж криптовалюти, і вони надають трейдерам велику гнучкість і контроль над своїми угодами.

## 2.2 Спотова торгівля

### 2.2.1 Загальна інформація про спотову торгівлю

Спотова торгівля – це форма торгівлі криптовалютами, коли трейдери здійснюють угоди з урахуванням поточних ринкових цін, з негайною поставкою і оплатою активів.

Основні особливості спотової торгівлі:

– негайне постачання: при спотовій торгівлі трейдери здійснюють угоди, за яких активи (наприклад, криптовалюти) доставляються негайно після

укладання угоди. Це відрізняє спотову торгівлю від інших форм торгівлі, таких як ф'ючерси чи опціони, де постачання активів відбувається у майбутньому;

– поточні ринкові ціни: у спотовій торгівлі ціни визначаються поточним попитом та пропозицією над ринком. Трейдери можуть бачити поточні ціни на криптовалюту та можуть здійснювати угоди за цими цінами. Ціни можуть змінюватись у реальному часі залежно від ринкової активності та ступеня ліквідності;

– фізичне постачання активів: при спотовій торгівлі трейдери фактично отримують володіння та контроль над криптовалютами чи іншими активами. Після укладання угоди активи переводяться на гаманець чи рахунок трейдера. Це відрізняється від похідних інструментів, де трейдери не фізично отримують активи, а мають право на їх купівлю або продаж у майбутньому;

– відсутність фіксації часу: у спотовій торгівлі угоди немає фіксованого часу виконання. Трейдери можуть робити угоди в будь-який час, коли ринок відкритий і доступний для торгівлі;

– ліквідність та обсяги: спотова торгівля зазвичай пропонує високу ліквідність та великі обсяги торгівлі, оскільки це найбільш поширений та доступний спосіб купівлі та продажу криптовалют. Біржі, на яких проводиться спотова торгівля, пропонують широкий вибір торгових пар та забезпечують активну торгівлю між трейдерами.

Спотова торгівля є одним із основних способів торгівлі на криптобіржах і надає трейдерам можливість купити та продати активи за поточними ринковими цінами. Це дозволяє трейдерам швидко реагувати на зміни цін та виконувати операції з низькою затримкою.

Основні переваги спотової торгівлі включають:

– простота використання: спотова торгівля є відносно простою і зрозумілою навіть для новачків. Трейдери можуть здійснювати угоди за поточними ринковими цінами без необхідності розуміти складні технічні інструменти або аналізувати майбутні ціни;

– швидке постачання активів: при спотовій торгівлі активи доставляються негайно після укладання угоди. Це дозволяє трейдерам швидко отримувати володіння над активами та використовувати їх на власний розсуд, наприклад, для довгострокового інвестування або для подальшої торгівлі на інших ринках;

– ліквідність: спотова торгівля зазвичай має високу ліквідність, оскільки на біржах представлено безліч трейдерів, готових купити чи продати активи. Це дозволяє трейдерам швидко виконувати свої угоди без суттєвого впливу на ринкові ціни;

– гнучкість і свобода: спотова торгівля надає трейдерам гнучкість вибору активів, якими вони хочуть торгувати, та часу, коли вони хочуть здійснювати угоди. Трейдери можуть вільно управляти своїми інвестиціями та приймати рішення відповідно до поточних ринкових умов.

### 2.2.2 Розрахунок загальної вартості угоди

Для визначення загальної вартості угоди на криптобіржі використовується така формула:

$$\text{Загальна вартість угоди} = \text{Ціна} * \text{Обсяг}, \quad (2.1)$$

де *Ціна* – ціна одиниці криптовалюти чи активу, виражена у певній валюті;

*Обсяг* – кількість криптовалюти або активу, яка буде куплена або продана.

Дана формула дозволяє визначити повну вартість угоди на основі ціни та обсягу торгів. Ціна та обсяг є важливими параметрами під час здійснення торгових операцій на криптобіржі.

Приклад розрахунку загальної вартості угоди. Наприклад, ціна однієї одиниці біткоїну становить \$25000, а користувач хоче придбати 2 біткоїни. Застосовуючи формулу розрахунку, загальна вартість угоди буде:  $\$25000 \times 2 =$

= \$50000. Таким чином, для придбання 2 біткоїнів за ціною \$25,000 за одиницю, загальна вартість угоди складе \$50,000.

### 2.2.3 Алгоритм зіставлення ордерів

Для ефективного зіставлення ордерів на криптобіржі використовується спеціальний алгоритм. Нижче наведена послідовність кроків цього алгоритму:

Крок 1. Коли на біржі надходить новий ордер на купівлю або продаж криптовалюти, він реєструється в системі із зазначенням його параметрів, таких як ціна, обсяг та тип ордера.

Крок 2. Пошук вже існуючих ордерів в системі, які можуть бути зіставлені з новим ордером на основі певних критеріїв, таких як ціна та обсяг.

Крок 3. Після пошуку сумісних ордерів відбувається їх зіставлення з новим ордером. Якщо ціна та обсяг нового ордера відповідають ціні та обсягу існуючого ордера (або кількох ордерів), то відбувається збіг та угода вважається виконаною.

Крок 4. Після успішного зіставлення ордерів відбувається виконання угоди. Ордери, які були зіставлені, вважаються виконаними, і криптовалюта чи фіатні кошти передаються відповідним сторонам угоди.

Крок 5. Після виконання угоди система оновлює ордери, враховуючи обсяги та ціни угод. Якщо є невиконані ордери, вони залишаються активними у системі і можуть бути зіставлені з майбутніми ордерами.

## 2.3 Ф'ючерсна торгівля

### 2.3.1 Загальна інформація про ф'ючерсну торгівлю

Ф'ючерси (ф'ючерсні контракти) – це стандартизовані договори, які зобов'язують сторони купити або продати певний актив (наприклад, товар,

валюту, фінансовий інструмент) за заздалегідь визначеною ціною та в майбутньому заздалегідь встановленою датою [11].

Особливості ф'ючерсів:

– стандартизація: ф'ючерсні контракти мають стандартизовані характеристики, такі як кількість активу, термін виконання, розмір контракту тощо. Це дозволяє легко торгувати і порівнювати різні ф'ючерсні контракти;

– кредитне плече (леверидж): ф'ючерси дозволяють трейдерам використовувати кредитне плече, що означає, що для відкриття позиції потрібна лише невелика частка повної вартості контракту. Це дозволяє збільшити потенційний прибуток, але також збільшує ризики;

– двосторонні угоди: ф'ючерси є двосторонніми угодами, тобто у кожній угоді є продавець (коротка позиція) та покупець (довга позиція). Це забезпечує ліквідність ринку та можливість для трейдерів заробляти як на зростанні, так і на падінні ціни активу;

– виконання та доставка: залежно від типу ф'ючерсу та ринку, ф'ючерси можуть бути виконані фізичною доставкою активу або готівкою. Однак більшість трейдерів вважають за краще закрити позицію до закінчення контракту, використовуючи зворотну угоду.

Ф'ючерси також дозволяють трейдерам отримувати доступ до ліквідності та цінових рухів активів, які можуть бути недоступними на інших ринках. Також вони надають можливість трейдерам використовувати різні стратегії, такі як арбітраж, спред-торгівля та стратегії на основі прогнозування цінових змін.

Важливим аспектом ф'ючерсної торгівлі є розуміння механізму маржі. При відкритті позиції на ф'ючерсний договір трейдер зобов'язаний внести певну суму коштів як маржу. Маржа є гарантією виконання зобов'язань за контрактом і є захистом від потенційних збитків. Прибуток чи збиток від торгівлі ф'ючерсами розраховується з урахуванням зміни ціни активу, помноженого розмір контракту.

### 2.3.2 Типи ф'ючерсних контрактів

Безстрокові контракти (perpetual contracts) – це контракти, які мають фіксованого терміну і можуть тривати нескінченно до тих пір, коли одна із сторін не вирішить закрити позицію. Вони пропонують трейдерам можливість торгувати криптовалютою з використанням кредитного плеча без обмежень у часі. Безстрокові контракти зазвичай імітують ціну референтного активу, такого як біткоїн, і включають механізм фінансування підтримки ціни контракту близьку ціну активу.

Контракти з терміном (futures contracts) – це контракти, які мають певний термін дії, який зазвичай вказаний у днях або місяцях. Такі контракти мають фіксовану дату виконання, відому як дата експірації. Трейдери можуть відкривати та закривати позиції протягом терміну контракту, але після закінчення терміну контракт буде автоматично закрито. Контракти з терміном дозволяють трейдерам спекулювати на майбутню ціну активу та захищати свої позиції від потенційних ризиків [12].

У даній роботі для реалізації було обрано безстрокові контракти, що мають свої переваги. Перевага безстрокових контрактів полягає у їх гнучкості та можливості довгострокових стратегій. Завдяки відсутності фіксованого терміну та можливості торгувати цілодобово, трейдери можуть здійснювати довгострокові інвестиції та використовувати кредитне плече для максимізації потенційного прибутку. Безстрокові контракти також дозволяють уникнути проблем, пов'язаних із закінченням контракту, та перерахунком позицій.

### 2.3.3 Кредитне плече

Кредитне плече (leverage) на ф'ючерсах дозволяє трейдерам збільшувати свою позицію відносно коштів, що є на рахунку. Це означає, що трейдер може контролювати більші обсяги активів, ніж він реально може собі дозволити при

використанні лише своїх коштів. Кредитне плече надається біржею або брокером і дозволяє збільшити потенційний прибуток, проте також збільшує потенційні збитки.

Коли трейдер відкриває позицію з використанням кредитного плеча, він вносить на свій рахунок невелику частку загальної вартості позиції, яку називають заставою. Застава зазвичай становить певний відсоток розміру позиції, встановлений біржею чи брокером. Решта вартості позиції фінансується позиковими коштами.

Формула розрахунку прибутку та збитку (Profit/Loss, PNL) для ф'ючерсних контрактів може бути виражена наступним чином:

$$\text{PNL} = (\text{Ціна закриття} - \text{Ціна відкриття}) * \text{Розмір контракту} * \text{Кредитне плече}, \quad (2.2)$$

де *Ціна закриття* – ціна, за якою закрита позиція;

*Ціна відкриття* – ціна, за якою було відкрито позицію;

*Розмір контракту* – розмір одного договору.

При позитивному значенні PNL це вказує на прибуток від угоди, а при негативному значенні – на збиток [13].

#### 2.3.4 Ліквідація

На криптобіржах ліквідацією називається процес автоматичного закриття позиції учасника на підставі заданих правил і умов. Це відбувається, коли учасник не здатен підтримувати необхідну маржу (забезпечення) для утримання позиції. Коли позиція підлягає ліквідації, біржа автоматично закриває позицію учасника, спираючись на поточну ринкову ціну. У разі ф'ючерсних контрактів ліквідація може бути пов'язана з розрахунком та виконанням контракту за встановленими правилами та умовами.

Мета ліквідації полягає в тому, щоб мінімізувати ризики та забезпечити виконання контрактів та угод на ринку. Вона також є механізмом для підтримки стабільності ринку та запобігання безпосереднім збиткам для учасників.

Розрахунок вартості ліквідації заснований на поточній ринковій ціні та розмірі позиції. У разі ліквідації позиції покупця (довгої позиції) використовується така формула:

$$\begin{aligned} \text{Вартість ліквідації} &= (\text{Ціна ліквідації} - \text{Ціна відкриття}) * \\ &\quad \text{Розмір контракту} * \text{Кредитне плече.} \end{aligned} \quad (2.3)$$

У разі ліквідації позиції продавця (короткої позиції) формула буде такою:

$$\begin{aligned} \text{Вартість ліквідації} &= (\text{Ціна відкриття} - \text{Ціна ліквідації}) * \\ &\quad \text{Розмір контракту} * \text{Кредитне плече.} \end{aligned} \quad (2.4)$$

## 3 РОЗРОБКА ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ

### 3.1 Обґрунтування обраних технологій

Для реалізації бекенду криптобіржі були обрані мова програмування Java та фреймворк Spring, включаючи Spring Boot, Spring Security та Spring Data. Java є однією з найпопулярніших мов програмування, а Spring - одним з провідних фреймворків розробки застосунків на Java. Завдяки цьому існує велика кількість ресурсів, документації та спільнот, які можуть допомогти у розробці та вирішенні проблем.

Spring пропонує широкий набір інструментів і бібліотек для розробки вебзастосунків. Spring Boot дозволяє створювати самостійні, автономні програми з мінімальною конфігурацією [14]. Spring Security забезпечує потужну систему автентифікації та авторизації, необхідну для забезпечення безпеки користувачів та їх даних на криптобіржі [15]. Spring Data полегшує взаємодію з базою даних та надає зручні інструменти для роботи з даними [16].

Spring пропонує модульну архітектуру, що дозволяє розробляти додаток поетапно та додавати нову функціональність у міру необхідності. Це особливо важливо для криптобіржі, оскільки вона може вимагати постійного оновлення та розширення функціональності відповідно до ринкових вимог.

Spring легко інтегрується з іншими популярними технологіями та фреймворками, що дозволяє розширювати функціональність криптобіржі та взаємодіяти з іншими системами чи сервісами.

Загалом, вибір Java та Spring для розробки бекенду криптобіржі забезпечує потужний інструментарій, широкі можливості та гнучкість, що дозволяє створити надійний та масштабований застосунок, готовий до обробки високого навантаження та забезпечення безпеки торгівлі криптовалютами.

Для розробки фронтенду криптобіржі було обрано фреймворк React. React надає гнучку архітектуру компонентів, яка дозволяє розбити інтерфейс

користувача на окремі модулі. Це дозволяє зручно організувати код, повторно використовувати компоненти та легко масштабувати програму. React використовує віртуальний DOM (Virtual DOM) та ефективний алгоритм порівняння змін, що дозволяє оновлювати лише необхідні частини інтерфейсу. Це призводить до швидкого відтворення та оновлення інтерфейсу користувача, що особливо важливо для криптобіржі, де інформація про торгівлю повинна бути оновлена в реальному часі. React використовує концепцію одностороннього потоку даних, що спрощує керування станом програми та забезпечує передбачувану модель оновлення даних [17]. Це особливо корисно при роботі з динамічними даними на криптобіржі, таких як ціни, обсяги торгів та відкриті ордери.

Для відображення графіків на криптобіржі використали інструмент TradingView. TradingView надає широкий набір інструментів та можливостей для відображення професійних графіків та технічного аналізу. Він має безліч індикаторів, осциляторів, графічних інструментів та функцій аналізу, які дозволяють трейдерам вивчати та передбачати рух цін. TradingView пропонує гнучке налаштування графіків, дозволяючи користувачеві вибирати різні часові інтервали, типи графіків (свічки, лінії, бари та ін.), а також налаштовувати зовнішній вигляд та колірну схему. Це дозволяє адаптувати графіки під індивідуальні уподобання трейдера.

TradingView надає API, який дозволяє інтегрувати графіки у власну програму або вебсайт криптобіржі. Це забезпечує сумісність з іншими компонентами та можливість отримання даних про торгівлю у режимі реального часу [18].

Використання інструменту TradingView для відображення графіків на криптобіржі забезпечує трейдерам та користувачам зручний та функціональний інструмент для проведення технічного аналізу та прийняття торгових рішень.

## 3.2 Тестування вебзастосунку

На рисунках 3.1-3.16 покроково зображено процес роботи із вебзастосунком.

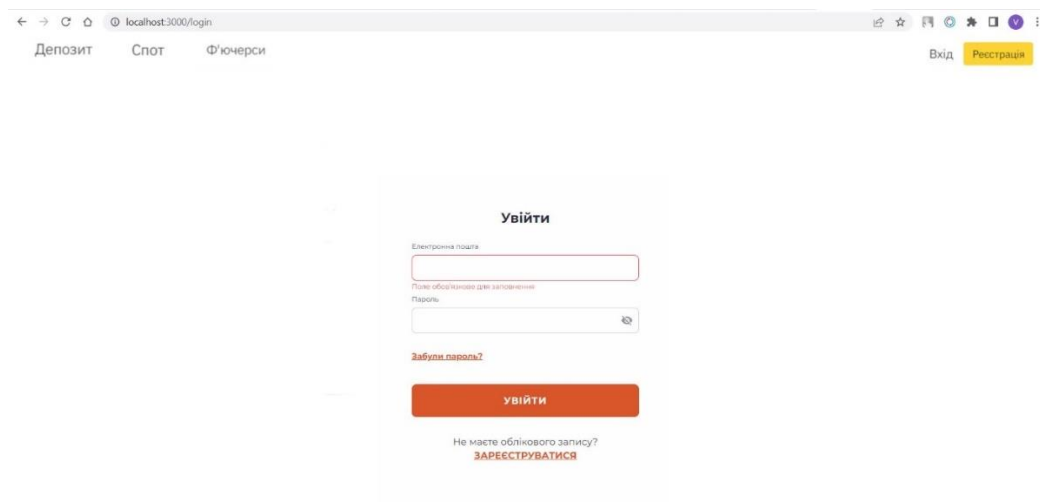


Рисунок 3.1 – Сторінка авторизації

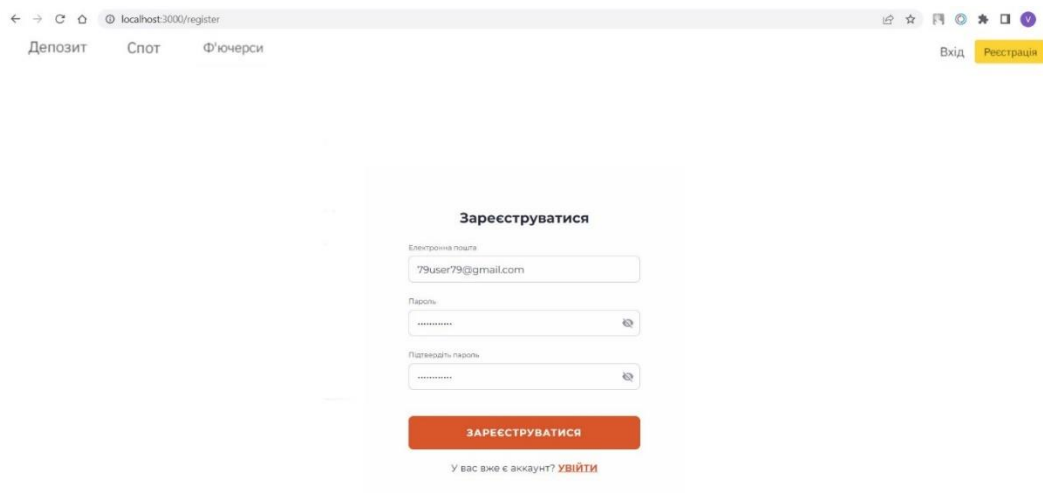


Рисунок 3.2 – Сторінка реєстрації

← → ↻ localhost:3000/login

Депозит    Спот    Ф'ючерси

Вхід    Реєстрація

### Увійти

Електронна пошта

Пароль

[Забули пароль?](#)

**УВІЙТИ**

Не маєте облікового запису?  
[ЗАРЕЄСТРУВАТИСЯ](#)

Рисунок 3.3 – Процес авторизації

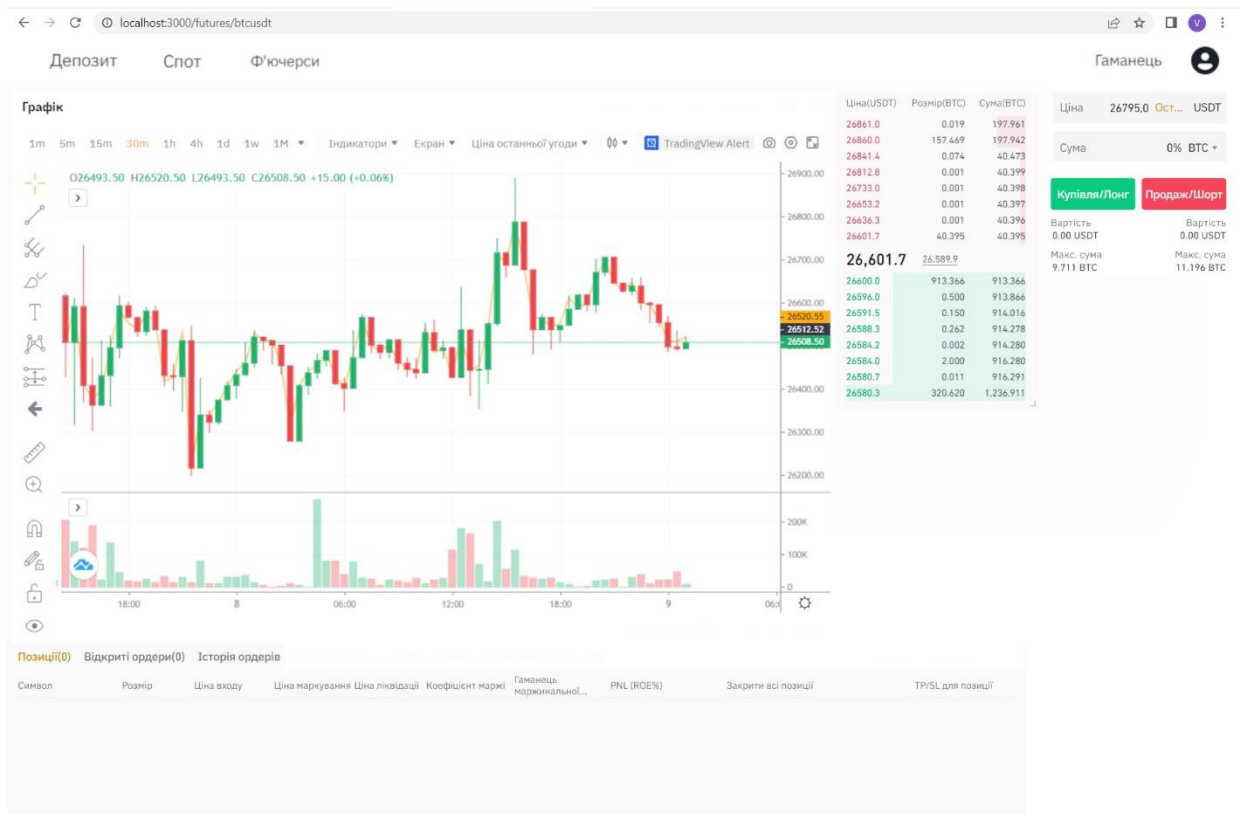


Рисунок 3.4 – Сторінка ф'ючерсної торгівлі

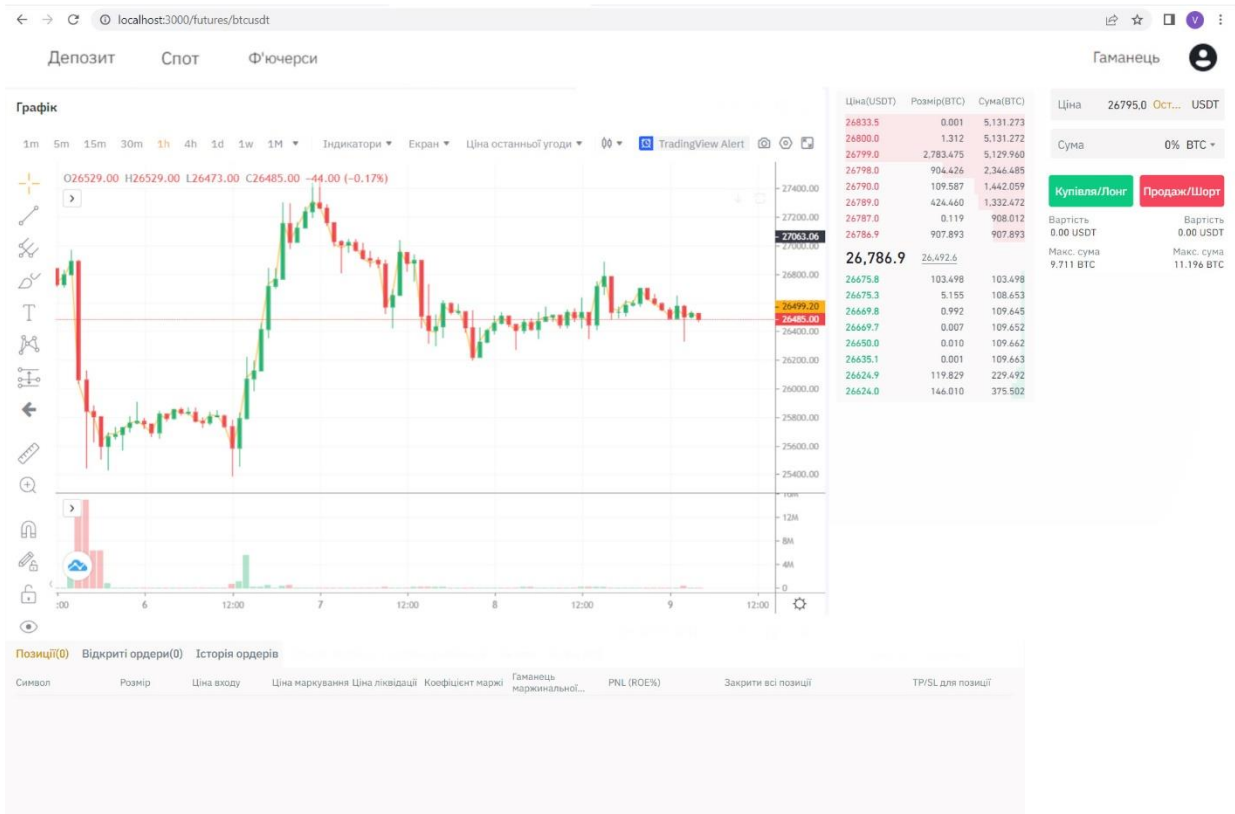


Рисунок 3.5 – Графік з ціною поділки в одну годину

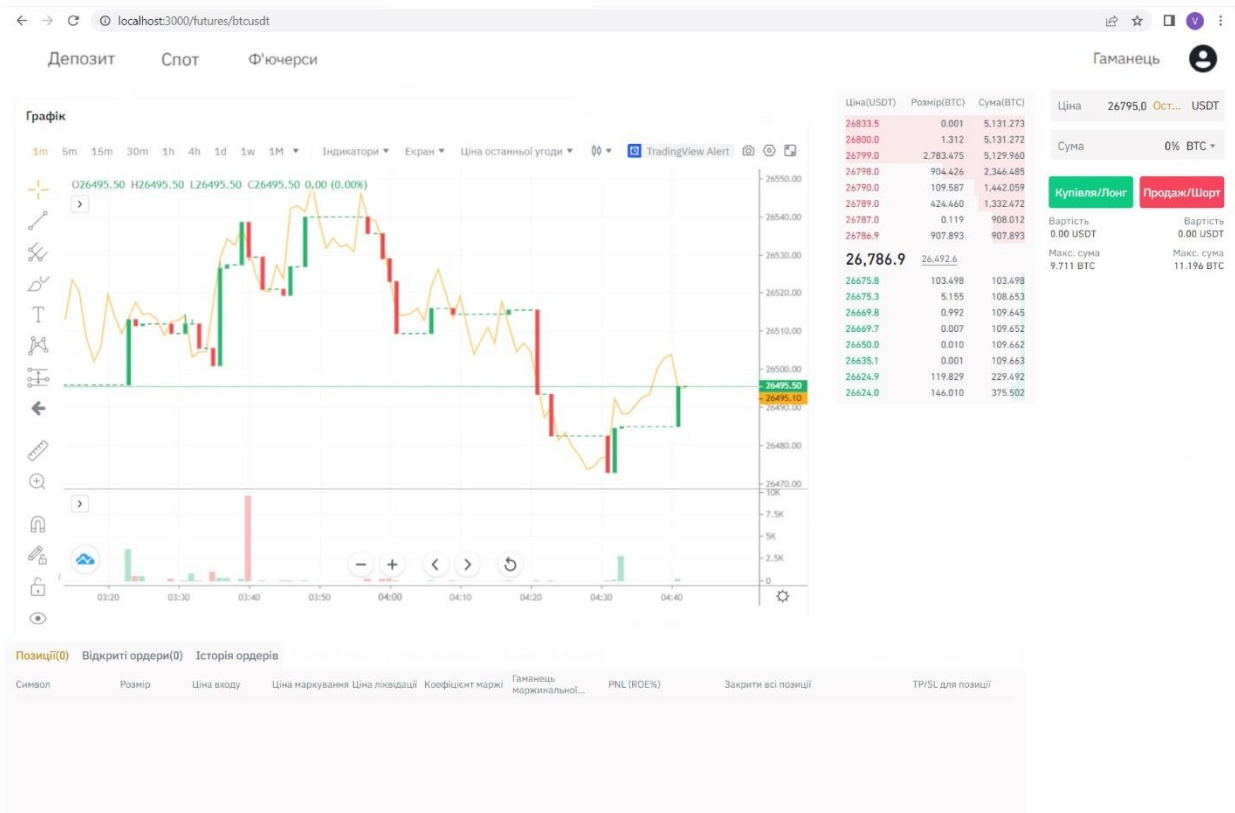


Рисунок 3.6 – Графік з ціною поділки в одну хвилину

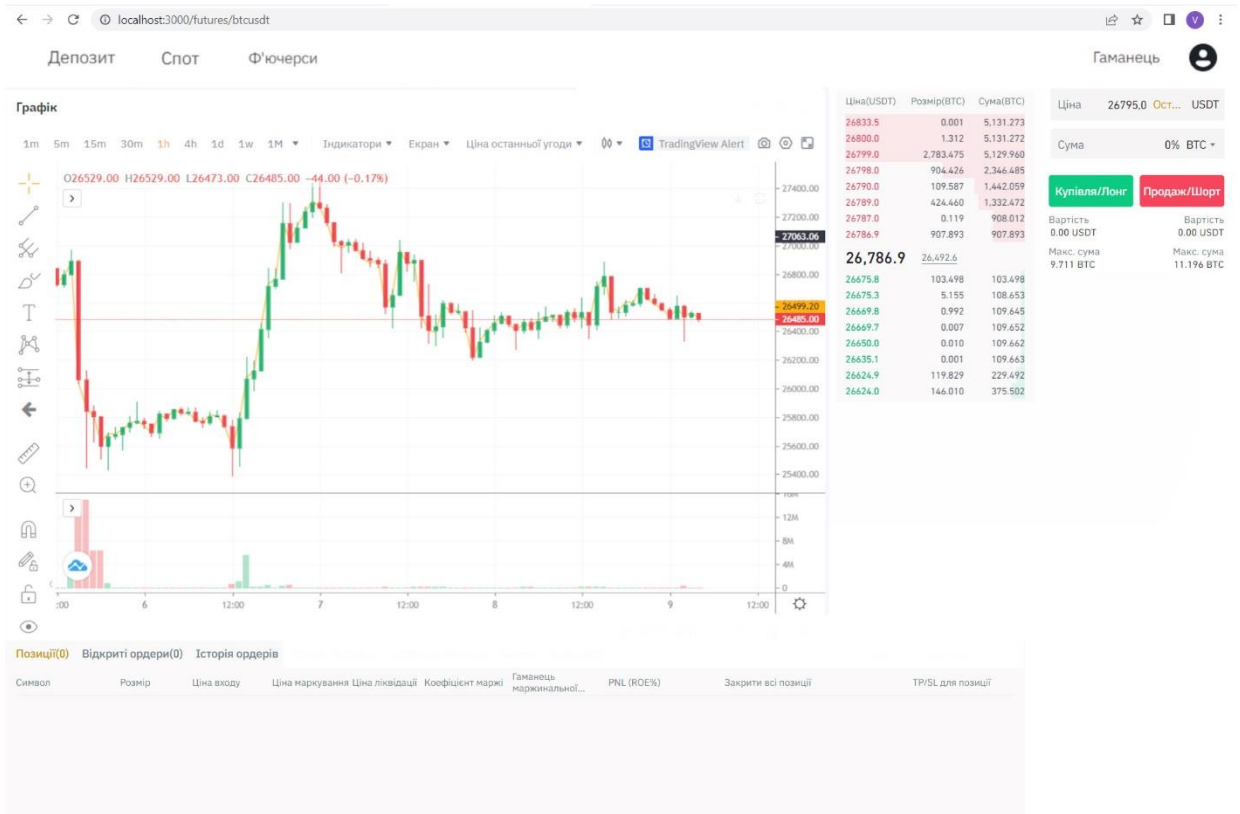


Рисунок 3.7 – Графік з ціною поділки в одну годину

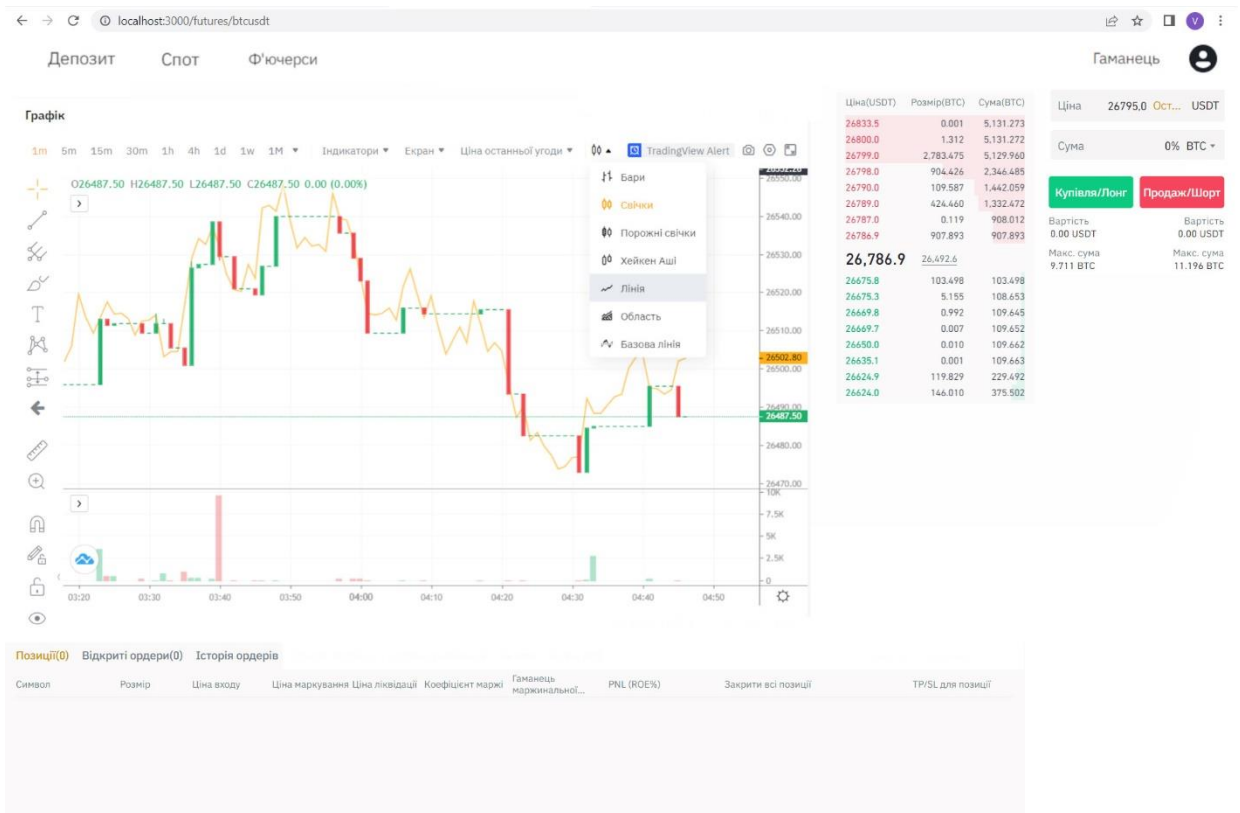


Рисунок 3.8 – Меню вибору стилю графіка

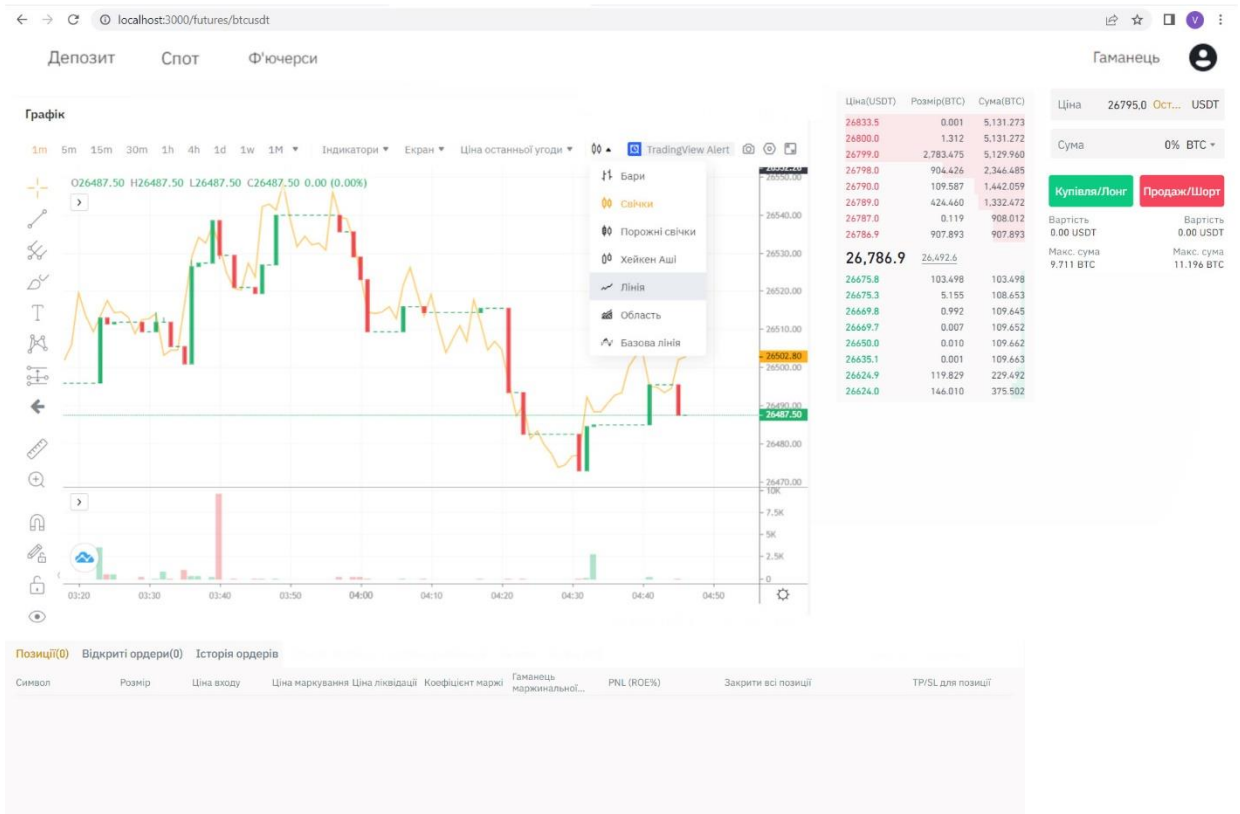


Рисунок 3.9 – Стиль графіку «Лінія»

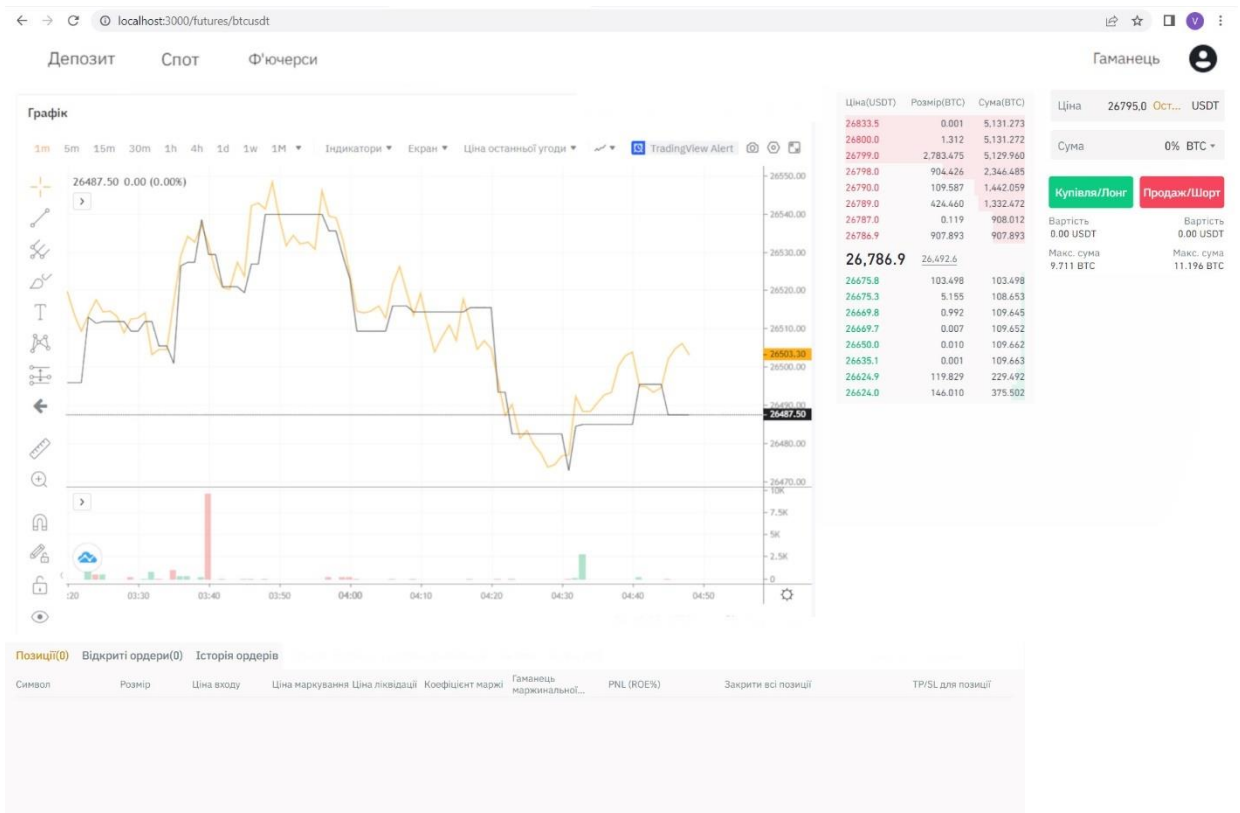


Рисунок 3.10 – Стиль графіку «Базова лінія»

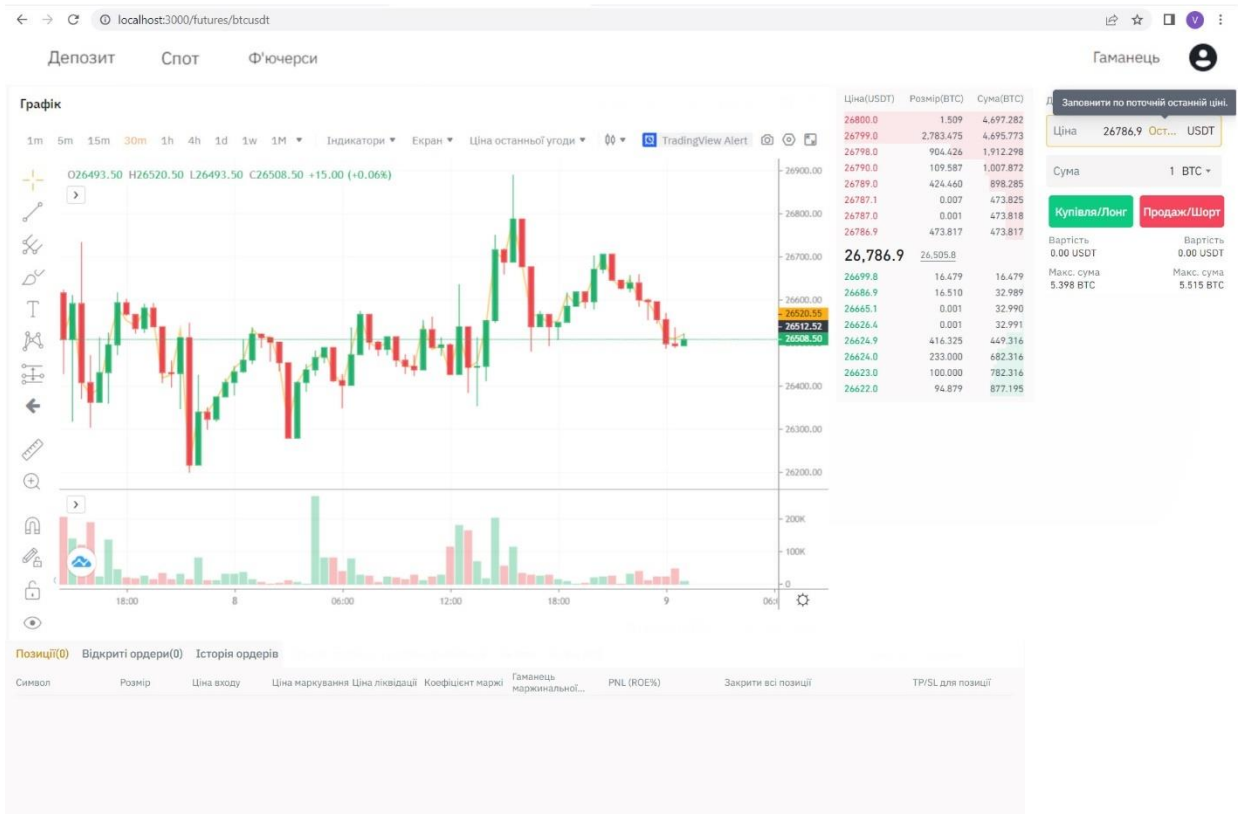


Рисунок 3.11 – Купівля або продаж за останньою ціною

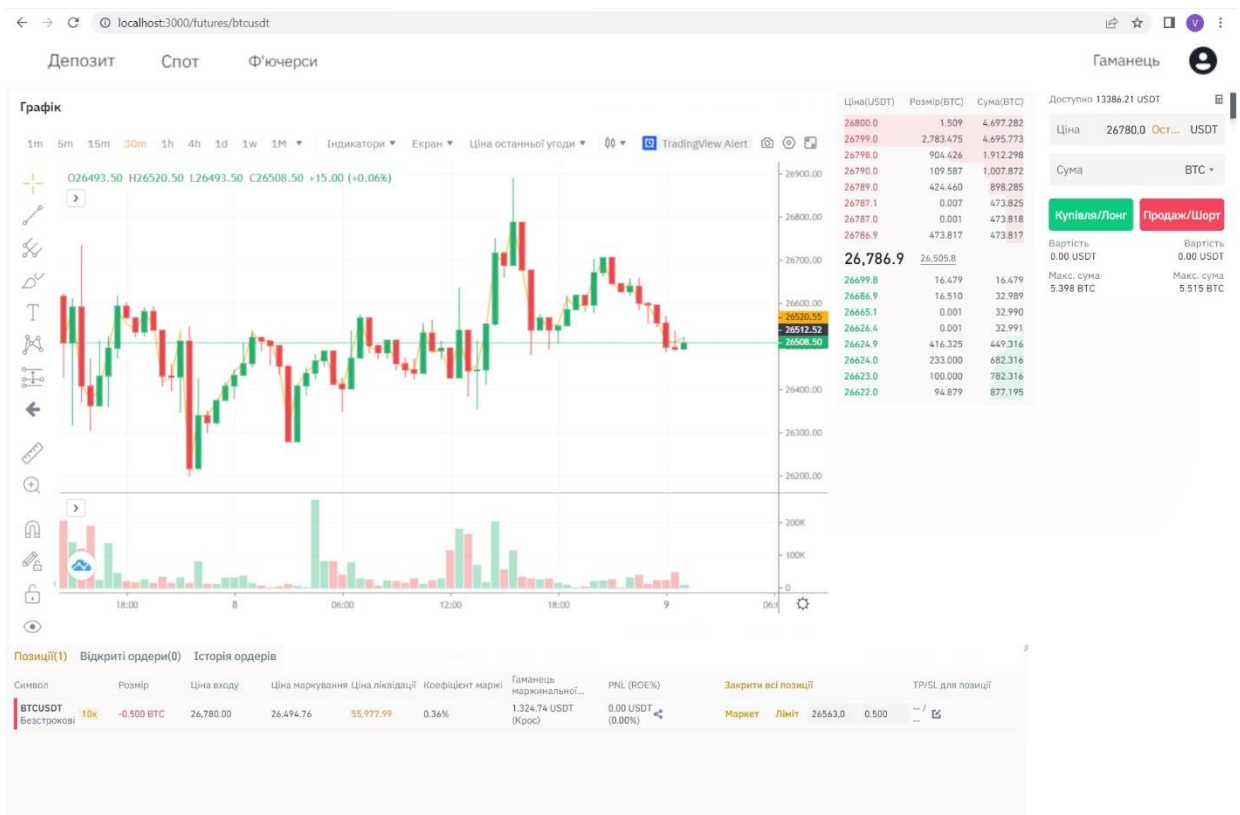


Рисунок 3.12 – Відкриття короткої позиції

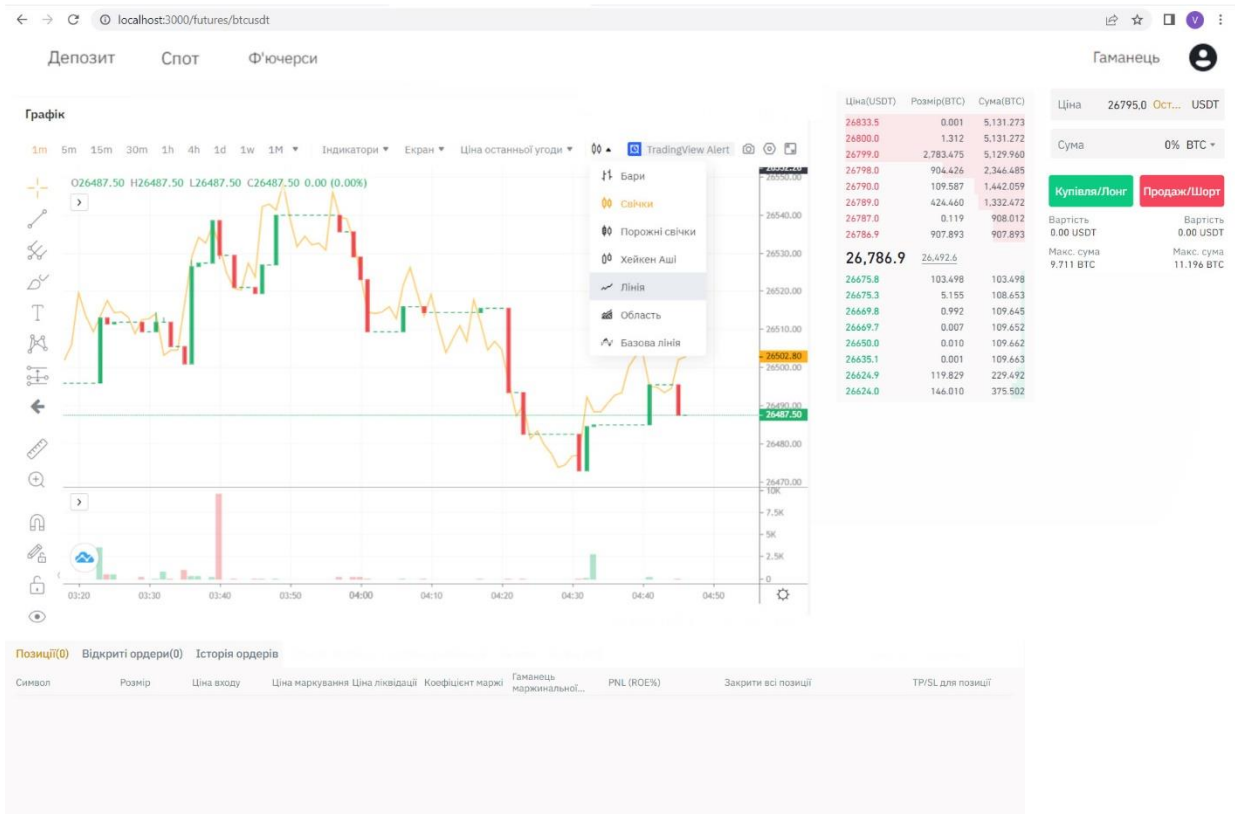


Рисунок 3.13 – Відкрита коротка позиція

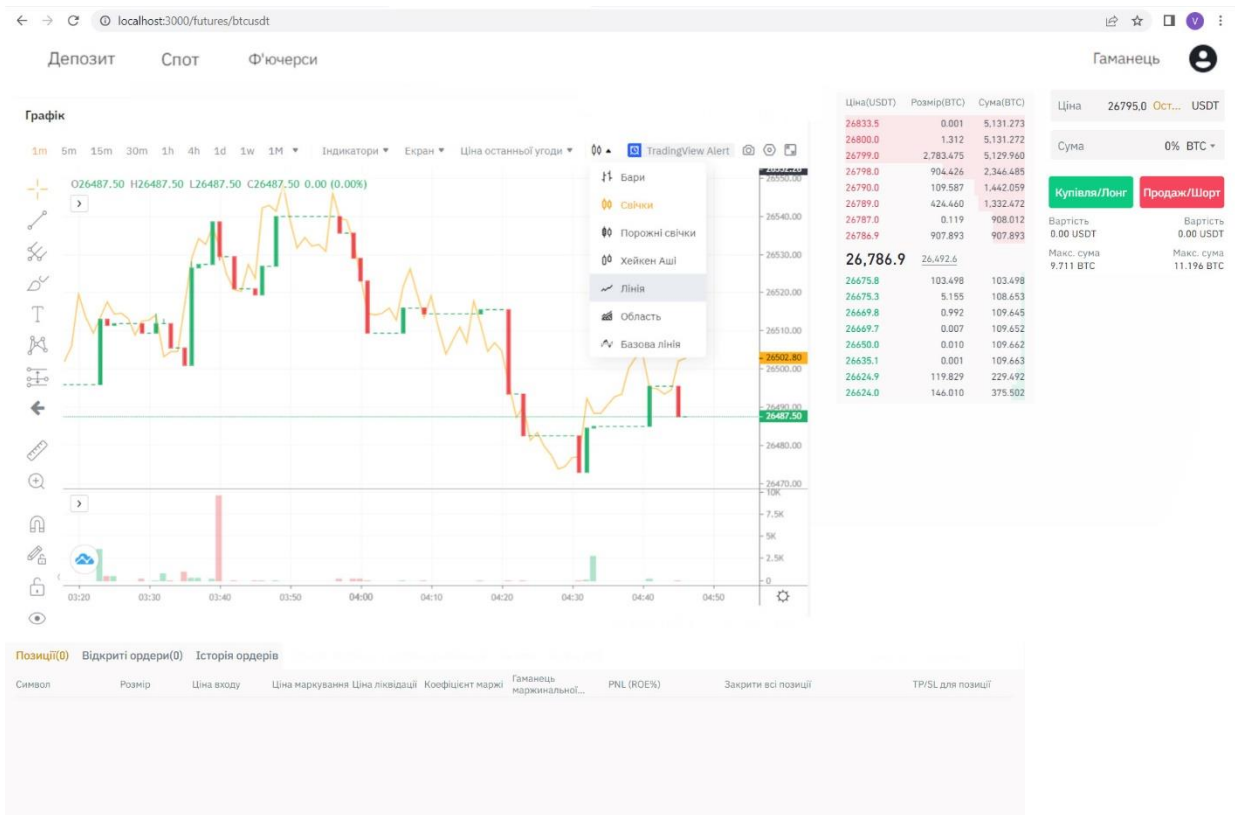


Рисунок 3.14 – Результат виконання короткої позиції

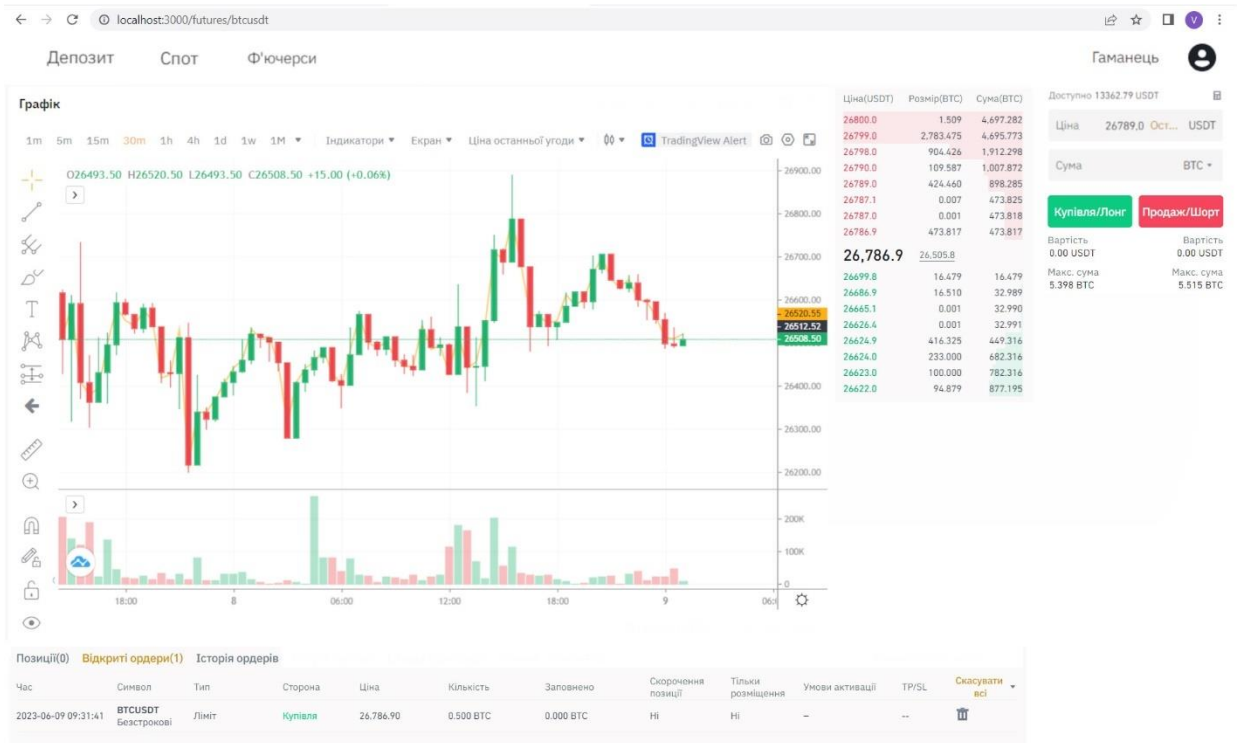


Рисунок 3.15 – Відкриття довгої позиції

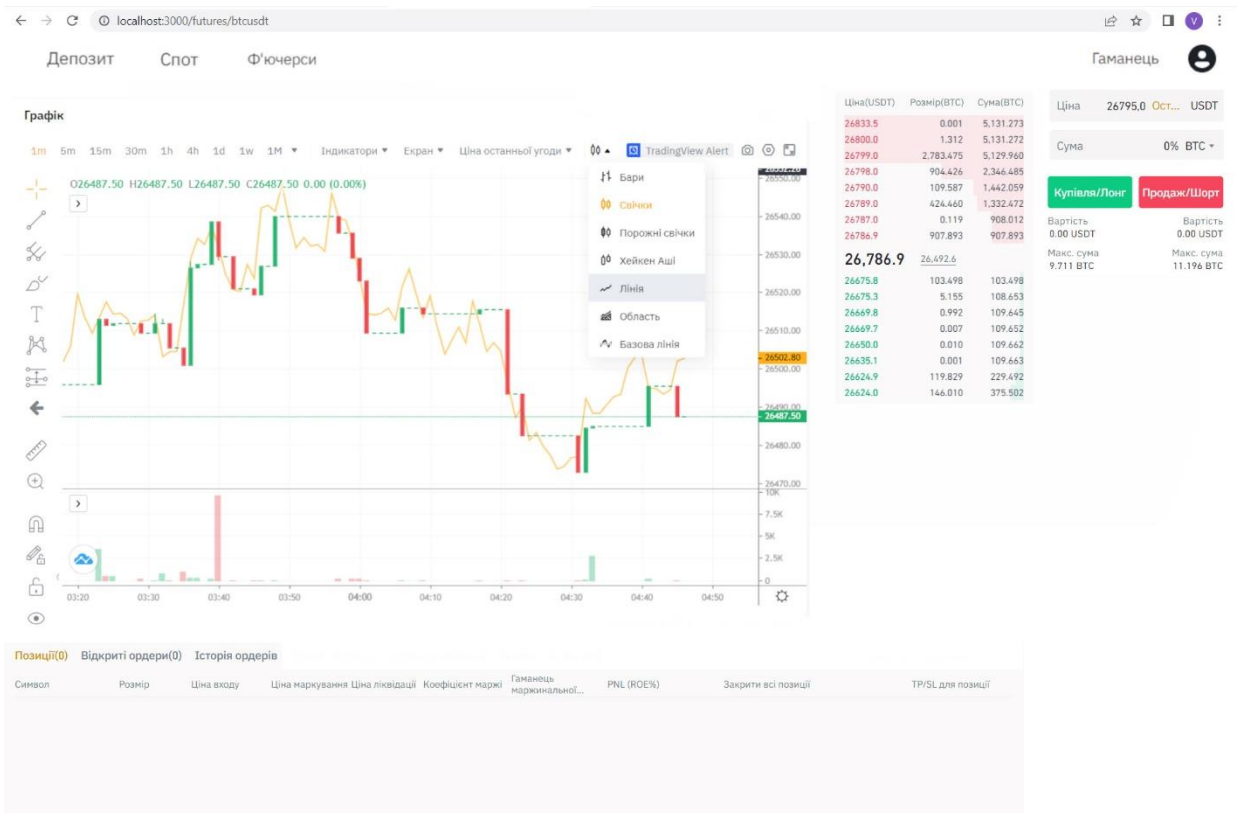


Рисунок 3.16 – Відкрита довга позиція

## ВИСНОВКИ

У ході виконання роботи була розроблена система торгівлі криптовалютами, яка включає функціональність ф'ючерсної торгівлі. Були застосовані різні математичні моделі, алгоритми та формули для реалізації торгових операцій, розрахунку маржі, зіставлення ордерів та інших аспектів, пов'язаних із торгівлею на біржі.

При розробці біржі використовувалися сучасні технології та інструменти, такі як Java, Spring, React та TradingView. Це дозволило створити надійну і масштабовану платформу зі зручним інтерфейсом користувача, можливістю відображення графіків і виконання торгових операцій в режимі реального часу.

Також у роботі було проведено тестування та валідації розробленої системи. Це дозволило переконатися у її коректній роботі, відповідності заданим вимогам та ефективності у виконанні торгових операцій.

Основні досягнення роботи включають:

- розробка та реалізація функціональності спотової торгівлі та ф'ючерсної торгівлі на криптобіржі;
- застосування математичних моделей, алгоритмів та формул для розрахунку маржі, вартості торгових операцій та зіставлення ордерів;
- використання сучасних технологій та інструментів для розробки бекенду та фронтенду криптобіржі;
- тестування та валідація розробленої системи.

В результаті виконання роботи було створено функціональну та надійну криптобіржу, яка може бути використана для моделювання та симуляції торгових операцій з криптовалютами. Розроблені моделі, алгоритми та формули можуть бути корисними інструментами для розробників у сфері трейдингу та блокчейн.

Проте слід зазначити, що розроблена система є симуляцією і призначена для реальної торгівлі на реальних біржах. Вона служить дослідницької та

освітньої мети, допомагаючи зрозуміти та вивчити основні аспекти торгівлі на криптобіржі.

Подальший розвиток досліджень у цій галузі може включати розширення функціональності біржі, покращення моделей та алгоритмів торгівлі, а також адаптацію системи для роботи з реальними біржами та даними. Це може сприяти глибшому вивченню криптовалютних ринків та розвитку нових торгових стратегій та підходів.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Academy, B. (2023). What Is Cryptocurrency? Binance Academy. URL: <https://academy.binance.com/en/articles/what-is-a-cryptocurrency> (дата звернення 25.04.2023).
2. Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. *Decentralized business review*, 21260.
3. Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017, June). An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. In *2017 IEEE international congress on big data (BigData congress)* (pp. 557-564).
4. About. Binance. URL: <https://www.binance.com/en/about> (дата звернення 07.04.2023).
5. About Coinbase. Coinbase. URL: <https://www.coinbase.com/about> (дата звернення 07.04.2023).
6. Why Kraken? Kraken. URL: <https://www.kraken.com/why-kraken> (дата звернення 07.04.2023).
7. WhiteBIT. (2023). Що таке біржовий стакан криптовалюти? *WhiteBIT Blog*. URL: <https://blog.whitebit.com/uk/what-is-a-crypto-order-book> (дата звернення 30.04.2023).
8. WhiteBIT. (2023). What Is a Crypto Order Book? *WhiteBIT Blog*. URL: <https://blog.whitebit.com/en/what-is-a-crypto-order-book> (дата звернення 03.05.2023).
9. *Making Sense of Crypto Futures Order Types - What are they and when to use them?* / *Binance Blog*. Binance Blog. URL: <https://www.binance.com/en/blog/futures/making-sense-of-crypto-futures-order-types--what-are-they-and-when-to-use-them-421499824684902291> (дата звернення 03.05.2023).
10. BTCUSDT | Binance Spot. Binance. URL: [https://www.binance.com/uk-UA/trade/BTC\\_USDT](https://www.binance.com/uk-UA/trade/BTC_USDT) (дата звернення 25.04.2023).

11. WhiteBIT. (2023). Futures Trading on WhiteBIT. *WhiteBIT Blog*. URL: <https://blog.whitebit.com/en/futures-trading-on-whitebit> (дата звернення 02.05.2023).

12. Academy, B. (2023). Що таке безстрокові ф'ючерсні контракти? *Binance Academy*. URL: <https://academy.binance.com/uk/articles/what-are-perpetual-futures-contracts> (дата звернення 30.04.2023).

13. WhiteBIT. (2023). Що таке PNL? *WhiteBIT Blog*. URL: <https://blog.whitebit.com/uk/what-is-profit-and-loss> (дата звернення 25.04.2023).

14. *Spring Boot*. Spring Boot. URL: <https://spring.io/projects/spring-boot#learn> (дата звернення 23.05.2023).

15. *Spring Security :: Spring Security*. URL: <https://docs.spring.io/spring-security/reference/index.html> (дата звернення 21.05.2023).

16. *Spring Data*. Spring Data. URL: <https://spring.io/projects/spring-data> (дата звернення 21.05.2023).

17. *Tutorial: Intro to React – React*. React. URL: <https://legacy.reactjs.org/tutorial/tutorial.html> (дата звернення 21.05.2023).

18. TradingView. *TradingView Trading Platform capabilities and features*. URL: <https://www.tradingview.com/features> (дата звернення 18.05.2023).