

**Київський національний торговельно-економічний
університет**

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем

ВИПУСКНИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ

на тему:

**«Розробка системи імітаційного моделювання
фондової біржі для тестування торговельних стратегій
трейдера»**

Студента 2 курсу, 7м групи
спеціальності
122 «Комп'ютерні науки»
спеціалізації
«Комп'ютерні науки»

підпис студента

Гурко
Владислав
Ігорович

Науковий керівник
доктор фізико-математичних наук,
професор

підпис керівника

Пурський Олег
Іванович

Гарант освітньої програми
доктор фізико-математичних наук,
професор

підпис керівника

Пурський Олег
Іванович

Київ 2020

Київський національний торговельно-економічний університет

Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Спеціалізація «Комп'ютерні науки»

Затверджую

Зав. кафедри _____

Пурський О.І.
«5» грудня 2019р.

**Завдання
на випускний кваліфікаційний проєкт студенту**

Гурку Владиславу Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема випускного кваліфікаційного проєкту
«Розробка системи імітаційного моделювання фондової біржі для тестування торговельних стратегій трейдера»

Затверджена наказом ректора від *«02» грудня 2019 р. № 4110*

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту *05 листопада 2020 року*

3. Цільова установка та вихідні дані до проєкту

Мета роботи: розробка моделі та веб додатку для перевірки торгових стратегій трейдера.

Об'єкт дослідження: процеси функціонування фондового ринку.

Предмет дослідження: фондовий ринок, інформаційні технології фондової біржі.

4. Перелік графічного матеріалу

5. Консультанти по роботі із зазначенням розділів, за якими здійснюється консультування:

Розділ	Консультант (прізвище, ініціали)	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Пурський О.І.	5.12.2019 р.	5.12.2019 р..
2	Пурський О.І..	5.12.2019 р.	5.12.2019 р.
3	Пурський О.І.	5.12.2019 р.	5.12.2019 р.

6. Зміст випускного кваліфікаційного проєкту (перелік питань за кожним розділом)

ВСТУП.

РОЗДІЛ 1. Огляд фінансових ринків та макроекономіки.

1.1. Характеристики торгівлі та інвестування.

1.2. Макроекономіка. Тренди в торгівлі.

1.3. Сектори на фондовому ринку.

1.4. Активи фондового ринку.

1.5. Принципи технічного аналізу.

РОЗДІЛ 2. Побудова імітаційної моделі фондового ринку

2.1. Постановка задачі.

2.2. Вибір методу моделювання.

2.3. Вибір середовища моделювання.

2.4. Архітектура агентів.

РОЗДІЛ 3. Програмна реалізація та результати симуляції моделі фондового ринку.

3.1. Правила штучного ринку.

3.2. Результати симуляції.

3.3. Огляд розробленого додатку.

3.4. Перевірка торгових стратегій трейдера.

ВИСНОВКИ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

ДОДАТОК.

7. Календарний план виконання проєкту

№ Пор.	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
		За планом	фактично
1	2	3	4
1	<i>Вибір теми випускного кваліфікаційного проєкту</i>	<i>01.11.2019</i>	<i>01.11.2019</i>
2	<i>Розробка та затвердження завдання для випускного кваліфікаційного проєкту</i>	<i>05.12.2019</i>	<i>05.12.2019</i>
3	<i>Вступ</i>	<i>01.06.2020</i>	
4	<i>РОЗДІЛ 1. Огляд фінансових ринків та макроекономіки</i>	<i>25.06.2020</i>	
5	<i>РОЗДІЛ 2. Побудова імітаційної моделі фондового ринку</i>	<i>02.09.2020</i>	
6	<i>Підготовка статті у збірник наукових статей магістрів</i>	<i>09.09.2020</i>	
7	<i>РОЗДІЛ 3. Програмна реалізація та результати симуляції моделі фондового ринку</i>	<i>21.10.2020</i>	
8	<i>Висновки</i>	<i>02.11.2020</i>	
9	<i>Здача випускного кваліфікаційного проєкту на кафедрі науковому керівнику</i>	<i>05.11.2020</i>	
10	<i>Попередній захист випускного кваліфікаційного проєкту</i>	<i>20.11.2020</i>	
11	<i>Виправлення зауважень, зовнішнє рецензування випускного кваліфікаційного проєкту</i>	<i>22.11.2020</i>	
12	<i>Представлення готової зшитого випускного кваліфікаційного проєкту</i>	<i>25.11.2020</i>	
13	<i>Публічний захист випускного кваліфікаційного проєкту</i>	<i>Згідно роботи ЕК</i>	

8. Дата видачі завдання «5» грудня 2019 р.

9. Керівник випускного кваліфікаційного проєкту Пурський О.І.
(прізвище, ініціали, підпис)

10. Гарант освітньої програми Пурський О.І.
(прізвище, ініціали, підпис)

11. Завдання прийняв до виконання студент-дипломник Гурко В.І.
(прізвище, ініціали, підпис)

12. Відгук керівника випускного кваліфікаційного проекту

Керівник випускного кваліфікаційного проекту

(підпис, дата)

13. Висновок про випускний кваліфікаційний проект

Випускний кваліфікаційний проект студента _____

(прізвище, ініціали)

може бути допущений до захисту в екзаменаційній комісії.

Гарант освітньої програми _____

Пурський О.І.

(підпис, прізвище, ініціали)

Завідувач кафедри _____

Пурський О.І.

(підпис, прізвище, ініціали)

« _____ » 2020 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
Розділ 1. Огляд фінансових ринків та макроекономіки.....	10
1.1. Характеристики торгівлі та інвестування	10
1.2. Макроекономіка. Тренди в торгівлі	14
1.3. Сектори на фондовому ринку	15
1.4. Активи фондового ринку	17
1.5. Принципи технічного аналізу	21
Розділ 2. Побудова імітаційної моделі фондового	22
2.1. Постановка задачі	22
2.2. Вибір методу моделювання	22
2.3. Вибір середовища моделювання	28
2.4. Архітектура агентів.....	31
Розділ 3. Програмна реалізація та результати симуляції моделі фондового ринку.....	35
3.1. Правила штучного ринку.	35
3.2. Результати симуляції.	36
3.3. Огляд розробленого додатку	47
3.4. Перевірка торгових стратегій трейдера.....	50
ВИСНОВКИ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60
ДОДАТОК.....	62

Анотація

Фондовий ринок представляє складні системи, де взаємодіють різні агенти. Штучний фінансовий ринок, заснований на агентах, як правило, моделює взаємодію агентів та їх вплив на динаміку цін та стабільність ринку. Розроблено та імітовано новий підхід моделей трейдерів, який адаптує їх поведінку до ринкових умов. Комплексність середовища на фінансових ринках загалом заохотила використовувати моделювання на мультиагентних платформах, особливо у випадку з фондовим ринком. Розроблено три типи агентів. Створено веб-додаток для перевірки торгових стратегій трейдера.

Ключові слова: фондовий ринок, трейдер, торговельні стратегії, багатоагента модель, імітаційне моделювання, NetLogo.

Anotation

The stock market is a complex system where different agents interact. An artificial financial market based on agents usually models the interaction of agents and their impact on price dynamics and market stability. A new approach of traders' models has been developed and simulated, which adapts their behavior to market conditions. The complexity of the financial market environment has generally encouraged the use of modeling on multi-agent platforms, especially in the case of the stock market. Three types of agents have been developed. A web application has been created to test a trader's trading strategies.

Keywords: stock market, trader, trading strategies, multi-agent model, simulation, NetLogo.

ВСТУП

Зі зростанням кількості людей, які прагнуть контролювати власні фінанси, важливо мати базове розуміння фінансових ринків. Нові джерела інформації надали окремим інвесторам інформацію для прийняття обґрунтованих рішень щодо інвестицій. Використовуючи базові знання про фінансові ринки, окремі інвестори можуть почати створювати додаткове джерело доходу та контролювати власні фінанси.

Мета і завдання дослідження є моделювання поведінки фондового ринку відповідно до поведінки інвесторів та перевірка торгових стратегій трейдера. Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- провести дослідження в області фондового ринку та вивчити необхідну літературу;
- вибрати та порівняти середовища моделювання;
- розробити інтелектуальних агентів для моделі фондового ринку;
- побудувати модель фондового ринку;
- розробити веб-додаток для перевірки торгових стратегій трейдера;
- перевірити торгові стратегії трейдера;

Об'єкт дослідження: процеси функціонування фондового ринку.

Предмет дослідження: фондовий ринок, інформаційні технології фондової біржі.

Методи дослідження: Теоретичною основою дослідження є загальнонауковий аналітичний метод, а також системний підхід і праці провідних вчених в сфері імітаційного моделювання та фондового ринку. Інформаційну базу дослідження становлять статистичні дані взяті з відкритих джерел. Для практичного вирішення поставлених задач використовувалися такі методи:

- загальнонауковий аналітичний метод;

- методи математичного моделювання для створення інтелектуальних агентів;
- методи імітаційного моделювання для побудови моделі фондового ринку;
- методи алгоритмічного програмування, для створення веб-додатку для перевірки торгових стратегій трейдера.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в можливості їх використання для покращення існуючих трейдових систем.

Практичне значення. Отримані результати, можуть бути використанні трейдерами та інвесторами для створення своєї стратегії. Програмна реалізація запропонованої моделі розроблена в веб-додатку дозволяє перевірити торгові стратегії.

Публікації. Результати дослідження опубліковано у збірнику наукових статей студентів, які здобувають освітній ступінь магістра за спеціалізацією «Комп'ютерні науки» КНТЕУ на тему: «Методи представлення знань в штучному інтелекті», 2020 р.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ФІНАНСОВИХ РИНКІВ ТА МАКРОЕКОНОМІКИ

1.1. Характеристики торгівлі та інвестування

Торгівлю та інвестування можна визначити як придбання активу з метою подальшого продажу для отримання прибутку. Різниця у визначенні торгівлі та інвестування полягає в тому, що трейдери відкривають позицію з наміром продати після певної події, наприклад, звільнення прибутку, тоді як інвестори будуть тримати свої позиції набагато довший період часу.

Торгівля та інвестування - це два дуже різні підходи до отримання прибутку на фондовому ринку. Особи, які вирішили застосувати інвестиційний підхід, як правило, більш терплячі та віддають перевагу менш стратегічній стратегії або зацікавлені в довгостроковій вигоді, а не в короткостроковій.

Ключовим фактором, який відрізняє торгівлю від інвестицій, є те, що особи, які беруть участь у інвестиційних стратегіях, складають дуже детальні портфелі, що містять різні акції. Портфель можна визначити як групу активів. Актив визначається як „ресурс з економічною вартістю, яким фізична особа, корпорація чи країна володіє або контролює з надією, що він забезпечить вигоду в майбутньому”[1].

Інвестор купує різні наявні активи, такі як акції, облігації та інші фонди. Для наших цілей ми охопимо запасну частину класів активів. Акції, включені в портфелі, купуються та зберігаються протягом тривалого періоду. Типовими періодами зберігання для інвесторів є роки або навіть десятиліття. Торги можуть здійснюватися за хвилини, а то й за секунди.

Трейдинг - це активна участь на фінансових ринках з ідеологією, згідно з якою особа (особи) зможе перевершити інвестиційний портфель.

Таблиця 1.1 Характеристика інвестування та трейдингу.

Характеристика	Трейдинг	Інвестування
Період часу	Короткий період	Довгий період
Методика	Технічне	Фундаментальне

Торгівля передбачає часті купівлі-продажу акцій, облігацій та інших активів. Мета торгівлі - перевершити ринкові індекси та інвестиційні портфелі, використовуючи різні технічні та фундаментальні аналізи. Фраза: "купуєте нижче, продавайте високо" є загальним принципом торгівлі.

Акції, придбані за низькою ціною, а потім продані за більш високою ціною, класифікуються як "довга" позиція. Коли купуються акції, загальна ідея полягає в тому, що ціна акцій зросте. Однак існує ще одна позиція порядку, яку можна розглянути.

На відміну від довгої позиції, продаж короткої - це ідея того, що ціна акції знизиться. Різницю між торговцями та інвесторами можна побачити на малюнку 1 вище. Основна відмінність - це часові рамки, в яких торгуються та утримуються акції.

Як зазначалося раніше, інвестори тримаються на придбаних ними акціях, тоді як типовий трейдер може активно виходити на ринки та виходити з них протягом місяців, тижнів, днів або навіть хвилин. Інша основна відмінність - це тип аналізу, який використовується.

Трейдери, як правило, зосереджуються на технічному аналізі, методі аналізу, який фокусується на останніх цінових рухах, щоб спробувати передбачити майбутню ціну, тоді як інвестори, як правило, використовують фундаментальний аналіз, метод аналізу, який фокусується на фінансовій звітності компанії. Залежно від конкретної особи, підхід інвестора може бути вигідним.

Загальні пільги, такі як дивіденди, поділ акцій та складені відсотки, - це лише деякі з переваг, які слід врахувати, щоб назвати декілька. У торгівлі є дуже чіткі переваги щодо капіталізації на фінансових ринках. Технічний аналіз надає торговцям інструменти, щоб визначити ефективність акцій, і може надати цінну інформацію, таку як тенденції та закономірності. Трейдери не тільки можуть скористатися технічним аналізом для моніторингу ринків, вони також можуть використовувати фундаментальний аналіз компаній, щоб допомогти визначити найбільш ефективні акції серед слабших.

Трейдери краще підходять для виграшу від короткотермінового руху цін завдяки постійному моніторингу та практичним інструментам аналізу. Незважаючи на те, що трейдери можуть отримати прибуток у короткостроковій перспективі, торгівля має недоліки.

Наприклад, комісія, яку фізичні особи повинні заплатити за придбання акцій, може негативно вплинути на торговців, які не активно відстежують, та їх комісійні витрати. Трейдери платять вищу комісію порівняно з інвесторами, оскільки комісія стягується щоразу, коли здійснюється торгівля. Невеликі комісійні можуть з часом складатися, що може значно зменшити прибуток.

На додаток до комісійних, торгівля, як правило, є більш мінливою, ніж інвестування, оскільки трейдери, як правило, мають менше відкритих позицій, ніж інвестори на даний момент, що призводить до меншої диверсифікації. як Dow Jones Industrial Average або S&P 500.

Якщо трейдер або інвестор не в змозі розробити систему, яка може перевершити ці показники, тоді було б вигідніше інвестувати в індексний фонд, який відстежує загальний ринок. Євген Фама вважав, що в довгостроковій перспективі неможливо перевершити загальний ринок, оскільки ринок ефективний, і всі акції оцінені правильно, і розробив

гіпотезу ефективного ринку. Гіпотеза ефективного ринку стверджує, що перевершити ринок неможливо, оскільки ринок акцій є ефективним ринком, і вся інформація вже врахована до ціни акцій[2].

Фондовий ринок налаштований на відображення всіх відповідних даних, і акції завжди торгуються за ціною, визначеною покупцем та продавцем, що унеможливорює визначення недооцінених акцій.

Активні трейдери та інвестори не погоджуються з цією думкою та намагаються перевершити ринок та максимізувати свій прибуток. Враховуючи це, помилки та втрати виникають саме із цієї ідеї. Це може частіше впливати на трейдерів, оскільки вони здійснюють численні угоди, і часто може намагатися провести вже виграшну торгівлю, щоб максимізувати прибуток, що в свою чергу, може призвести до втрати цими особами грошей через нестабільність на фінансових ринках.

На щастя, особи, які прагнуть вийти у світ фінансових ринків, можуть зробити це залежно від власних уподобань та бажань. Незалежно від того, вирішує інвестор чи трейдер інвестувати в індексні фонди чи намагається розробити власну систему, важливо контролювати загальну економіку, щоб визначити, виходити на ринок чи виходити з нього. Намагаючись скласти чітку картину загальної економіки, дуже важливо знати ділові цикли та детермінанти макроекономіки[3].

1.2. Макроекономіка. Тренди в торгівлі

Макроекономіка визначається як «галузь економічної галузі, яка вивчає поведінку сукупної економіки». Це охоплює різні аспекти економіки, такі як інфляція, темпи зростання та зміни рівня безробіття[4].

Традиційно макроекономіка, що стосується фінансових ринків, фокусується на ВВП, безробітті та інфляції. Тенденція визначається як загальний напрямок, незалежно від того, чи вона зростає або знижується протягом тривалого періоду часу, тоді як цикл є закономірністю в межах тенденцій протягом більш короткого періоду.

Макроекономіка має дуже великий вплив на фінансові ринки. Двома основними макроекономічними показниками, за якими стежать торговці та інвестори, є ВВП та ситуація із зайнятістю.

Потужний ріст та низький рівень безробіття вселяють довіру до інвесторів, що, як правило, призводить до зростання цін на акції, але високий рівень безробіття або нижчий за очікуваний ріст ВВП, як правило, негативно впливає на ціни акцій. Тенденція та цикл макроекономіки також можуть бути застосовані до акцій.

Розуміння тенденцій важливо, оскільки вони можуть допомогти вам передбачити, в який бік може рухатися власний капітал. Тенденція - це загальний напрямок, до якого рухається акція, незалежно від того, йде тенденція вгору чи вниз.

Коли ринок рухається вгору, він вважається бичачим ринком, тоді як спадний ринок називається ведмежим. З використання довгострокових тенденцій, а також короткострокових, трейдер може побачити якості власного капіталу. Про те, чи є власний капітал послідовним у тренді вгору чи вниз, чи він дуже мінливий і сильно коливається, часто можна сказати, зрозумівши і побачивши тенденцію власного капіталу. Можна побачити

хороший, надійний кругообіг власного капіталу та передбачити, що станеться з власним капіталом у майбутньому. Власний капітал також може бути дуже ненадійним з точки зору циклів, що призводить до невизначеності майбутнього руху цін.

1.3. Сектори на фондовому ринку

10 секторів фондового ринку - це

- споживчі права
- споживчі товари,
- енергетика,
- фінанси,
- охорона здоров'я,
- промисловість,
- інформаційні технології,
- матеріали,
- телекомунікаційні системи
- комунальні послуги.

Потім кожен із цих секторів поділяється на власні галузі, які разом складають до 90 галузей. Споживчий вибір складається з роздрібних торговців, медіа-компаній та інших споживчих компаній, які, як правило, вигідні споживчим витратам.

Споживчі товари складаються з продуктів харчування, напоїв та інших компаній, яких споживачі не можуть скоротити зі свого бюджету, що робить ці компанії кращими під час «економічного спаду».

Енергію складають нафтові, газові та виробничі компанії, успіхи яких зазвичай співвідносяться з ціною на сиру нафту.

Фінанси складаються з банків, інвестиційних фондів та пов'язаних компаній. Цей сектор, як правило, пов'язаний із зростанням процентних ставок, який отримує велику вартість за рахунок іпотечних кредитів та позик.

Охорона здоров'я складається з біотехнологічних компаній, а також фірм з управління лікарнями та інших компаній, оскільки люди постійно потребують медичної допомоги, це також вважається "захисною грою", як наприклад Consumer Staples.

Промислові підприємства походять з аерокосмічної, оборонної техніки та інших виробничих компаній. Попит на будівництво та вироблену продукцію загалом спрямовує цей сектор.

Інформаційні технології складаються з електронних виробництв, програмного забезпечення та компаній з інформаційних технологій. Цикли модернізації та загальний стан здоров'я компанії зазвичай співвідносяться з цим сектором. Матеріали складаються з гірничодобувної, нафтопереробної та інших компаній, заснованих на пошуку та обробці матеріалів, цей сектор залишається вразливим для ділового циклу.

Інтернет та кабельні провайдери разом з іншими супутниковими та комунікаційними компаніями складають сектор телекомунікаційних систем. Зазвичай цей сектор приносить постійні доходи від споживачів, хоча підрозділ іноді стикається зі швидкими змінами.

Нарешті, комунальні послуги, що складаються з електричних, газових та водопостачальних компаній, є кінцевим сектором, цей сектор також приносить стабільний дохід для своїх споживачів. Ротація сектору визначається як «інвестиційна стратегія, що передбачає переміщення грошей з одного сектора промисловості в інший перемогти ринок "[5].

Фондовий ринок розділений від 8 до 10 різних секторів, і ідея ротації секторів полягає в тому, щоб подивитися на різні сектори та вкласти гроші в ті сектори, які добре працюють, а потім скоротити сектори, які не працюють добре.

1.4. Активи фондового ринку

Існує чотири основних класи активів фінансових інструментів.

- акції
- облігації
- валюти
- товари.

Вони пов'язані з ротацією активів між секторами протягом усього ділового циклу. Як правило, ціни на сировинні товари та долари США розвиваються в протилежних напрямках, ціни на товари та ціни на облігації дивляться в протилежних напрямках, а ціни на акції та облігації - в одному напрямку. Фінансові установи використовують ці знання для переміщення великих обсягів грошей між класами активів у різні моменти ділового циклу - перевагу, яку можуть використовувати окремі інвестори, якщо правильно встановити час.

Таблиця 1.2 Переваги та недоліки фондового ринку.

Клас	Переваги	Недоліки
------	----------	----------

Акції	Велика кількість даних про компанії, легко відкрити брокерський рахунок, висока ліквідність	Суворі державні правила, низький коефіцієнт кредитного плеча, ринки відкрито лише 6 з половиною годин в будні, висока комісія витрати
Валюти	Дуже високий коефіцієнт кредитного плеча. ринки відкриті в усі часи, низькі комісійні витрати	Потрібна велика кількість знань в макроекономіці
Бонди	Маленькі ризики	Низькі рівні повернень
Товари	Широкий асортимент товарів, високі важелі	Низька ліквідність

Кожен клас активів має переваги та недоліки, такі як податкове законодавство, норми націнки та ліквідність, що все можна побачити в таблиці вище. Акції є часткою окремої компанії. Коли купується частка акцій, покупець стає частковим власником компанії. Ліквідність акцій змінюється в залежності від ринкової капіталізації та обсягу торгів компанії. Компанії з великою ринковою капіталізацією та великим обсягом торгів, такі як Amazon.com Inc., є високоліквідними, але менші компанії з

низьким обсягом торгів, такі як Greif Inc., не дуже ліквідні, і їх конвертація в готівку займе більше часу[6]. Оскільки акції є одним з найпопулярніших класів активів, існує велика кількість нормативних актів.

Прибутки, отримані за допомогою акцій, оподатковуються податком як на дивіденди, так і на приріст капіталу.

Трейдери можуть подати заявку на отримання статусу трейдера, що дозволяє їм вирахувувати витрати, пов'язані з їхнім офісом або будь-яким тренінгом, який вони проходять, але також збільшує шанс проведення аудиту з боку Податкової служби.

При торгівлі акціями існує коефіцієнт левериджу 50%, що означає, що для придбання власного капіталу покупець повинен мати принаймні 50% грошей для здійснення торгівлі. Крім того, для щоденної торгівлі акціями на рахунку має бути мінімум 25 000 доларів[6]. Незважаючи на всі ці вимоги, акції є одним з найбільш широко торгуючих класів активів і часто є ключовим фактором на пенсійних рахунках поряд з облигаціями.

Зазвичай облигації розглядаються як позики. Облигації випускаються в основному великими корпораціями та федеральним урядом, а рейтингові агентства сторонніх компаній оцінюють на основі ризику невиконання кредитом суб'єкта-емітента.

Найвищий рейтинг - AAA, які мають дуже низький ризик, але також дуже низький рівень прибутку. Також облигаціями можна торгувати на маржі зі ставкою маржі до 100% залежно від рейтингу облигації. Подібно до акцій, ліквідність облигацій залежить від організації-емітента. Облигації, випущені федеральним урядом, є дуже ліквідними і їх можна легко конвертувати в готівку.

На відміну від великої кількості нормативно-правових актів, що стосуються акцій та облигацій, у валютах дуже мало нормативних актів.

Для торгівлі валютою не існує вимог щодо денної торгівлі, а валютні рахунки мають вимогу до націнки лише 2%, що дозволяє торговцям валютою торгувати сумами, які в 50 разів перевищують суму капіталу на їх рахунку.

На відміну від акцій, валютами можна торгувати в будь-який час, при цьому ринки працюють цілодобово. Також є дуже низькі транзакційні витрати для кожної торгівлі. Торговці валютою повинні дуже добре розуміти макроекономічні події та економіку кожної країни, якою вони торгують. Нарешті, одним із найменш використовуваних класів активів для окремих інвесторів та трейдерів є товари.

Товари - це фізичні товари, такі як зерно, метали та нафта, якими торгують за ф'ючерсними контрактами. Власник контракту має право придбати встановлену кількість товару на певну дату за заздалегідь визначеною ціною. Трейдери не купують майбутні контракти з наміром отримати фактичний товар, а продають контракт за вищою ціною, оскільки він наближається до закінчення терміну дії. Торговці товарами можуть взяти на себе дуже велику важель, оскільки їм потрібно сплатити лише вартість контракту. Ліквідність товарів залежить від товару, часу до закінчення терміну дії та ціни, але товари, як правило, менш ліквідні, ніж інші класи активів.[7]

1.5. Принципи технічного аналізу

Широта ринку - це техніка, що використовується в технічному аналізі, яка намагається визначити напрямок загального ринку шляхом аналізу кількості компаній, що просуваються відносно кількості, що зменшується.

Якщо більше компаній працюють краще, ніж гірше, це означає що ринкова тенденція контролюється биком і навпаки. Оскільки ціна акції визначається кількістю людей, які купують і продають ці акції, важливо поглянути на весь ринок, перш ніж оцінювати окремі акції. Весь ринок торгується через біржі по всьому світу.

Фондова біржа - це ринок, на якому торгуються цінними паперами, товарами, деривативами та іншими фінансовими інструментами. Нью-Йоркська фондова біржа та NASDAQ - дві найпопулярніші біржі у світі. Оскільки люди торгують цими акціями, вони постійно хочуть знати, як справи на ринку перед торгівлею. Інвестори та торговці хочуть побачити, як розвиваються певні аспекти ринку, щоб прийняти точні рішення[19].

Основними індексами, що використовуються при оцінці ринку, є Dow Jones, Nasdaq та S&P 500. Ці акції є ринковими тенденціями для різних типів акцій. Наприклад, Dow Jones - це ціна акцій, яка вимірює 30 провідних промислових компаній на ринку. S&P робить те ж саме для 500 найкращих компаній, а NASDAQ робить те саме для провідних технологічних компаній. На всі ці індекси важливо дивитись, оскільки вони вимірюють великі драйвери всього ринку, а тому можуть бути чудовим орієнтиром для розуміння загальних рухів ринку[8].

РОЗДІЛ 2. ПОБУДОВА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ФОНДОВОГО РИНКУ

2.1. Постановка задачі

В даній випускній кваліфікаційній роботі необхідно розробити систему імітаційного моделювання фондової біржі для тестування торговельних стратегій трейдера.

В якості методу моделювання використовується багато агенте моделювання.

Програмне рішення має бути виконано за допомогою додатку Netlogo.

За допомогою розробленої моделі необхідно зробити перевірку стратегій трейдера , які покажуть доцільність використання розробленого веб-додатку.

2.2. Вибір методу моделювання

При проектуванні систем, що мають складний, динамічний і стохастичний характер, моделювання, як правило, визнано однією з найкращих технологій підтримки проектування та цінною допомогою в процесі прийняття стратегічних та тактичних рішень.

Імітаційна модель складається з набору правил, що визначають, як система змінюється з часом, враховуючи її поточний стан. На відміну від аналітичних моделей, імітаційна модель не вирішується, а виконується, і зміни системних станів можна спостерігати в будь-який момент часу. Це забезпечує розуміння динаміки системи, а не просто прогнозування

результатів роботи системи на основі конкретних входів. Моделювання - це не інструмент прийняття рішень, а інструмент підтримки прийняття рішень, що дозволяє приймати більш обґрунтовані рішення. Через складність реального світу імітаційна модель може бути лише наближенням цільової системи[19].

Суть мистецтва імітаційного моделювання полягає у абстрагуванні та спрощенні. У імітаційну модель слід включати лише ті характеристики, які є важливими для вивчення та аналізу цільової системи. Метою моделювання є або краще зрозуміти роботу цільової системи, або зробити прогнози щодо ефективності цільової системи[16].

Її можна розглядати як штучну білу кімнату, яка дозволяє отримати розуміння, а також перевірити нові теорії та практики, не порушуючи розпорядок дня центральної організації. Якщо теорія, яка була сформульована щодо цільової системи, виконується, і якщо ця теорія була адекватно переведена в комп'ютерну модель, це дозволило б відповісти на деякі з наступних питань[9]:

- Якої поведінки можна очікувати за довільно заданих комбінацій параметрів та початкових умов?
- Яку поведінку буде виявляти дана цільова система в майбутньому?
- Якого стану досягне цільова система в майбутньому?

Необхідна точність імітаційної моделі дуже залежить від типу запитання, на яке намагається відповісти. Для того, щоб мати можливість відповісти на перше запитання, імітаційна модель повинна бути пояснювальною. Це вимагає меншої точності даних.

Для порівняння, імітаційна модель, необхідна для відповіді на останні два запитання, повинна мати прогнозуючий характер, а тому потребує високоточних вихідних даних для досягнення достовірних результатів. Ці

прогнози включають показ тенденцій, а не точні та абсолютні прогнози ефективності цільової системи.

Чисельні результати симуляційного експерименту самі по собі найчастіше не дуже корисні і потребують ретельного аналізу за допомогою статистичних методів. Потім ці результати потрібно розглядати в контексті реальної системи та інтерпретувати якісно, щоб дати обґрунтовані рекомендації або скласти рекомендації щодо найкращих практик.

Потрібні хороші робочі знання про поведінку реальної системи, щоб мати можливість повністю використовувати знання, які отримані в результаті симуляційних експериментів[18].

Зазвичай застосовують три різні типи імітаційного моделювання, щоб допомогти зрозуміти поведінку організаційних систем, кожна з яких має свою окрему область застосування:

- моделювання дискретних подій,
- моделювання динамічних систем,
- моделювання на основі агентів.

Також іноді виділяють четвертий тип моделювання. Монте-Карло - як метод аналізу ризиків. Підприємства використовують його до реалізації великого проекту або зміни процесу, наприклад, виробничої конвеєрної лінії.

Дискретні події моделюють систему як сукупність сутностей, що обробляються та розвиваються з часом відповідно до наявності ресурсів та ініціювання подій. Симулятор веде впорядковану чергу подій. Дискретні події широко використовується для підтримки прийняття рішень у виробничій (серійній та технологічній) та у різних сферах послуг. Динамічні системи застосовують підхід зверху вниз, моделюючи зміни системи з часом. Аналітик повинен визначити ключові змінні стану, які

визначають поведінку системи, і вони потім зв'язані між собою за допомогою зв'язаних диференціальних рівнянь. Дискретні події застосовуються там, де окремих людей у системі не потрібно сильно диференціювати та мати знання на сукупному рівні, наприклад, моделювання населення, екологічних та економічних систем.

У моделі з багатьма агентами дослідник чітко описує процеси прийняття рішення модельованими суб'єктами на мікрорівні. Структури виникають на макрорівні в результаті дій агентів та їх взаємодії з іншими агентами та навколишнім середовищем[20].

В цій роботі буду використано багато агенте моделювання.

Різні дисципліни мають свої власні вказівки щодо того, що саме заслуговує назватися агентом, і навіть в галузі комп'ютерних наук немає єдиної думки щодо того, як визначити термін агент. Однак загально визнано, що агент знаходиться в оточенні і повинен демонструвати автономну поведінку для досягнення цілей проектування[10].

Тут автономія означає, що агент має контроль над власними діями і здатний діяти без втручання людини. Щоб розглядатися як розумний агент, агент повинен бути здатним до гнучких автономних дій. Це означає, що агент повинен мати можливість освоїти:

- чутлива поведінка (сприймаючи своє оточення та своєчасно реагуючи на зміни)
- активна поведінка (демонстрація цілеспрямованої поведінки, проявляючи ініціативу)
- соціальна поведінка (взаємодія з іншими агентами та навколишнім середовищем, коли це доречно)

- гнучка поведінка (наявність ряду способів досягнення заданої мети та можливість відновлення після невдачі)

Інтелектуального агента можна описати як дискретну автономну сутність із власними цілями, поведінкою та здатністю взаємодіяти, адаптувати та модифікувати свою поведінку. Важливо, щоб був баланс між чутливістю та цілеспрямованою поведінкою[20].

Агенти - це спосіб структурування та розробки програмного забезпечення, яке пропонує певні переваги і дуже добре підходить для певних типів додатків. У реальних додатках не завжди агенти володіють усіма описаними вище можливостями.

Багатоагентне моделювання – це сукупність різнорідних та різноманітних інтелектуальних агентів, які взаємодіють між собою та своїм середовищем. Взаємодія може бути кооперативною, коли агенти намагаються досягти мети в команді, або конкурентною, коли кожен окремий агент намагається максимізувати власну вигоду за рахунок інших[17].

Агенти отримують інформацію від інших агентів та навколишнього середовища і мають внутрішні правила, що представляють процес когнітивного рішення та визначають, як вони реагують.

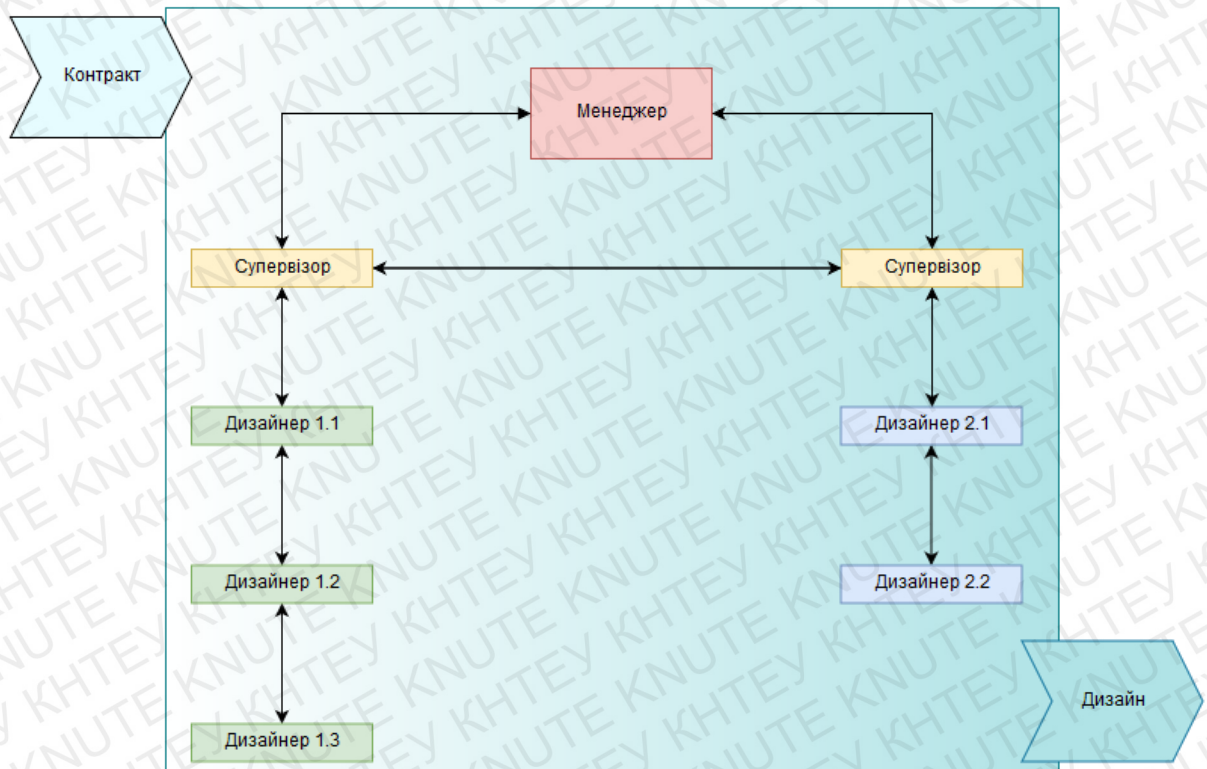


Рис 2.1. Приклад агентного моделювання.

Правила можуть бути простою функцією отриманих даних, або вони можуть бути дуже складними, включаючи різні внутрішні параметри стану, які можуть включати модель, що представляє світогляд агента на якусь частину середовища, або навіть психологічні моделі, що включають певний тип особистості та емоційні характеристики, що спричиняють різну поведінку агента за різних обставин[11].

Крім того, ці правила можуть бути виправлені або змінені, щоб відображати навчання. Середовище системи сприйнятливим до зовнішнього тиску. Гарним прикладом є модель компанії, середовище стає організацією, агенти стають менеджерами та персоналом, а зовнішній тиск може надходити з боку ринків або споживачів

2.3. Вибір середовища моделювання

Існує дуже багато додатків завдяки яким можна створити імітаційну модель. Одні з таких додатків такі як Altreva Adaptive Modeler, Anylogic та NetLogo. Нижче буде наведена порівняльна характеристика між цими додатками.

Altreva Adaptive Modeler:

Переваги:

- використовується та схвалюється професійними трейдерами та інвесторами
- підходить для перевірки стратегій торгівлі гойдалками та інших

Недоліки:

- закрите джерело
- дуже висока ціна
- відсутність тестового періоду
- специфіка програми (створена більше для трейдерів, ніж для прийняття наукових рішень)

Відсутність тестового періоду та дуже висока ціна є ключовими факторами, чому цей додаток не підходить для поставленої задачі.

Anylogic

Переваги:

- Найбільш універсальний з програмних пакетів для моделювання систем (підтримує усі три методи моделювання)
- інтеграція з мовою програмування Java
- швидкість обробки моделі
- наявність тестового періоду

- три мірна модель змодельованої системи

Недоліки:

- Складність побудови моделей
- Деякі функції відсутні в тестовому періоді

AnyLogic один з найкращих додатків в своєму класі, проте складність побудови моделей через те, що додаток потребує знань мови програмування Java, робить його використання неможливим в цій науковій роботі.

NetLogo

Переваги:

- Відкрите джерело
- Проста інтеграція с браузером
- Легка мова програмування

Недоліки:

- Застарілий інтерфейс

Відсутність суттєвих недоліків робить NetLogo майже ідеальним рішенням для поставленої задачі.

У цій науковій роботі використано систему програмування під назвою NetLogo, яка спочатку була розроблена для учнів середніх шкіл, і досі використовується, особливо в Америці, для викладання науки за допомогою моделювання. Походження NetLogo означає, що велика увага приділяється тому, щоб зробити систему NetLogo простою у використанні та розумінні. Скористаємося тим, що NetLogo особливо добре підходить

для розробки агентних моделей[12]. Автори додатку описують її як "багатоагентне програмоване середовище моделювання".

NetLogo складається з трьох частин:

- редактор коду для написання програм,
- інтерфейс, який показує елементи керування для роботи програми та будь-який з ряду графіків, карт та інших результатів, щоб показати, що робить програма,
- редактор документації, за допомогою якого можна описати програму та для чого вона призначена.

Додаток підтримує MacOS, Linux, Windows та може працювати в веб версії.

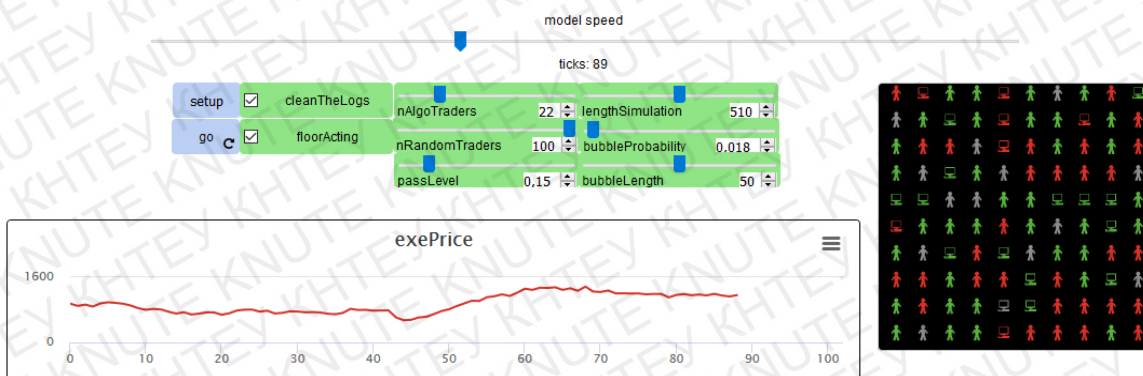


Рис. 2.2. Приклад роботи програми в веб інтерфейсі

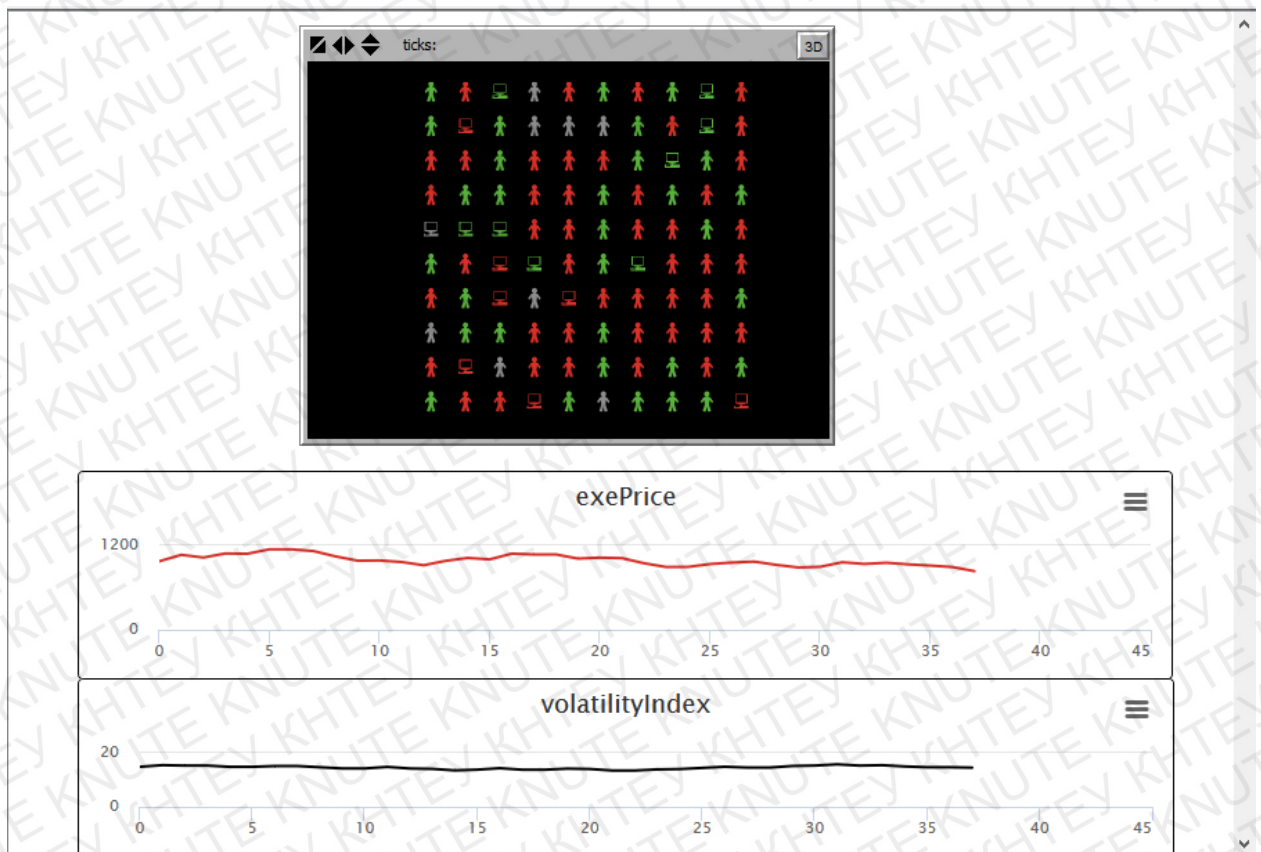


Рис. 2.3. Приклад роботи програми в звичайному режимі

Як ми бачимо, немає суттєвої різниці де використовувати додаток, проте, це дозволить реалізувати деякі функції які будуть продемонстровані в розділі 3.

2.4. Архітектура агентів

В цій моделі представленні три типів агентів: раціонально-адаптивними інвесторами, торговцями шумом та міметичними торговцями.

Раціонально-адаптивні інвестори - фундаменталісти під час стабільного режиму, але поведінкові чи міметичні під час кризового режиму.

Торговці шумом є ірраціональними, вони можуть бути надмірно впевненими в собі або спричинити несприятливі втрати в різному ступені; надмірно самовпевнені особи завищують свою інформацію та свої можливості.

Люди, які страждають від збитків, схильні відчувати збитки більше, ніж заробіток для того самого масштабу, на який впливають рішення інвесторів, що імітують інвестиції. Останні можуть мати приватну інформацію про рентабельність інвестицій, і їх рішення розкривають цю інформацію. Міметичні інвестори можуть наслідувати інших, коли стимули засновані на прибутковості, а інвестори можуть мати внутрішню перевагу[15].

Для визначення очікуваного прибутку $E_t(R_{t+1})$ кожен тип інвесторів має своє правило. Фундаменталістське правило або раціональне рішення (RD), продемонстроване в рівнянні (2.1), ґрунтується на очікуванні середньої реверсії ринкової ціни до довгострокової фундаментальної вартості

$$RD = E_t(R_{t+1}) = \alpha(P_t - F_t) \quad (2.1)$$

F_t : реальна фундаментальна вартість цінних паперів в момент часу t ;

P_t : вартість цінного паперу в момент часу t .

$\beta > 0$: це швидкість середньої реверсії, яку очікують раціональні інвестори.

Інвестори, які торгують шумом, припускають позитивну автокореляцію прибутковості. Їх правило описується рівнянням (2):

$$E_t(R_{t+1}) = \beta \left(\sum_i^L R_{t-i+1} \right) \quad (2.2)$$

$\beta (> 0)$ - параметр екстраполяції, $L (> 0)$ - ціле додатне число, яке вказує на кількість перебоїв. Для експериментів ми обираємо $L = 6$ періодів.

Відношення кожного торговця до шуму впливає на рішення про купівлю чи продаж. Їх остаточне правило або поведінкове рішення задається рівнянням (2.3):

$$E_t(R_{t+1}) = \beta \left(\sum_i^L R_{t-i+1} \right) * B_j \quad (2.3)$$

B_j : є упередженість кожного інвестора j . Якщо $0 < B_j < 1$, тоді інвестор j є несприятливим для втрат, інакше якщо $B_j > 1$, тоді інвестор j надмірно впевнений.

Раціонально-адаптивні інвестори та торговці шумом приймають рішення про купівлю-продаж відповідно до ознаки очікуваного прибутку. Отже, якщо $E_t(R_{t+1}) > 0$, то інвестори купують актив, інакше інвестори продають актив.

Міметичний інвестор спостерігає за інвестиційною поведінкою інших інвесторів і оцінює, чи є більше продавців чи більше закупівельних агентів, а потім імітує домінуючу поведінку. Правило Міметика або рішення міметика залежать від співвідношення рівняння (2.4).

$$MD = \text{співвідношення} = \frac{\text{рішення продати}}{\text{рішення купити}} \quad (2.4)$$

Якщо коефіцієнт > 1 , тоді інвестори-міметики продають актив, інакше інвестори-міметики купують актив. Раціонально-адаптивний трейдер адаптує стратегію свого рішення до ринкового режиму.

Він приймає раціональне рішення, коли ринок стабільний ($F_t = P_t$), і прагне до поведінкових або міметичних рішень, коли ринок нестабільний.

Раціонально-адаптивне рішення є середньозваженим трьох типів рішень. Його остаточне правило або раціонально-адаптивне рішення (Rad) дається цим пропонованим рівнянням (2.5):

$$RaD = \alpha RD + \beta BD + \gamma MD \quad (2.5)$$

- α , β та γ : представляють поведінку людини, що є раціональною, надмірною впевненістю або не схильного до витрат та міметичною .

Можна виділити, що:

- $\alpha + \beta + \gamma = 1$
- $d = \left| \frac{P_t - F_t}{F_t} \right|$: Абсолютна різниця між основною величиною F_t та ринковою ціною P_t .
- $\alpha = \frac{1}{(1+d)}$: раціональний фактор.
- β : поведінковий фактор, це залежить від варіацій d та α .
- $\beta = \frac{1}{4} \left(\frac{d}{1+d} \right)$ для $\alpha = \frac{1}{d+1} \in]0 \ 0.5[$
- $\beta = \frac{3}{4} \left(\frac{d}{1+d} \right)$ для $(\alpha \in]0 \ 1[)$
- $\beta = \frac{d}{2(1+d)}$ для $(\alpha = 0.5)$
- γ для
- $\gamma = \frac{1}{4} \left(\frac{d}{1+d} \right)$ для $\alpha = \frac{1}{d+1} \in]0 \ 0.5[$
- $\gamma = \frac{3}{4} \left(\frac{d}{1+d} \right)$ для $(\alpha \in]0 \ 1[)$
- $\gamma = \frac{d}{2(1+d)}$ для $(\alpha = 0.5)$

РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ СИМУЛЯЦІЇ МОДЕЛІ ФОНДОВОГО РИНКУ

3.1. Правила штучного ринку.

На рішення інвесторів щодо купівлі чи продажу активів впливають кількісні ринкові стимули, які полягають у очікуваній минулій віддачі, основних цінностях F_t та минулих цінах активу.

Інвестори не мають бюджетних обмежень, але можуть придбати або продати лише один цінний папір протягом певного періоду. Це і є ринкова безпека (портфель, що складається з усіх цінних паперів ринку)[14].

В кінці кожного періоду вартість цінного папера перераховується. Це залежить від попиту та пропозиції на ринку протягом попереднього періоду. Функція впливу на ціну задається рівнянням 3.1:

$$P_{t+1} = P_t + \partial(D(P_t) - S(P_t)) \quad (3.1)$$

- $\partial \leq 0.5$
- $D(P_t)$: Попит на безпеку за ціною (P_t) протягом періоду t .
- $S(P_t)$: Забезпечення за ціною (P_t) протягом періоду t .

Рівняння (6) фіксує основне припущення того, що надлишковий попит підвищує ціну, тоді як надлишкова пропозиція знижує ціну. Цей механізм ціноутворення дуже швидко обчислювальний, тоді як зміни ціни дуже чутливі до вибору параметра ліквідності ∂ . Дельта-параметр є змінною від 0 до 0,5 для звичайних змін ціни, близьких до реальності.

Процес динамічного обміну узгоджує наступний протокол:

1. Надходження різних нових стимулів: поради, основоположні цінності та минулі ціни на акції на штучний ринок ринкових активів.

2. Кількісні стимули впливають на аналіз агента, а отже, на рішення про купівлю чи продаж активів.
3. Остаточним рішенням може бути купівля чи продаж або нічого не робити.
4. Торговці шумом формують рішення щодо ВД (рівняння 2.3), раціонально-адаптивні інвестори приймають спільне рішення щодо зважування (рівняння 2.5), а міметичні агенти приймають переважне рішення (рівняння 2.4).
5. Інвестори одночасно подають замовлення на продаж або купівлю.

3.2. Результати симуляції.

Проводиться симуляція, щоб показати доцільність та корисність запропонованої моделі. Імітуємо поведінку інвесторів під час різних режимів фінансового ринку, а також вплив розповсюдження на поведінку інших. Використано мультиінтелектуальні агентські системи за допомогою програми з відкритим кодом NetLogo.

На рисунку 3.1. описаний штучний симулятор фондового ринку.

- Червона зона – зона купівлі.
- Синя зона – зона продажу.
- Сині агенти – міметичні.
- Зелені агенти – торговці шумом.
- Фіолетові агенти – раціональні-адаптивні агенти.

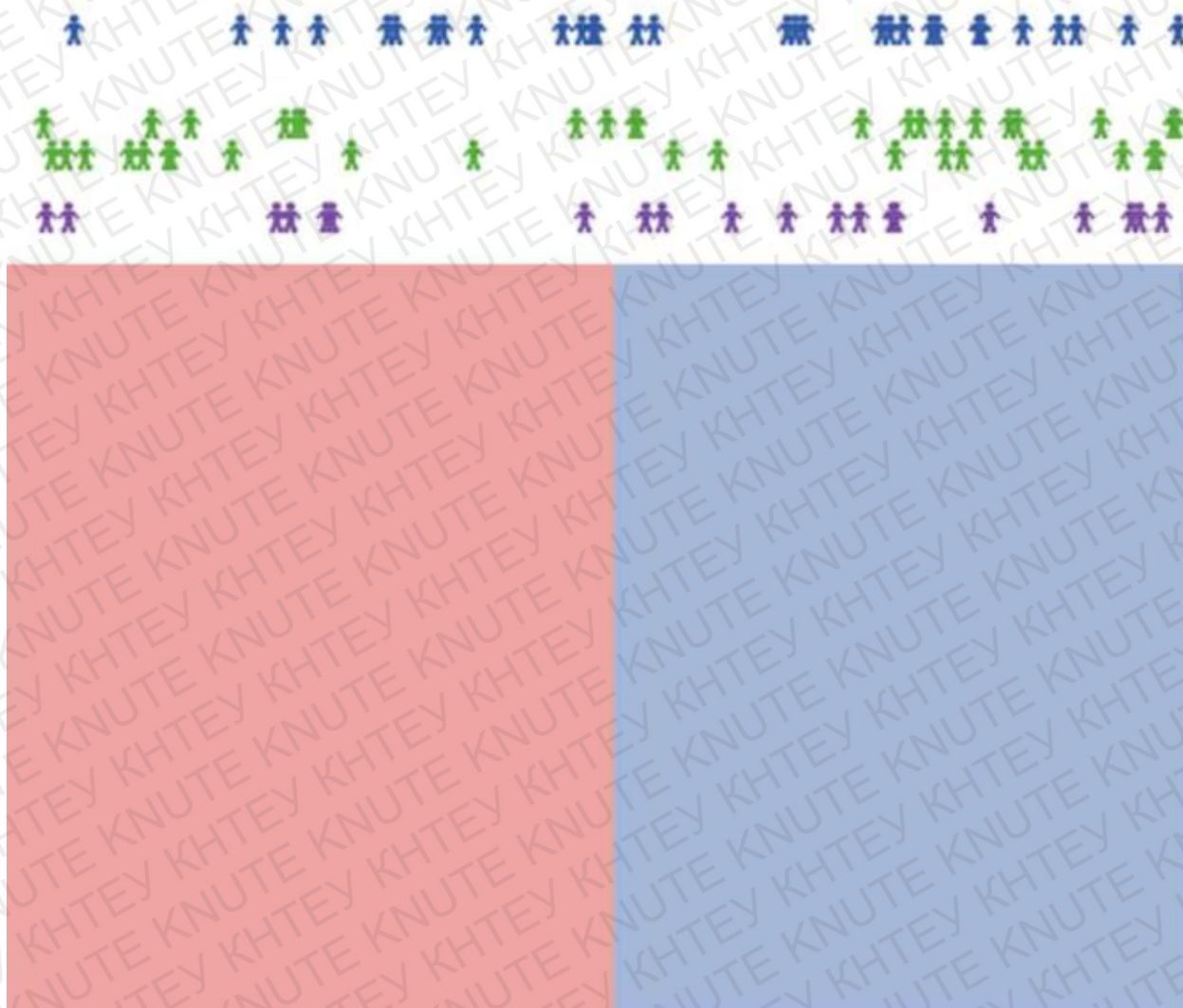


Рис. 3.1. Штучний симулятор фондового ринку.

Експерименти фокусуються на динамічній взаємодії між раціональними, шумовими та міметичними торговцями; пізніші приймають поради щодо продажу чи купівлі у перших двох і, як правило, імітують їх поведінку.

Таблиця 3.1. Початкові данні для розрахунку.

Фаза	Параметри		Прикл ад 1	Прикл ад 2	Прикл ад 3	Прикл ад 4
Стабільність	Головні параметр	Число періодів	700	700	700	700

	и ринку	Число трейдерів	60	60	60	60
		Ціна	252	252	252	252
		Фундаментальне значення	250	250	250	250
		Попередні повернення	-0.09; 0.1; 0.19; 1.2; 0.28; 0.33			
Пропорції між трейдерами	Рациональні-адаптивні інвестори	1/2	1/6	1/6	1/6	
	Самовпевнені інвестори	1/6	1/2	1/6	1/6	
	Інвестори які бояться втрат	1/6	1/6	1/2	1/6	
	Міметичні	1/6	1/6		1/2	
Нестабільності (бум)	Головні параметри ринку	Число періодів	700	700	700	700
		Число трейдерів	60	60	60	60
		Ціна	185	185	185	185
		Фундаментальне значення	150	150	150	150
		Попередні повернення	0.3; 0.4; 0.5 ;0.6; 0.65; 0.7			
Пропорції між трейдерами	Рациональні-адаптивні інвестори	1/2	1/6	1/6	1/6	
	Самовпевнені	1/6	1/2	1/6	1/6	

		інвестори				
		Інвестори які бояться втрат	1/6	1/6	1/2	1/6
		Міметичні	1/6	1/6	1/6	1/2
Нестабільності (сплеск)	Головні параметри ринку	Число періодів	700	700	700	700
		Число трейдерів	60	60	60	60
		Ціна	150	150	150	150
		Фундаментальне значення	185	185	185	185
		Попередні повернення	-0.3; -0.4; -0.5; 0.6; -0.7; -0.75			
	Пропорції між трейдерами	Раціонально-адаптивні інвестори	1/2	1/6	1/6	1/6
		Самовпевнені інвестори	1/6	1/2	1/6	1/6
		Інвестори які бояться втрат	1/6	1/6	1/2	1/6
Міметичні		1/6	1/6	1/6	1/2	

У таблиці 3.1 описано чотири експерименти з різною кількістю трейдерів:

- в першому випадку раціонально-адаптивні є домінуючими;
- в другому надмірно самовпевнені торговці домінують;
- в третьому торговці які бояться втрат є домінуючими;
- в четвертому міметичні домінуючі.

Кожен експеримент має три фази ринку:

- режим стабільності,
- режим нестабільності з висхідним трендом
- режим нестабільності з падінням ринку.

Наша мета - знайти тип інвестора, який відповідає за динаміку цін ринкових активів, довести, що запропонована модель дає реалістичну динаміку цін, і показати, що розроблена раціонально-адаптивна модель може допомогти при перевірці торгових стратегій трейдера.

У таблиці 3.2 узагальнено результати експериментів та показано, як раціональний інвестор адаптує своє остаточне рішення до ринкових умов. Отже, як було представлено раніше, рішення раціонального інвестора базується на середньозваженій функції (рівняння (2.5)) трьох типів рішень: раціонального, поведінкового та міметичного рішення, і це залежить від фаз (режим стабільності, режим бума і режим сплеску). Крім того, це показує, що ринковий склад, такий як пропорції торговців, може вплинути на раціональне рішення інвестора і, отже, на формування ціни активів.

Таблиця 3.2. Результати роботи системи.

Фаза	Приклад	α	β	γ	Кількість ордерів на купівлю	Кількість ордерів на продаж
Стабільність	1	0,867	0,099	0,033	244	808
	2	0,860	0,104	0,034	244	864
	3	0,855	0,108	0,036	244	908
	4	0,855	0,108	0,036	244	912
Нестабільність	1	0,598	0,236	0,164	1102	149

(бум)	2	0,597	0,235	0,167	1113	149
	3	0,594	0,234	0,170	1129	149
	4	0,595	0,234	0,169	1126	149
Нестабільність (сплеск)	1	0,671	0,246	0,081	184	906
	2	0,668	0,248	0,083	184	930
	3	0,665	0,251	0,084	184	958
	4	0,664	0,252	0,084	184	966

Період стабільності. Раціонально-адаптивний трейдер має домінуюче раціональне рішення ($\alpha = 0,867$). Його рішення є менш раціональним, коли на ринку домінують торговці шумом або міметичні. Цінова тенденція однакова для чотирьох експериментів. Ціна, як правило, падає через $P_t < F_t$. Кількість замовлень на продаж різниться між експериментами; це важливіше для прикладу 3 та прикладу 4, де домінуючими є збиткові торговці та міметичні. На малюнку (Приклад 1), раціонально адаптовані торговці дають замовлення на купівлю, щоб збалансувати ринок. Коли раціонально-адаптивні торговці є домінуючими, вони запобігають відхиленню цін від основної вартості, і ринок прагне до рівноваги. Коли збиткові та міметичні торговці домінують, виникає тиск на продаж, ціна має тенденцію до руйнування та відходу від фундаментальної цінності[13]. Ринок вийшов з рівноваги.

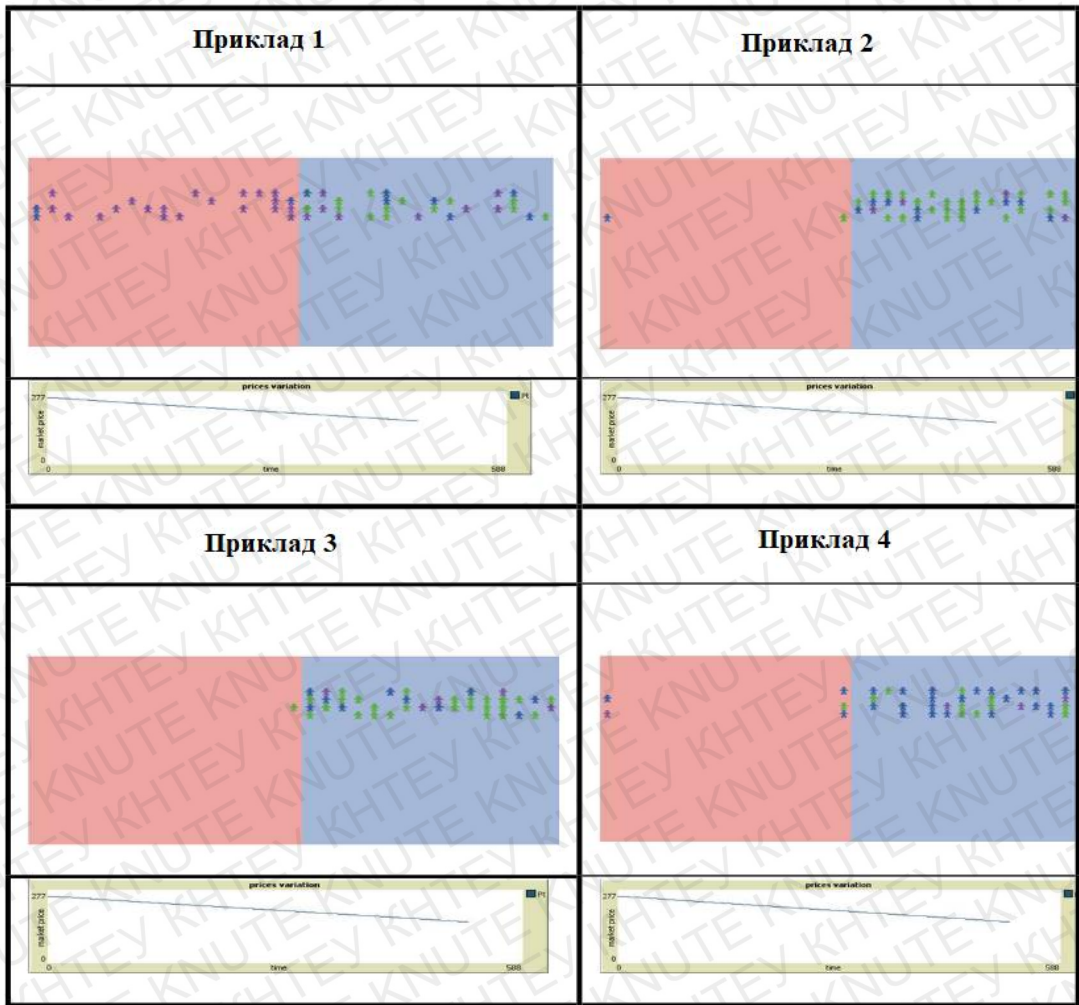


Рис. 3.2. Період стабільності.

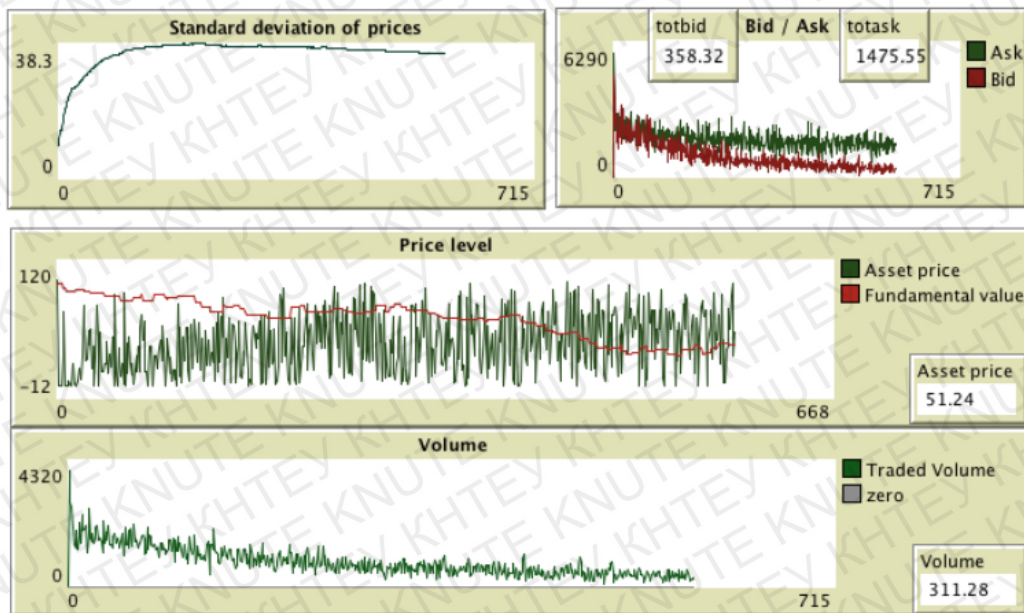


Рис. 3.3. Період стабільності.

Період нестабільності: фаза буму. У прикладі 1 рішення раціонально-адаптивного агента ділиться між раціональною частиною ($\alpha = 0,598$), поведінковою частиною ($\beta = 0,236$) та міметичною ($\gamma = 0,162$). Коли ціни зростають і відхиляються від основного значення, раціонально-адаптивний агент відмовляється від своєї раціональної стратегії на користь поведінкового та міметичного рішення. Вони не перешкоджають відхиленню цін від фундаментальної вартості. Зростання ціни цінних паперів можна пояснити поведінкою раціонально-адаптивного агента. Для чотирьох експериментів раціональний коефіцієнт α змінюється залежно від складу ринку. Він слабший, коли на ринку домінують збиткові торговці. Ціна, як правило, швидко зростає. Кількість замовлень на покупку дуже висока в порівнянні з продажами. Це найвище значення, коли на ринку домінують менш несприятливі торговці (Приклад 3), тоді настає приклад 4, коли міметичні торговці домінують.

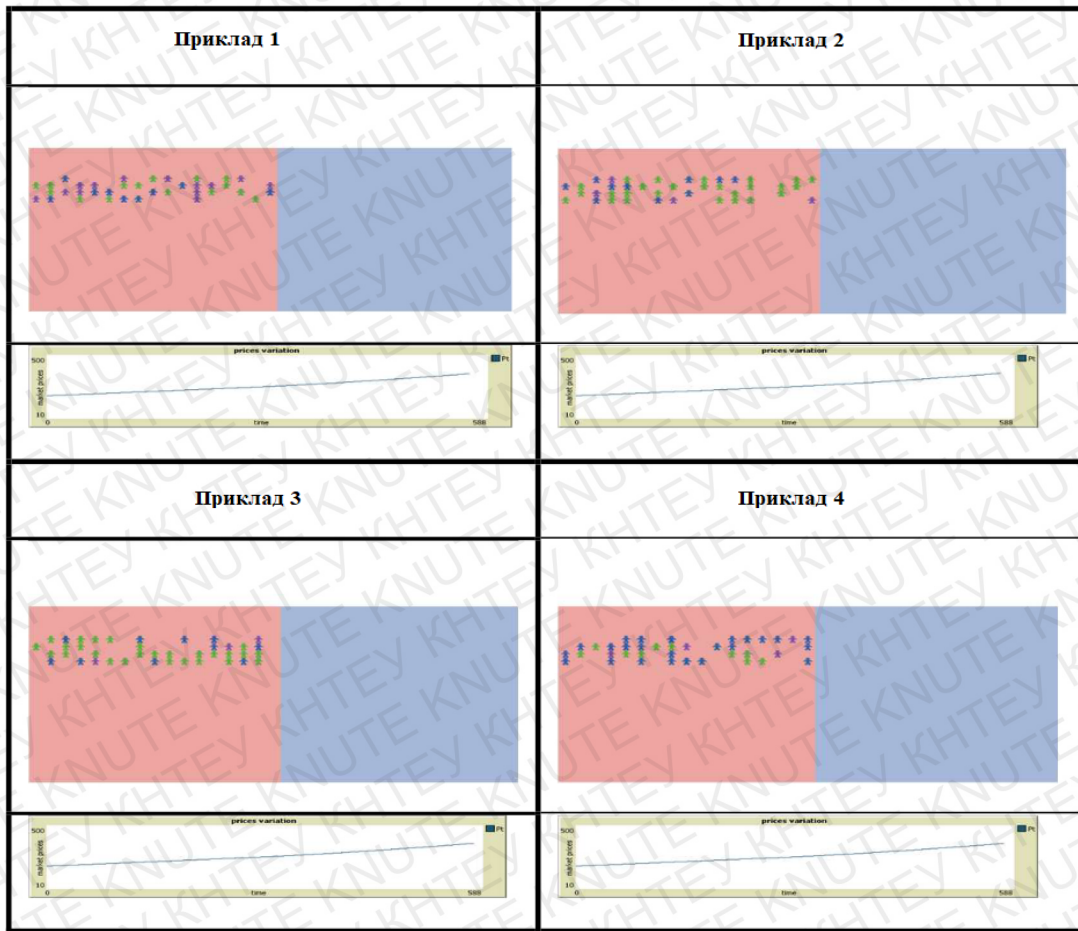


Рис. 3.4. Період нестабільності (бум)



Рис. 3.5. Період нестабільності(бум)

Період нестабільності: фаза сплеску. Рішення раціонально-адаптивного агента ділиться між раціональною частиною ($\alpha = 0,671$), поведінковою частиною ($\beta = 0,245$) та міметичною ($\gamma = 0,081$). Коли ціни знижуються і відхиляються від основного значення, раціонально-адаптивний агент відмовляється від своєї раціональної стратегії на користь поведінкового та міметичного рішення. Вони не перешкоджають відхиленню цін від основних. Зниження ціни цінних паперів можна пояснити поведінкою раціонально-адаптивного агента .

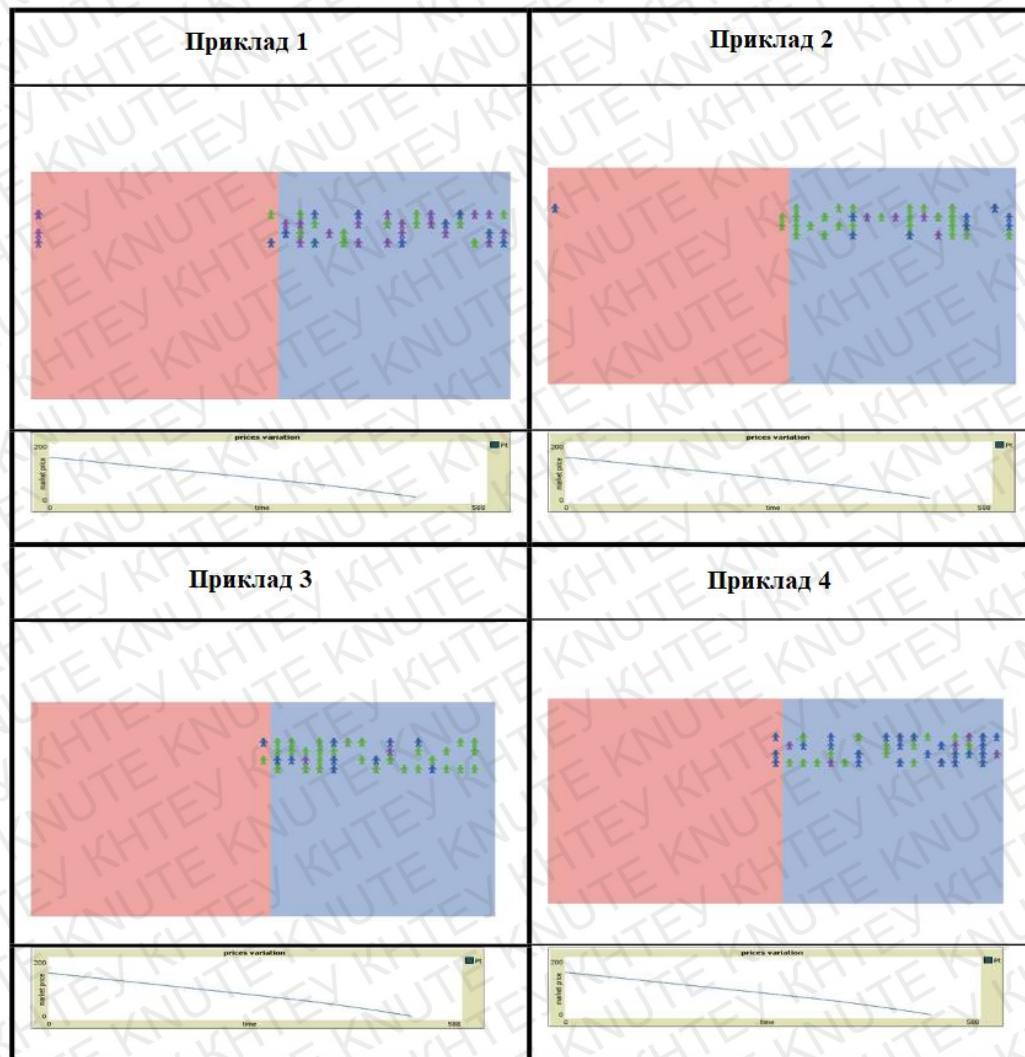


Рис. 3.6. Період нестабільності(сплеск)

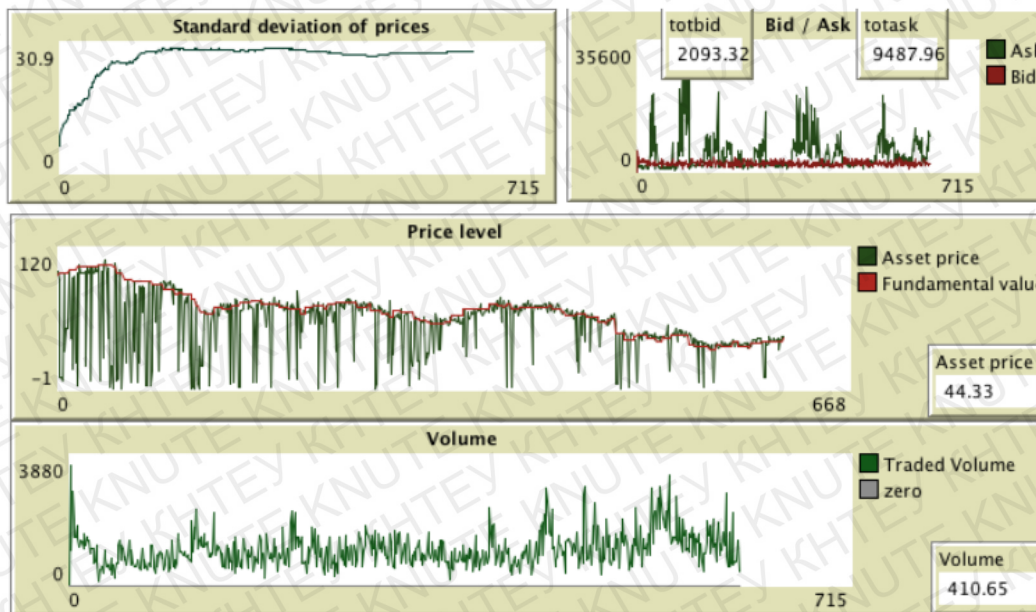


Рис. 3.7. Період нестабільності(сплеск)

Для чотирьох експериментів раціональний коефіцієнт (α) змінюється залежно від складу ринку. Він слабший, коли на ринку домінують міметичні торговці. Ціна має тенденцію до швидкого зниження. Кількість замовлень на продаж та дуже висока в порівнянні з замовленнями на покупку. Приймає найвищу цінність, коли на ринку домінують торговці-міметики (приклад 4). Експериментальні результати показують, що динамічна поведінка раціонально адаптивних інвесторів, які стають ірраціональними в періоди нестабільності, є важливою детермінантною кризових періодів. Окрім актуальності адаптивної поведінки раціональних інвесторів, виявляємо, що несприятливі та міметичні трейдери відіграють відповідну роль формування в кризовий період.

3.3. Огляд розробленого додатку

Для перевірки торгових стратегій трейдера, буде використано розроблений веб-додаток. Додаток розроблений мовою програмування JavaScript з використанням HTML+CSS та розробленої імітаційної моделі в додатку NetLogo. Для того щоб увійти в додаток, потрібно зареєструватися.



The image shows a registration form for a web application named 'KNUTE'. The form is titled 'Web application' and includes a 'Registration' section. It contains the following fields and elements:

- Registration** header
- Login:** label above an empty input field.
- Email address:** label above an empty input field.
- Password:** label above an empty input field.
- Repeat your password:** label above an empty input field.
- Register** button at the bottom left.

Рис 3.8. Вікно реєстрації.

Після вдалої реєстрації, користувач може увійти в систему ввівши свій логін та пароль.

KNUTE

Web application

Enter your login and password

Email address:

Password:

Remember me

[Log in](#) [Register](#)

Рис. 3.10. Вхід до системи.

Після входу у систему, ми можемо побачити баланс, акції які ми купили, категорії акцій їх ціну та кількість.

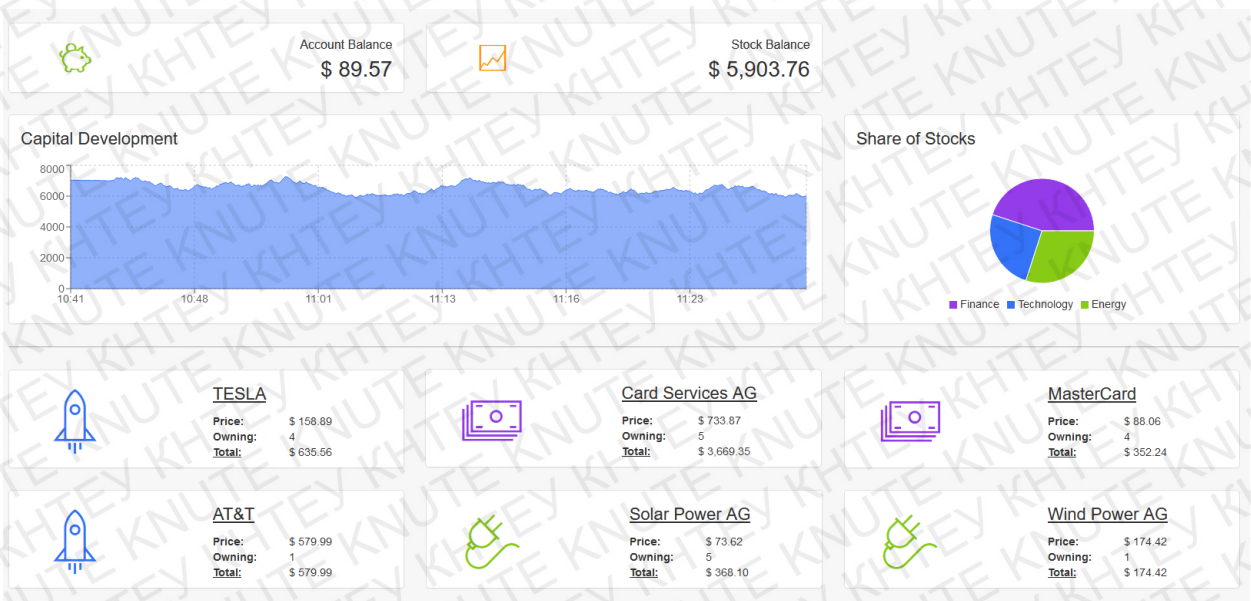


Рис. 3.11. Вікно статусу.

Якщо ми хочемо купити або продати акції, потрібно перейти в вікно купівлі та продажу.

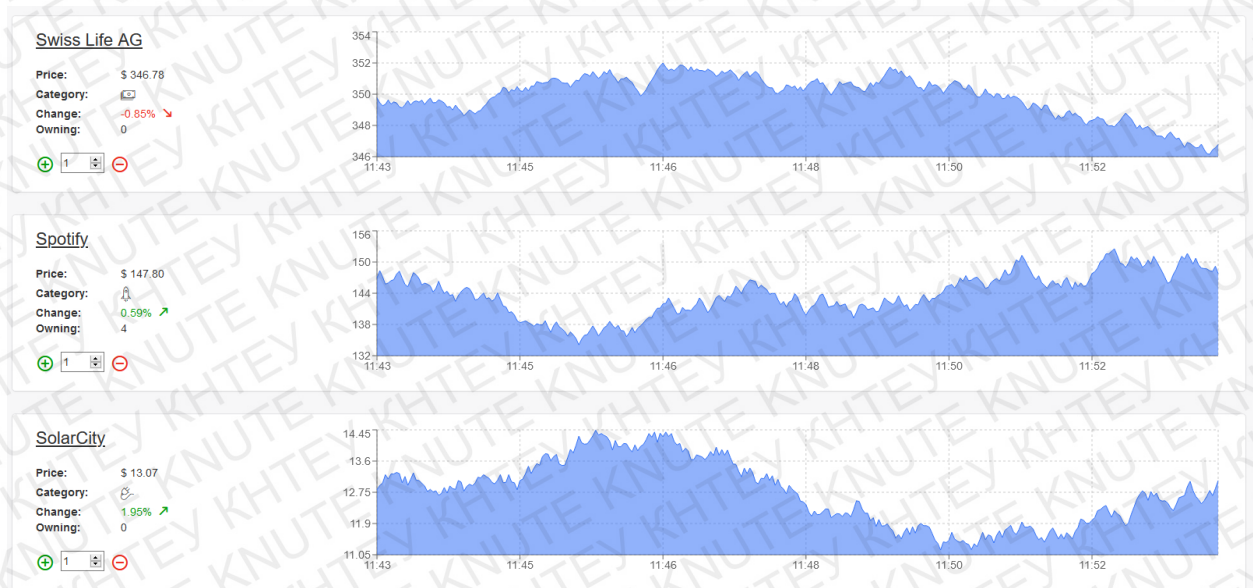


Рис 3.12. Вікно купівлі та продажу акцій.

Також ми бачимо зміну ціни акцій.

3.4. Перевірка торгових стратегій трейдера.

Більш детально буде розібрана стратегія теорія портфелів.

Метою сучасної теорії портфеля є мінімізація загальної дисперсії портфеля, тим самим зменшуючи загальний рівень ризику, пов'язаного з утриманням портфеля.

Наступна стратегія інвестування має на меті вказати на недоліки, що містяться в сучасній теорії портфеля, а також розглянути можливі способи їх усунення. Ця стратегія орієнтована на вдосконалення аспекту розподілу портфеля інвестиційних стратегій, але також окреслить загальні вдосконалення стратегій вибору акцій.

Щоб зрозуміти межі сучасної теорії портфоліо, важливо спочатку чітко усвідомити цілі сучасної теорії портфоліо. Сучасна теорія портфеля - це метод розподілу портфеля, який спрямований на створення портфеля мінімальних ризиків. Сучасна теорія портфеля досягає цього шляхом оптимізації розподілу портфеля, щоб мінімізувати загальну дисперсію портфеля, яка визначається ко варіантністю акцій у портфелі. Корисно бачити межі у цьому визначенні ризику, дивлячись на графік прибутковості двох різних цінних паперів.

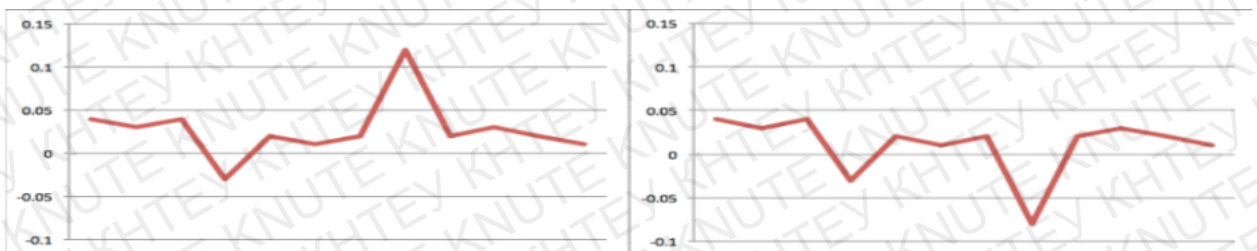


Рис 3.13. Аналіз ризиків двох цінних паперів.

Проблема у визначенні ризику як стандартного відхилення цінного паперу викладена на рисунку 3.13 вище. Дотримуючись традиційних визначень ризику, ці цінні папери однаково ризиковані, і зі стандартним

відхиленням прибутковості 0,034, але багато окремих інвесторів не погоджуються з цією оцінкою.

Ці цінні папери мають однакову віддачу, за винятком одного місяця, коли цінний папір праворуч має доходи, які перевищують середнє значення, а цінні папери праворуч повертаються набагато нижче середнього, що призводить до того самого стандартного відхилення.

Сучасна теорія портфеля використовує те саме визначення ризику, коли визначає розподіл для мінімального портфеля ризиків. Мінімізуючи дисперсію портфеля, Сучасна теорія портфоліо мінімізує як відхилення вгору, так і вниз від середнього. Справа в тому, що окремі інвестори не бачать відхилення від середнього значення як ризиковану дохідність, а навпаки, відзначають їх, оскільки вони є прибутком, який значно перевищує очікування. Зменшуючи загальну дисперсію, також зменшується потенціал надлишкової прибутковості.

Іншим питанням сучасної теорії портфеля є сліпе використання кореляції минулих цін для прогнозування прибутковості в майбутньому. Після збору історичних даних про ціни першим кроком у сучасній теорії портфоліо є розробка матриці кореляції. Потім ця матриця кореляції використовується для визначення відхилення різних цінних паперів у портфелі, але не враховується теорія, включена в цей процес.

Сучасна теорія портфеля є суворою теорією розподілу портфелів і не охоплює теорій вибору акцій, проте інвестори вважають, що будь-які акції можуть бути використані з сучасною теорією портфеля, оскільки співвідношення акцій буде мінімізовано. Ці недоліки сучасної теорії портфеля можна досить легко усунути, щоб розробити стратегію інвестування, яка є набагато вигіднішою для окремих інвесторів у розробці підходу до довгострокового інвестування з мінімальним ризиком.

Інші проблеми, як правило, виникають у процесі вибору. Багато популярних скринінгів акцій для окремих інвесторів використовують однакові критерії перевірки для всього ринку, а не спеціальні критерії перевірки для окремих секторів ринку.

Різні сектори фондового ринку, як правило, торгують з різними фінансовими коефіцієнтами, і, перевіряючи весь ринок з однаковими критеріями, інвестори зменшують співвідношення вибраних акцій, оскільки екран буде мати тенденцію повертати акції з того самого сектора.

Таблиця 3.3. Середнє співвідношення за секторами

Споживчі товари	25.25
Енергія	18.14
Фінанси	23.79
Охорона здоров'я	26.53
Індустріальні	21.87
Технології	32.61
Сировина	32.21
Зв'язок	38.64
Комунальні послуги	26.23

Таблиця 3.3. показує, що різні сектори, як правило, торгують за різних співвідношень. У традиційній теорії портфелів існує порогове значення, яке зазвичай використовується для всього ринку. У цьому сценарії, якби коефіцієнт акції був одним із критеріїв, що застосовується у таблиці, а порогове значення було встановлене при співвідношенні менше 20, було б переважання акцій в енергетичному секторі, що призводить до високої кореляції акцій, що містяться в портфелі.

Замість того, щоб перевіряти весь ринок, використовуючи однакові критерії, вигідніше розробити індивідуальні скринінги для кожного сектору. Роблячи це, окремі інвестори можуть обирати провідні компанії з кожного сектору, забезпечуючи диверсифікацію галузей у своєму портфелі.

Використовуючи цей метод відбору акцій, окремі інвестори більше не покладаються лише на історичні ціни для визначення кореляції акцій у своєму портфелі, а можуть використовувати теорію диверсифікації секторів, тобто ідею, що завдяки ротації секторів дохідність секторів буде відрізнятись.

Цей метод також полегшує інвесторам реалізацію інших стратегій, заснованих на ротації секторів. Виходячи з особистих переваг, інвестори можуть використовувати різні економічні показники або технічні показники, щоб спробувати спрогнозувати схеми ротації секторів.

Проводячи скринінг за секторами, окремі інвестори можуть легко залишити цілі сектори поза своїм портфелем, якщо вважають, що найближчим часом ці сектори будуть погано працювати. Було б набагато складніше реалізувати ці стратегії ротації секторів, якби інвестор використовував повний контроль ринку.

Щоб точно визначити ефективність методу розподілу негативних відхилень, я протестував стратегію, використовуючи різні портфелі для різних стратегій інвестування.

Для цього я відібрав сім провідників акцій з веб-сайту американської асоціації індивідуальних інвесторів. Сім скринінгів було обрано для охоплення всіх основних стратегій скринінгу. Після створення семи портфелів я збирав щомісячні дані про ціни на кожну акцію.

Використовуючи ці щомісячні дані про ціни, дані 10 років використовувались як дані навчання.

Використовуючи дані, я визначив оптимальний розподіл для портфеля, використовуючи традиційну сучасну теорію портфеля та мінімізуючи загальну дисперсію портфеля, а також оптимальний розподіл, щоб мінімізувати відхилення від зменшення. Коли ці портфелі були розроблені, дані тестування за 5 років були використані для визначення середньорічної прибутковості, а також відсотка втрачених місяців для всіх чотирнадцяти портфелів. Результати цих тестів можна побачити нижче в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4. Результати тестування стратегії.

Портфоліо	Повернення	Негативне повернення	% місячних витрат	% місячних витрат (негативне повернення)
Buffetology	0,1778	0,2367	33,6	28,6
Lakonishok	0,1392	0,1493	37,2	21,8
Greenblatt	0,2219	0,2015	39,8	32,3
ROE	0,2423	0,3123	36,9	33,1
O'Shaughnessy	0,2654	0,3411	41,2	36,3
Lynch	0,1899	0,2476	39,4	29,3
CANSLIM	0,1871	0,2341	36,6	27,2

Використовуючи результати щодо критеріїв скринінгу та розподілу портфеля, я розробив оптимальний портфель, використовуючи теорію інвестування. Будь-яка теорія інвестування може бути використана відповідно до уподобань інвестора, але процес розробки оптимального мінімального портфеля ризиків залишиться незмінним, за винятком змін критеріїв скринінгу, щоб відповідати переважній стратегії інвестування.

Я вибрав цю стратегію інвестування для цього прикладу завдяки як перевіреним рекордним показникам S&P 500, так і значній кількості компаній, які в даний час відповідають критеріям скринінгу.

Стратегія інвестування - це підхід до ціннісного інвестування з урахуванням аспектів імпульсного інвестування. Критерії скринінгу для стратегії можна знайти нижче

- Ринкова капіталізація перевищує 500 мільйонів доларів
- Продаж та купівля менше медіани сектору
- Ціна до балансової вартості менше медіани сектору
- Відносна ціна за останні 26 тижнів перевищує 5. Відносна ціна за останні 13 тижнів перевищує відносну ціну за останні 26 тижнів
- За останній місяць оціночного прибутку не було зменшено
- За останній місяць відбувся принаймні один перегляд прогнозованого прибутку в бік збільшення

Таблиця 3.5. Вибрані акції.

Сектори	Символ	Компанія
Споживчі послуги	EBAY	eBay Inc.
	BC	Brunswick Corporation
Споживчі товари	ABG	Asbury Automotive Group
	CENT	Central Garden & Pet Company
Енергетика	WTI	W&T Offshore Inc.
	SGY	Stone Energy Corporation
Фінанси	FDEF	First Defiance Financial
	OCN	Ocwen Financial Group
Охорона здоров'я	IMGN	Immunogen Inc.

	DGX	Quest Diagnostics
Індустріальні	DXPE	DXP Enterprises
	HCCI	Heritage Crystal Clean Inc.
Сировина	EMN	Eastman Chemical Corporation
	SXCP	Suncoke Energy Corporation
Технології	ATVI	Activision Blizzard Inc.
	AMAT	Applied Materials Inc.
Комунальні послуги	MRTN	Marten Transport Ltd.
	CMTL	Comtech Telecommunications

Вибравши компанії з кожного сектору, я зібрав п'ять років щомісячних даних про ціни для кожної акції, щоб визначити прибутковість портфеля. Потім, використовуючи методи оптимізації, я звів до мінімуму відхилення, змінивши ваги кожного холдингу.

Я також використовував обмеження, що всі ваги в портфелі були більшими або дорівнювали 2% загальних портфельних фондів, щоб гарантувати, що всі 18 акцій зберігаються в портфелі та підтримується диверсифікація секторів. На рисунку 3.14 показано результати оптимізації.

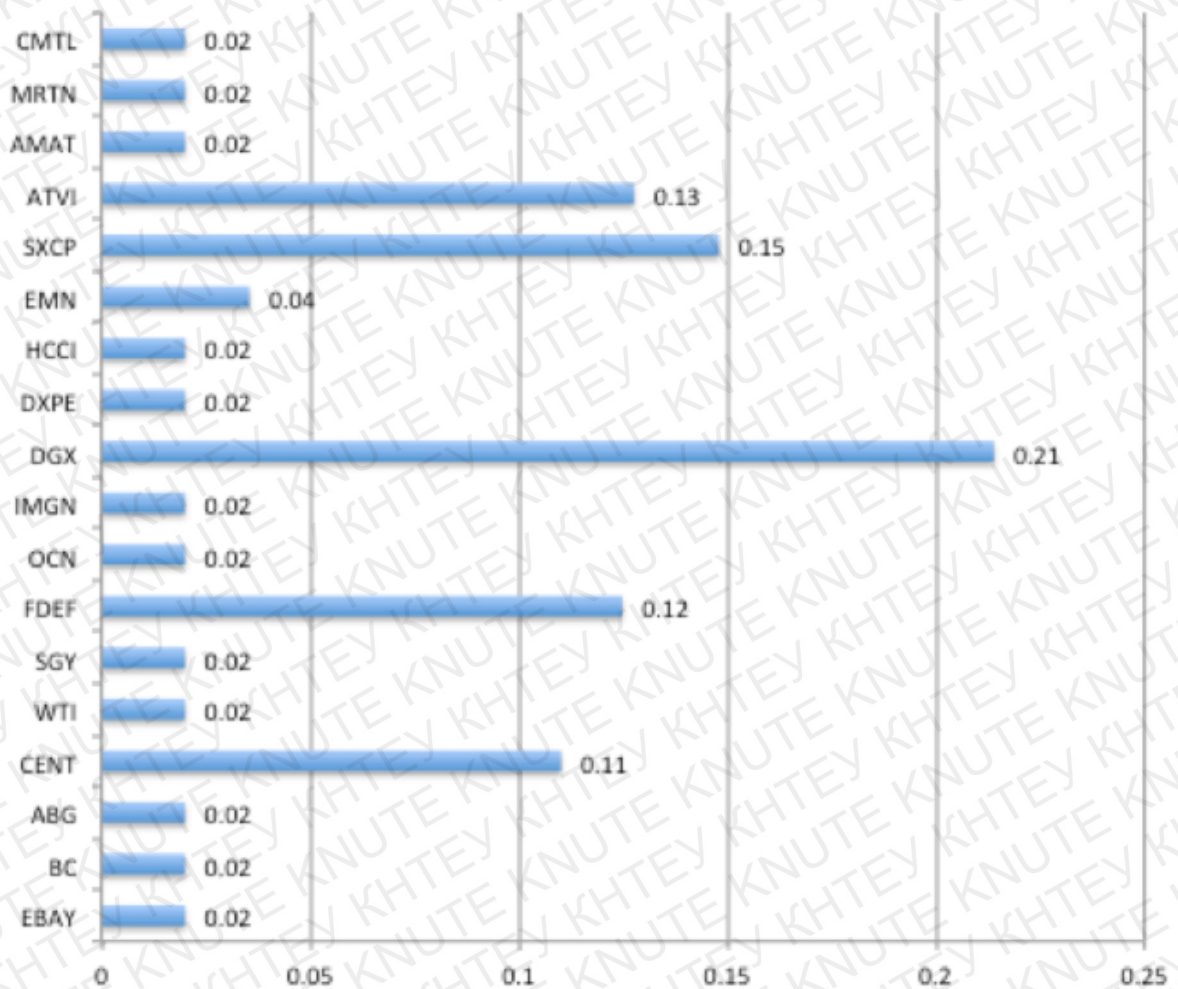


Рис. 3.14. Результати оптимізації.

В додатку реалізована побудова портфелю, і залежить від бюджету користувача. В таблиці 3.6 показані результати перевірки стратегії.

S. No.	Symbol	Name	Price
1	EBAY	eBay inc.	43.75
2	CENT	Central Garden & Pet Company	205.15
3	SGY	Stone Energy Corporation	58.4
4	OCN	Ocwen Financial Group	45.0
5	DXPE	DXP Enterprises	101.95
6	EMN	Eastman Chemical Corporation	242.1
7	ATVI	Activision Blizzard Inc.	83.15

Рис. 3.15. Портфель користувача.

Таблиця 3.6. Результати перевірки стратегії

Загальний прибуток: 107.830.72	Найбільший разовий прибуток: 11.189.70
Фінальний капітал аккаунта: 124.586	Найбільший разовий збиток: -7.858
Повернення від стартового капіталу: 643.5%	Сума середніх торгів: 1.684
Фактор прибутку: 2.839	Співвідношення втрат до прибутку: 1.703

ВИСНОВКИ

В ході проведених досліджень було вивчено багато іноземної та вітчизняної літератури на теми фондових ринків та імітаційного моделювання. Було використано мови програмування NetLogo та JavaScript разом з HTML+CSS.

Було розроблено три типів агентів які представлені: раціонально-адаптивними інвесторами, торговцями шумом та міметичними торговцями.

Розроблена модель з використанням цих трьох типів агентів дозволила створити веб-додаток та перевірити торгові стратегії трейдера або розробити свої.

На стабільність ринку сильно впливає розподіл видів торговців та запровадження механізму імітації. Існування нульових розумних трейдерів (спекулятивних трейдерів) є одним із факторів, що може призвести до нестабільності ринку та високого рівня волатильності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Калина А.В., Кощєєв О.О. Фондовий ринок: Навч. посіб. Для дистанційного навчання / К.: Вид-во "Університет "Україна", 2006.
2. Шелудько В.М. Фінансовий ринок: Навч. посіб. -3-тє вид., випр. і доп. -К.: Знання-Прес, 2008.
3. Anthony Saunders, Financial Markets and Institutions - McGraw-Hill Higher Education, 7th Edition, 2018 – 784 с.
4. Dennis M. Buede, William D. Miller - The Engineering Design of Systems: Models and Methods - Wiley; 3rd Edition, 2016 - 270 с;
5. John J. Murphy, Technical Analysis of the Financial Markets: A Comprehensive Guide to Trading Methods and Applications - New York Institute of Finance, SUB UPD EX edition, 2017 - 576 с.
6. Bishop Christopher. - Pattern Recognition and Machine Learning. - Springer-Verlag New York, 2006. - 576 с.
7. Дудяк Р.П., Бугіль С.Я. Організація біржової діяльності: основи теорії і практикум: Навч. посіб. -2-ге вид., доп. -Л.: Новий світ -2000: Магнолія плюс, 2003.
8. Bernard P. Zeigler - Theory of modeling and simulation - Academic Press, 3rd edition - 2014. - 536 с.
9. Railsback, S. F. , Grimm, V. - Agent-Based and Individual-Based Modeling: A Practical Introduction. Princeton : Princeton University Press, 2011.
10. Wilensky, U. , Rand, W. - An introduction to agent-based modeling: Modeling natural, social and engineered complex systems with NetLogo. Cambridge, MA: MIT Press - 2017.

11. Domowitz, I. . The Cost of Algorithmic Trading. The Journal of Trading - 2018. - 23 c.
12. Kiyoshi A. , Hiroshi D. , Hiroyuki M. - Agent-Based Modeling Meets Gaming Simulation: Springer, 2005. - 345 c.
13. John A. Sokolowski - Principles of Modeling and Simulation: A Multidisciplinary Approach - Willey,2009. - 280c.
14. Ella Roubtsova - Interactive Modeling and Simulation in Business System Design - Springer International Publishing, 2016. - 201 c.
15. Michael J. Northon - Managing Business Complexity: Discovering Strategic Solutions with Agent-Based Modeling and Simulation - Oxford University Press,2018 - 304 c.
16. Boer-Sorban, K. - Agent-based simulation of financial markets: a modular, continuous-time approach. Erasmus University Rotterdam. - 2014. - 543c.
17. A Survey of Agent Based Artificial Stock Markets, International Research Journal of Finance and Economics 64(2011), 126-139.
18. Rekik, Y., Hachicha. W. and Boujelbene, Y. “Agent-based Modeling and Investors' Behavior Explanation of Asset”. Procedia Economics and Finance vol. 13. - 2014.
19. J.D. Farmer, D. Foley - The economy needs agent-based modelling. Nature - 2009. - 685-686c
20. J.M. Epstein, R. Axtell Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom up: Brookings Institution Press, Washington, D.C . , 1996 - 506 c.

ДОДАТОК

Код програмної реалізації NetLogo.

extensions [matrix stats csv web time]

breed [Stocks stock]

breed [Investors investor]

__includes ["communication.nls" "bidding.nls" "stockexchange.nls" "gp.nls"]

globals [

 global-wealth

 initial-wealth-distribution

 h-prices

 total-dealed-volume

 dividends ; intrinsic value, imported by .csv

 max-networth

 data

]

turtles-own [incoming-queue]

Investors-own [

 informed?

 money_initial

 money

 networth

shares-dealed-tick

portfolio

watch-agent

strategy

expectation

l-freq ;

init-l-freq

]

to setup

clear-all

ask patches [set pcolor black]

setup-stocks 1

set gp-current-stock stock 0

set h-prices []

reset-ticks

set-default-shape turtles "Person"

setup-investors Investor-population

set global-wealth sum [money] of investors

; temporally remove chooser ""initial-wealth-distribution"

```

set initial-wealth-distribution "normal"
;;
ask investors [
  allocate-money
  set l-freq 2 + random 8 ; 1 to 30
  set init-l-freq l-freq
  update-networth
]
end

to go
; investors procedures
update-expectation
make-bidding

; stock exchange procedures
set total-dealed-volume 0
ask Stocks [
  collect-bids-and-make-deal
  update-stock-tables
  set h-prices lput price h-prices
]

; investors procedures
update-position
update-networth

```



```

if ticks >= initial-random-walk-steps [
  if not any? codeturtles [gp-setup]
  gp-go
]
if ticks >= length dividends - 1 [stop]
tick
end

to setup-investors [number-investors]
  create-investors number-investors
  [
    set color black
    setxy random-xcor random-ycor
    set incoming-queue []
    set expectation [price] of stock 0 + random 10 - random 10
  ; set networth [ ]
  ]

  ask n-of (noise-ratio / 100 * count investors) investors [ set color white ]
  ask n-of (%-informed / 100 * count investors with [color != white]) investors
  with [color != white][set informed? true set color blue ]
  ask investors with [color = black][ set informed? false set color red ]
  update-expectation
end

```

```
to update-expectation
```

```
  ask Investors [
```

```
    ifelse color = white
```

```
      [ set expectation [ round (intr-value) + random 5 - random 5 ] of stock 0 ] ;
```

```
  noise investors
```

```
  [
```

```
    ifelse ticks < initial-random-walk-steps + who
```

```
      [ set expectation [price + random 5 - random 5 ] of Stock 0 ]
```

```
      [
```

```
        ifelse (1-freq = 0 or watch-agent = 0) [
```

```
          set 1-freq init-1-freq
```

```
          update-strategy
```

```
        ][ set 1-freq 1-freq - 1 ]
```

```
        if strategy != 0 [ run strategy set expectation round expectation]
```

```
      ] ]
```

```
  ]
```

```
  update-ycor
```

```
end
```

```
to update-ycor
```

```
  ask Investors [
```

```
    let new-pos expectation / max [expectation] of Investors * max-pycor * 0.9
```

```
    set ycor ifelse-value (new-pos > 0) [ new-pos ] [0]
```

```
  ]
```

```
end
```

to update-strategy

ask Investors with [color = red][

; uninformed investor can choose strategies without intr-value

if any? codeturtles with [not member? "intr-value" gp-compiledcode][

set watch-agent min-one-of codeturtles with [not member? "intr-value" gp-compiledcode] [gp-calculate-fitness [init-l-freq] of myself]

set strategy [gp-compiledcode] of watch-agent

]

]

ask Investors with [color = blue][

if any? codeturtles [

set watch-agent min-one-of codeturtles [gp-calculate-fitness [init-l-freq] of myself]

set strategy [gp-compiledcode] of watch-agent

]

]

end

to update-network

ask Investors [

set network money + portfolio * [price] of stock 0

]

set max-network max [network] of Investors

end

```

;;
to make-bidding
  ask Investors [
    if (expectation - [price] of stock 0) / [price] of stock 0 > 0.05 and money >=
      [price] of stock 0 [
        send-order one-of (list "bl" "bm") 0 (round ([price] of stock 0 + (random abs
          (expectation - [price] of stock 0)))) 1 ; [ "buy-limit" stock-name order-price
          #share ]
      ]
    if (expectation - [price] of stock 0) / [price] of stock 0 < -0.05 [
      send-order one-of (list "sl" "sm") 0 (round ([price] of stock 0 - (random abs
        (expectation - [price] of stock 0)))) 1 ; [ "sell-limit" stock-name order-price
        #share ]
      ]
    ]
  ]
end

```

```

to send-order [performative stock-id order-price num-shares]
  if performative = "bl" [
    let msg add-content (list order-price num-shares) create-message "bl"
    send add-receiver stock-id msg
  ]
  if performative = "bm" [ ; buy market order
    let msg add-content (list order-price num-shares) create-message "bl"
    send add-receiver stock-id msg
  ]

```

]

if performative = "sl" [; sell limit order

let msg add-content (list order-price num-shares) create-message "sl"

send add-receiver stock-id msg

]

if performative = "sm" [; sell market order

let msg add-content (list order-price num-shares) create-message "sl"

send add-receiver stock-id msg

]

End

```
import * as React from 'react';
import { connect } from 'react-redux';
import { Redirect, Route, Switch } from 'react-router-dom';
import { Footer } from '../components/Footer/Footer';
import { Header } from '../components/Header/Header';
import { NotificationSystemFrame } from '../components/NotificationSystem';
import { Sidebar } from '../components/Sidebar/Sidebar';
import appRoutes from '../routes/routes';
import { AppState } from '../state/AppState';
import { getStockValue } from '../state/depot/depotSelector';
import { loadState } from '../state/initialLoad/initialLoadActions';
```

```
interface AppProps {
```

```
  currentMoney: number;
  currentStockBalance: number;
  loadState: () => void;
```

```
}
```

```
class App extends React.Component<AppProps> {
```

```
  constructor(props: AppProps) {
    super(props);
  }
```

```
  componentWillMount() {
    this.props.loadState();
  }
```

```

render() {
  return (
    <div className="wrapper">
      <NotificationSystemFrame/>
      <Sidebar
        currentBalance={this.props.currentMoney}
        currentStockBalance={this.props.currentStockBalance}
      />
      <div id="main-panel" className="main-panel">
        <Header {...this.props} />
        <Switch>
          {
            appRoutes.map((prop, key) => {
              if (prop.redirect) {
                return (
                  <Redirect path={prop.path} to={prop.to!}
                    key={key}/>);
              }
              return (
                <Route path={prop.path} component={prop.component}
                  key={key}/>);
            });
          }
        </Switch>
        <Footer/>
      </div>
    </div>
  );
}

```

```
    </div>
  );
}
}
```

```
const mapStateToProps = (state: AppState) => ({
  currentMoney: state.depot.accountValue,
  currentStockBalance: getStockValue(state)
});
```

```
// tslint:disable-next-line:no-any
```

```
const mapDispatchToProps = (dispatch: any) => ({
  loadState: () =>
    dispatch(loadState())
});
```

```
export default connect(mapStateToProps, mapDispatchToProps)(App);
```