

**Київський національний університет імені Тараса Шевченка**

**Економічний факультет  
Кафедра економічної кібернетики**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

**"Застосування методу Монте-Карло для аналізу акцій українських  
агрохолдингів на Варшавській біржі"**

студентки 4 курсу  
спеціальності 051 «Економіка»  
ОПП «Економічна кібернетика»  
денної форми навчання  
Савельєвої Анастасії Андріївни

**Науковий керівник:**  
Доктор економічних наук, професор  
Камінський Андрій Борисович

Засвідчую, що в цій роботі немає запозичень із  
праць інших авторів без відповідних посилань  
Студент \_\_\_\_\_

Роботу допущено до захисту перед ЕК  
рішенням кафедри економічної кібернетики  
від 12 червня 2025 р., протокол № 15  
Завідувач кафедри:  
доктор економічних наук, професор  
Ляшенко Олена Ігорівна \_\_\_\_\_

КИЇВ – 2025

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 52 ст., 15 рис., 1 табл., 27 джерел.

Ключові слова: метод Монте-Карло, прогнозування цін акцій, аналіз цін акцій, фондовий ринок, стохастичне моделювання, українські агрохолдинги.

Об'єкт дослідження: процес прогнозування динаміки цін акцій українських агропромислових компаній на міжнародних фондових біржах.

Мета дослідження: розробити модель прогнозування цін акцій українських агрохолдингів з використанням методу Монте-Карло для оцінки інвестиційних ризиків і формування довірчих інтервалів для можливих сценаріїв ринкової динаміки.

Методи дослідження: статистичний аналіз ринкових даних, стохастичне моделювання методом Монте-Карло, побудова довірчих інтервалів, аналіз волатильності, використання Python (pandas, numpy, matplotlib, seaborn).

Наукова новизна, теоретична значимість дослідження: полягає в застосуванні методу Монте-Карло для оцінки цін акцій українських аграрних компаній в умовах високої ринкової невизначеності та багатофакторного впливу, а також у формуванні статистично обґрунтованих прогнозів з довірчими інтервалами.

Практична цінність: розроблена модель може бути використана аналітиками та інвесторами для оцінки ризиків, планування інвестиційних стратегій і підготовки обґрунтованих рішень в умовах волатильного ринку українських агрохолдингів.

## RESUME

Taras Shevchenko National University of Kyiv,  
Faculty of Economics, Department of Economic Cybernetics

Key words: Monte Carlo method, stock price modeling, stochastic simulation, Ukrainian agribusiness, risk management, financial analytics, confidence interval, Warsaw Stock Exchange, investment decisions, volatility analysis.

The graduation research of Anastasiia Savelieva focuses on the development and application of a Monte Carlo-based model for forecasting stock prices of Ukrainian

agribusiness companies listed on the Warsaw Stock Exchange. The proposed approach provides statistically grounded predictions with confidence intervals that account for market uncertainty and risk factors.

The work is of interest to specialists in financial analytics, investment risk assessment, and portfolio strategy planning.

Pages: 52, figures: 15, tables: 1, bibliography: 27 sources.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
РОЗДІЛ 1. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІН АКЦІЙ	7
1.1. Фундаментальний та технічний аналіз .....	7
1.2. Сучасні підходи до прогнозування цін акцій.....	10
1.3. Порівняльна характеристика методів прогнозування цін акцій .....	11
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1 .....	15
РОЗДІЛ 2. МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО ТА ЙОГО ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ.....	17
2.1. Теоретичні засади методу Монте Карло .....	17
2.2. Аналіз особливостей методу Монте-Карло.....	19
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2 .....	22
РОЗДІЛ 3. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІН АКЦІЙ УКРАЇНСЬКИХ АГРОХОЛДИНГІВ НА ІНОЗЕМНИХ БІРЖАХ.....	23
3.1. Огляд українських агрохолдингів, представлених на іноземних біржах .....	23
3.2. Збір даних та первинний аналіз .....	28
3.3. Аналіз симульованої та реальної динаміки акцій аграрних емітентів .....	39
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3 .....	45
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49

## ВСТУП

В умовах сучасного стрімкого розвитку технологій та цифровізації, фондовий ринок є наочним прикладом складної стохастичної системи, водночас зростає значення ефективних аналітичних інструментів, що дозволяють якісно та точно прогнозувати поведінку фінансових активів. Проблематика прогнозування фондових інструментів залишається відкритою, а сучасні підходи — такими, що потребують подальшого вдосконалення. Саме тому у роботі здійснюється аналіз відомих методів та впроваджується комбінований підхід із використанням методу Монте-Карло, що дозволяє моделювати сценарії руху цін акцій з урахуванням випадковості та ризику. Наукова новизна дослідження полягає у практичному застосуванні стохастичних методів до оцінки динаміки акцій українських аграрних компаній, зокрема тих, що представлені на Варшавській та Лондонській фондових біржах.

Об'єктом дослідження є фондовий ринок та інструменти, що відображають динаміку цін публічних компаній.

Предметом дослідження є методи аналізу та прогнозування цін акцій із використанням стохастичних моделей.

Метою дослідження є вивчення класичних і сучасних підходів до аналізу фондових інструментів та моделювання динаміки їх вартості, а також практична реалізація методу Монте-Карло для прогнозування ціни акцій.

Для досягнення цієї мети було поставлено такі завдання:

- провести огляд теоретичних основ методу Монте-Карло та його використання для моделювання фінансових ринків;
- дослідити особливості ринкової динаміки акцій українських агропромислових компаній, що котируються на Варшавській фондовій біржі, з урахуванням історичних даних;
- розробити модель стохастичного прогнозування цін акцій із використанням методу Монте-Карло;

- реалізувати алгоритм моделювання у середовищі Python із використанням відповідних бібліотек (pandas, numpy, matplotlib);
- провести серію симуляцій для оцінки можливих сценаріїв зміни вартості акцій та побудувати довірчі інтервали прогнозів;
- здійснити аналіз отриманих результатів і порівняти їх з фактичними ринковими даними та прогнозами традиційних методів;
- надати рекомендації щодо використання результатів моделювання для оцінки інвестиційних ризиків і формування інвестиційних стратегій.

У процесі дослідження застосовувалися методи економіко-математичного моделювання, математичної статистики, графічного аналізу, метод Монте-Карло, а також програмні засоби обробки даних на мові Python.

Наукова і практична новизна роботи полягає у розробці практичної моделі моделювання ціни акцій з використанням імітаційного моделювання, а також у формуванні аналітичних висновків щодо ризиків та очікуваної дохідності за результатами симуляцій для конкретних компаній.

У ході роботи було отримано результати, які можуть бути використані для подальшого вдосконалення стратегій інвестування та управління інвестиційним портфелем.

Інформаційною базою дослідження стали офіційні біржові джерела (Yahoo Finance, Investing), фінансові звіти компаній, акції яких було проаналізовано в роботі, а також наукові публікації з тематики фінансового аналізу та прогнозування динаміки цін акцій, зокрема роботи з дослідження практичного застосування методу Монте-Карло.

Структура роботи включає вступ, три розділи, висновки, список використаних джерел та додатки. У першому розділі розглядаються теоретичні основи аналізу цін акцій; другий присвячений побудові та реалізації моделі Монте-Карло; третій містить практичні результати моделювання та їх інтерпретацію.

## РОЗДІЛ 1. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІН АКЦІЙ

### 1.1. Фундаментальний та технічний аналіз

В межах невизначеності фондового ринку, для ухвалення обґрунтованого та зваженого рішення щодо купівлі тієї або іншої акції, насамперед потрібно провести відповідний аналіз, адже поточна ринкова ціна акції, за якою її можна продати в даний момент, може суттєво відрізнятись від раніше зазначеної номінальної вартості. Такий аналіз має надати інвестору ключову інформацію про те, чи є акція переоціненою чи недооціненою, а також дати уявлення про можливу динаміку її ціни в майбутньому. У цьому контексті економічна теорія виділяє два основні види аналізу, що застосовуються для оцінки акцій: технічний та фундаментальний аналіз.

Фундаментальний аналіз передбачає вивчення фінансової звітності компанії та ширших економічних показників для виявлення внутрішньої вартості цінного паперу. Фундаментальний аналіз дозволяє інвесторам визначити, чи є акції недооціненими або ж навпаки, переоціненими, що сприяє прийняттю обґрунтованих інвестиційних рішень [1].

Основною метою застосування фундаментального аналізу є виявлення розбіжності між реальною вартістю активу та його ринковою ціною. Акції вважаються недооціненими, якщо їх внутрішня вартість перевищує ринкову ціну, і переоціненими — якщо ринкова ціна є вищою за їхню реальну вартість. Ключова ідея цього підходу полягає у всебічному вивченні факторів, що можуть впливати на ціну акції, зокрема показників доходів, обсягів продажу, рентабельності власного капіталу та грошового потоку компанії [2].

Фундаментальний аналіз ґрунтується на припущенні, що ринкова вартість акції не завжди збігається з її дійсною цінністю, однак у довгостроковій перспективі ці показники мають тенденцію вирівнюватися. Його основне завдання полягає у визначенні внутрішньої вартості активу шляхом детального

дослідження фінансового становища компанії, її прибутковості, динаміки доходів, обсягу боргових зобов'язань та інших важливих фінансових характеристик. Для цього аналітики вивчають фінансову звітність підприємства, зокрема баланс, звітність про фінансові результати та рух грошових коштів, що дозволяє оцінити фінансову стійкість компанії й ефективність її управління [2].

Попри значну кількість переваг, фундаментальний аналіз має й свої недоліки. Його проведення потребує багато часу й ретельного збору та обробки інформації. Крім того, у разі нестачі достовірних даних або нестабільного становища компанії на ринку, результати такого аналізу можуть бути неточними. Оцінка внутрішньої вартості часто базується на прогнозах та припущеннях, які не завжди виправдовуються через зміни ринкової кон'юнктури чи непередбачені обставини. Також цей підхід не надто придатний для короткострокових інвестицій, оскільки орієнтований на довгострокову перспективу та не враховує коливань, характерних для коротких часових проміжків. Найбільшої ефективності фундаментальний аналіз досягає під час формування стратегій інвестування з орієнтацією на довгострокові цілі, зокрема таких, що передбачають пошук активів із ринковою ціною нижчою за їхню реальну вартість.

Незважаючи на переваги, фундаментальний аналіз має певні обмеження. В першу чергу, він є трудомістким процесом, що вимагає значного часу та зусиль для збору та аналізу інформації, в свою чергу, якщо інформація про фінансові показники є обмеженою або положення компанії на фондовому ринку не є стабільним, такий аналіз не зможе якісно оцінити та надати якісний прогноз. Відповідно, такий аналіз може бути менш корисним для оцінки компаній з обмеженою фінансовою інформацією або тих, що працюють у нестабільних галузях.

Технічний аналіз являє собою метод дослідження ринку, за допомогою якого на основі вивчення тенденцій та статистичних даних прогнозується подальший рух цін на акції. Метою цього підходу є надання відповідей на практичні запитання інвестора щодо того, коли доцільно купувати чи продавати

певні акції. Суть технічного аналізу полягає у прогнозуванні змін та рівнів цін у майбутньому на основі аналізу історичних часових рядів і даних про обсяг торгів. З цієї причини технічний аналіз ґрунтується переважно на використанні таблиць, графіків та різноманітних коефіцієнтів, а його головним завданням є формування короткострокових і довгострокових прогнозів зміни вартості акцій [1].

Ринкова ціна формується під впливом багатьох чинників: економічні показники, геополітична ситуація, прогнози учасників ринку та очікування інвесторів. Усі ці елементи в тій чи іншій мірі вже враховані в поточних цінах активів. При цьому рух цін рідко буває хаотичним: зазвичай ціни демонструють певний напрям протягом певного часу. Вони можуть підвищуватись, знижуватись або залишатися у відносно стабільному діапазоні. Ця закономірність багато в чому пояснюється тим, що поведінка учасників ринку часто повторюється, а це, своєю чергою, зумовлює схожість у формах цінових коливань.

Методи технічного аналізу базуються на дослідженні історичних даних про зміни цін і обсяги торгів, на основі яких використовуються індикатори й моделі, що допомагають виявити можливі сценарії подій на фондовому ринку. Найпоширенішими інструментами є ковзкі середні, індикатор відносної сили (RSI) та смуги Боллінджера, що дають змогу відстежувати зміни трендів або сигнали розвороту [3].

Технічний аналіз, передбачає, що ринкова ціна активів рано чи пізно відобразить їхню реальну вартість. Зміну важливих факторів можна помітити ще до того, як вона повністю проявиться в ринковій ціні, й саме на цьому етапі можна отримати перевагу. Такий підхід відрізняється від концепції ефективного ринку, згідно з якою ціни миттєво реагують на будь-які зміни фундаментальних чинників.

Технічний аналіз корисний тим, що дозволяє оперативно реагувати на зміни ринкової кон'юнктури, адже він спирається на фактичні дані про поведінку цін і

обсяги операцій. Цей підхід застосовують до різних фінансових інструментів, якщо вони характеризуються достатньою ліквідністю [3].

Як і будь-який метод, технічний аналіз має свої недоліки. Оскільки аналіз ґрунтується на історичних даних, передбачення подальших цінових коливань завжди містять у собі певну частку невизначеності, особливо за умов підвищеної волатильності або недостатньої ліквідності. Окрім того, інтерпретація результатів технічного аналізу значною мірою залежить від суб'єктивного бачення аналітика, тобто присутній вплив людського фактора.

## 1.2. Сучасні підходи до прогнозування цін акцій

Для впровадження інвестиційних проектів з максимальним ефектом використовують чимало методів та прийомів. Методологія інвестиційного проектування ґрунтується на розробленні складних проектів у межах системи взаємопов'язаних і залежних між собою робіт і подій, які мають забезпечувати раціональне використання наявних та позичених ресурсів підприємства. Застосування комп'ютерних технологій дає змогу якісно використовувати системні методи, які набули великого поширення, та абсолютно нові комплексні методи, які пов'язані з електронним обробленням інформації. Зокрема, моделі часових рядів, такі як авторегресійні моделі (AR), інтегровані авторегресійні моделі ковзного середнього (ARIMA) та моделі векторної автокореляції (VAR). Ці методи широко використовуються для прогнозування змін ціни акцій. Сучасні технології, такі як алгоритми машинного навчання, нейронних мереж та штучного інтелекту дозволяють автоматизувати процеси аналізу та виявляти складні, неочевидні паттерни та кореляції даних [4].

ARIMA - це популярна і широко використовувана техніка аналізу часових рядів, у тому числі руху цін на акції.

ARIMA моделі складаються з трьох основних компонентів:

1. авторегресійного (AR) компонента.
2. інтегрального (I) компонента.

### 3. компонента ковзного середнього (МА).

Авторегресійний компонент базується на ідеї, що майбутні значення часового ряду можна передбачити на основі його минулих значень. Компонент ковзного середнього ґрунтується на тому, що майбутні значення можна передбачити на основі помилок минулих прогнозів. Інтегральний компонент використовується для приведення ряду до стаціонарного шляхом взяття послідовних різниць компонентів [4].

K-Nearest Neighbors (KNN) - це алгоритм машинного навчання, який часто використовується для прогнозування цін на акції. Це непараметричний метод, тобто він не робить жодних припущень про основний розподіл даних, замість цього він використовує самі дані для прогнозування [5].

Загальна ідея KNN полягає в порівнянні точок даних у навчальному наборі з точкою, що прогнозується, та визначає k найближчих сусідів на основі обраної метрики відстані. Потім алгоритм робить прогноз на основі значень найближчих сусідів, усереднюючи їх.

Метод KNN простий і легкий в реалізації, що є однією з головних переваг. На практиці використовується як для регресії, прогнозування безперервних змінних (ціни акцій), так і для класифікації, прогнозування класів (рух акції вгору або вниз). Цей метод також легко інтегрувати з іншими алгоритмами машинного навчання для підвищення точності виконуваного аналізу [5].

### 1.3. Порівняльна характеристика методів прогнозування цін акцій

У сучасній фінансовій аналітиці використовуються різні підходи для прогнозування цін акцій, кожен із яких має свої переваги й обмеження. Зокрема, авторегресійні моделі часових рядів (ARIMA) є ефективними у короткострокових прогнозах, наприклад, на 5 торгових днів, і показують нижчий рівень помилок (MAE, MAPE, RMSE), що дає їм перевагу в стабільному ринковому середовищі. Однак у довгострокових прогнозах (понад 21 день)

перевагу набуває метод Монте-Карло, оскільки він краще моделює випадкову природу ринкових коливань у відповідності з гіпотезою ефективності ринку.

Жоден окремих метод прогнозування не є універсально кращим для всіх ринків: лінійні (ARIMA), нейронні (ANN) та гібридні моделі показують різну ефективність залежно від типу ринку, розвиненого, що розвивається чи «фронтирного». Це підтверджує необхідність використовувати різні інструменти відповідно до часових горизонтів і ринкових умов.

На прикладі методів, що розглядаються в роботі (ARIMA, Монте-Карло, KNN), переваги кожної моделі стають очевидними. ARIMA здатна забезпечувати точні короткострокові прогнози, тоді як Монте-Карло дає змогу оцінити ризики та ймовірнісні діапазони цін при довгостроковому плануванні. Щодо алгоритмів машинного навчання, таких як KNN чи нейронні мережі, вони демонструють обіцянки щодо прогнозної точності, але вимагають великої кількості даних і значних обчислювальних витрат.

Для більш наочного зображення різниці в роботі та ефективності методів було побудовано моделі для умовних даних.



Рис. 1.3.1. Прогнозування ціни акцій методом ARIMA

Джерело: розрахунки автора

На рисунку 1.3.1 видно, що модель ARIMA показала себе як інструмент для короткострокового прогнозування, який забезпечує плавну та стабільну траєкторію очікуваного руху ціни. У проведеній симуляції на 6 торгових днів уперед ARIMA дала прогноз із варіацією у межах лише +0,1 до +0,6 USD від останнього зафіксованого значення ціни. Такий вузький діапазон змін (приблизно 0,3% відносно середнього рівня ціни в районі 180 USD) свідчить про те, що ARIMA добре підходить для ринкових умов із помірною волатильністю та для завдань, де важлива передбачуваність у короткостроковому періоді.

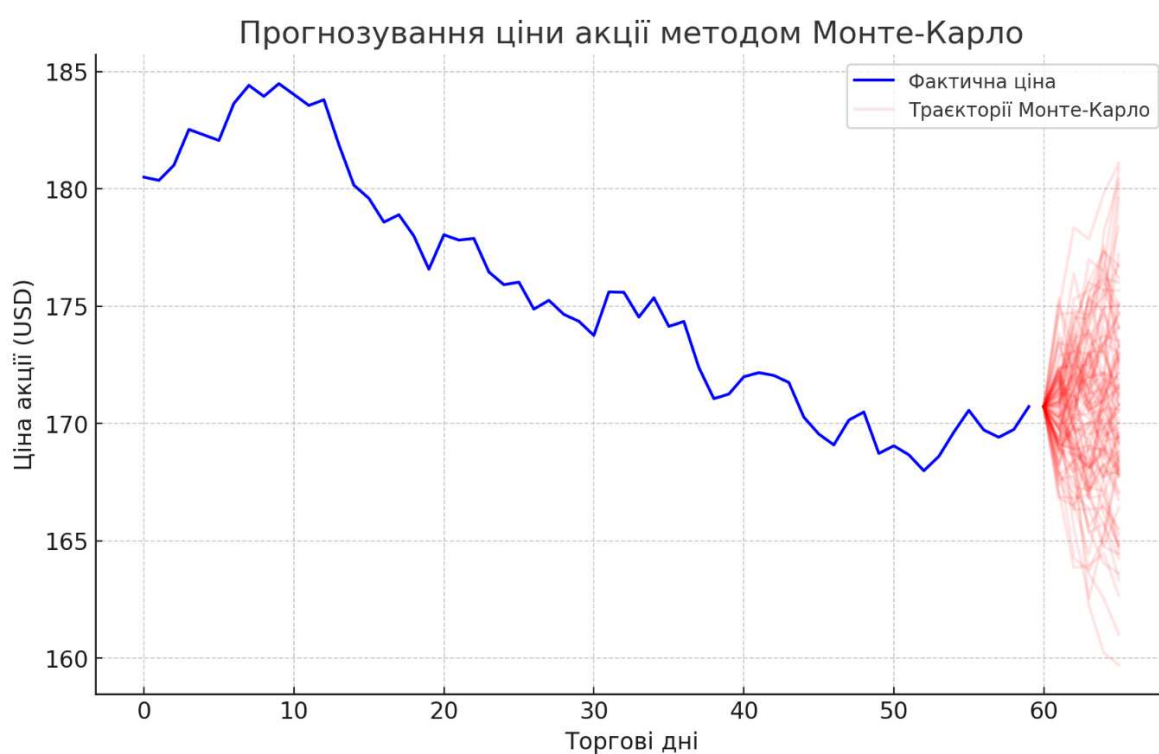


Рис. 1.3.2. Прогнозування ціни акцій методом Монте-Карло

Джерело: розрахунки автора

У прогнозі методом Монте-Карло спостерігався значно ширший розкид результатів, як показано на рисунку 1.3.2., на горизонті в 6 днів симульовані траєкторії демонстрували можливий діапазон змін ціни в межах приблизно від -5 до +6 USD від базового рівня. Це відповідає потенційній волатильності близько 3–4%, що дозволяє моделі відобразити вплив випадкових коливань ціни, характерних для фінансових ринків. Таким чином, Монте-Карло краще

підходить для довгострокових прогнозів або для завдань, де потрібно оцінити ризики й імовірнісні межі змін.

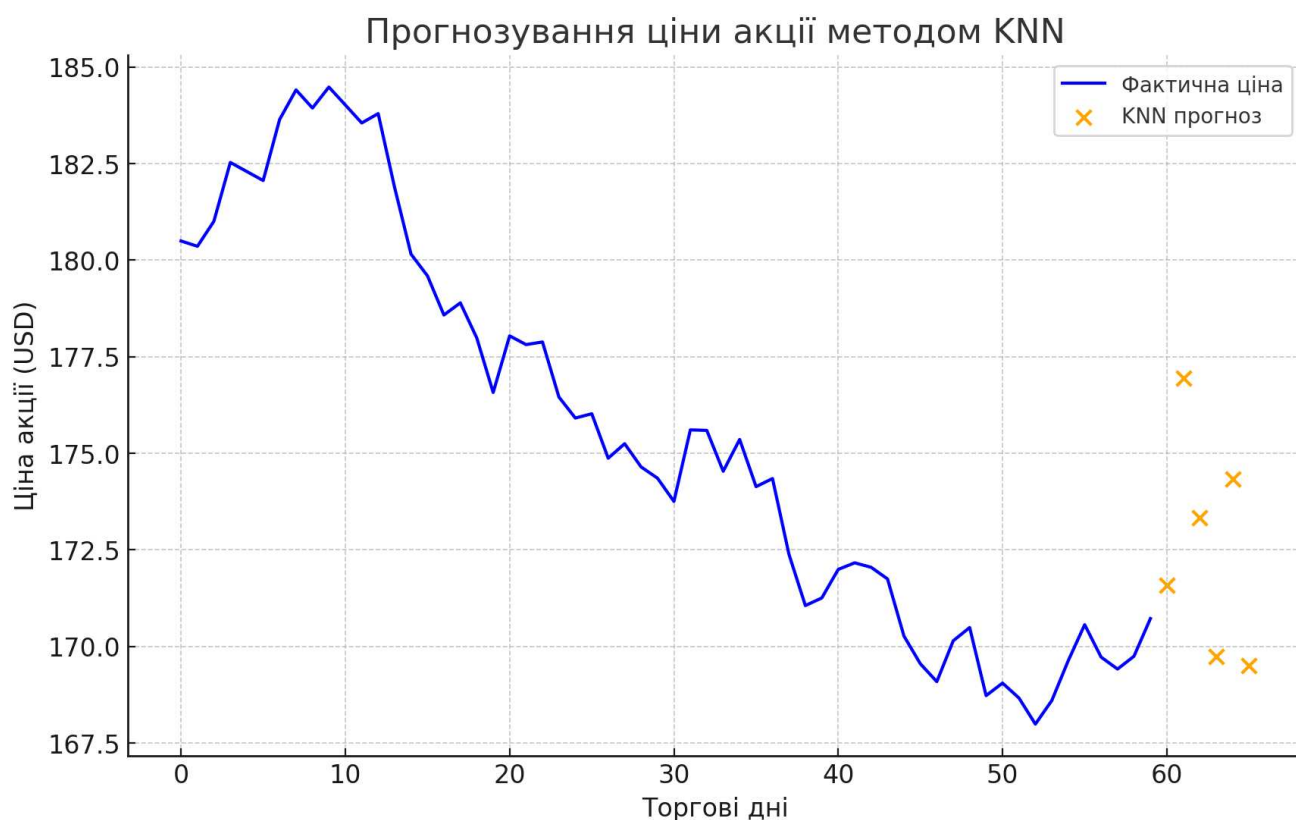


Рис. 1.3.3. Прогнозування ціни акцій методом Монте-Карло

Джерело: розрахунки автора

Метод KNN у моделюванні продемонстрував вищий рівень розкиду прогнозних значень, що видно з рисунку 1.3.3. Прогнозні ціни коливалися в межах приблизно  $\pm 3$  USD навколо останнього значення ціни. Це свідчить про чутливість алгоритму до вибору схожих історичних шаблонів і можливу нестабільність прогнозів за умов недостатності або надмірної варіативності даних. У реальних умовах KNN вимагає ретельного налаштування, вибору кількості сусідів і метрики схожості, а також значних обсягів якісних даних для забезпечення конкурентної точності [5].

Загальні результати порівняння методів свідчать, що не існує єдиного оптимального методу для всіх задач прогнозування. Практика показує, що стохастичні симуляції Монте-Карло є найбільш доцільними для аналізу

динаміки цін українських аграрних компаній у умовах високої невизначеності. Адже метод KNN напряду залежить від якості історичних даних, для правильної роботи потрібно мати менш варіативні дані, ніж дані, що характерні акціям компаній в подальшому дослідженні, через комплексну геополітичну ситуацію. Метод ARIMA в свою чергу показав, що є більш ефективним для короткострокового аналізу, що не є релевантним для цілей дослідження цієї роботи.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

У першому розділі дипломної роботи було досліджено основні теоретико-методологічні підходи до аналізу та прогнозування цін акцій. Зокрема, охарактеризовано фундаментальний і технічний аналіз як традиційні методи оцінки інвестиційної привабливості компаній. Фундаментальний аналіз дозволяє виявити недооцінені або переоцінені активи на основі фінансової звітності, галузевих тенденцій і макроекономічного контексту, тоді як технічний аналіз орієнтується на графічні патерни, індикатори та ринкову поведінку для виявлення можливих точок входу і виходу з позицій. Обидва підходи мають свої переваги й обмеження, і їх поєднання часто застосовується у сучасній практиці прийняття інвестиційних рішень.

Крім того, було розглянуто сучасні математичні та комп'ютеризовані методи моделювання динаміки цін акцій, серед яких – моделі часових рядів (AR, ARIMA, VAR), алгоритми машинного навчання, зокрема метод K-Nearest Neighbors (KNN). Особливу увагу приділено тому, що ці моделі дозволяють кількісно описувати складні взаємозв'язки між ринковими змінними, враховувати історичні тренди, а також генерувати прогнози з урахуванням ризику та невизначеності. В результаті аналізу було визначено, що інтеграція традиційних аналітичних підходів з інструментами математичного моделювання забезпечує комплексне бачення ринку і створює підґрунтя для більш точного прогнозування динаміки фінансових інструментів. Таким чином, перший розділ

заклав теоретичну основу для подальшого практичного застосування методу Монте-Карло в аналізі цін акцій українських агрохолдингів, що котируються на міжнародних фондових біржах.

## РОЗДІЛ 2. МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО ТА ЙОГО ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ

### 2.1. Теоретичні засади методу Монте Карло

Метод Монте-Карло – це клас стохастичних чисельних методів, який базується на використанні випадкових чисел для апроксимації математичних обчислень. Метод ґрунтується на статистичному аналізі результатів чисельних експериментів. Він полягає у генерації великої кількості випадкових чисел (або випадкових подій) для апроксимації певного математичного значення, наприклад, інтегралу або розподілу ймовірностей [5].

Якщо під час складання прогнозу чи оцінки виникає значна невизначеність, деякі методи замінюють невизначену змінну одним середнім числом. Моделювання Монте-Карло натомість використовує кілька значень, а потім усереднює результати.

Результативність методу Монте-Карло ґрунтується на законі великих чисел, який стверджує, що середнє значення великої кількості незалежних вимірювань поступово наближається до свого математичного очікування. Із зростанням кількості таких вимірювань підвищується точність наближення до справжнього значення [6].

Приблизимо деяку величину  $I$  — наприклад, очікувану ціну акції або вартість опціону:

$$\hat{I}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f(X_i),$$

де  $X_i$  — випадковий сценарій, а  $f(X_i)$  — відповідна величина (в контексті цієї роботи – очікувана ціна акції).

Для випадкових величин  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , що є незалежними й однаково розподіленими, закон великих чисел гарантує:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f(X_i) \rightarrow \infty E[f(X)],$$

Де  $f(X_i)$  – результат функції від випадкового сценарію  $X_i$ ,  $E[f(X)]$  – математичне сподівання цієї величини [6].

Таким чином, згідно із ЗВЧ, чим більша кількість ітерацій, тим точнішою буде оцінка.

Моделювання за методом Монте-Карло має широкий спектр застосувань у сферах, які страждають від випадкових змінних, зокрема в бізнесі та інвестиціях. Вони використовуються для оцінки ймовірності перевищення витрат у великих проектах і ймовірності того, що ціна активу змінюватиметься певним чином [7].

Метод Монте-Карло є стохастичним підходом до моделювання процесів, які містять випадкові величини. У фінансовому контексті цей метод широко застосовується для моделювання динаміки цін на акції з метою оцінки ризиків, прогнозування вартості активів та побудови сценаріїв майбутнього розвитку.

Одною з моделей, що використовуються для опису динаміки ціни акції в методі Монте-Карло, — це геометричний броунівський рух (GBM) [8]. Його стохастичне диференціальне рівняння має вигляд:

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t$$

Де  $S_t$  — ціна активу в момент часу  $t$ ,  $\mu$  — середній темп зростання (дрейф), а  $\sigma$  — волатильність активу.  $dW_t$  — це приріст вінеровського процесу, який відображає випадкові коливання.

Аналітичне розв'язання цього рівняння дозволяє змоделювати ціну активу на основі заданих параметрів у будь-який момент часу:

$$S_t = S_0 \cdot \exp\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma W_t\right)$$

Де  $S_0$  — початкова ціна активу, а  $W_t$  — стандартний броунівський процес. Формула показує, що ціна активу змінюється експоненційно під впливом як систематичного дрейфу, так і випадкової складової [8].

Для геометричного броунівського руху можна аналітично вивести математичне сподівання та дисперсію:

$$E(S_t) = S_0 \cdot \exp(\mu t)$$

$$\text{Var}(S_t) = S_0^2 \cdot \exp(2\mu t) \cdot (\exp(\sigma^2 t) - 1)$$

Ці формули дозволяють оцінити середнє значення ціни активу та рівень її розкиду у часі. Зростання очікуваної вартості з часом відображає ефект накопиченого прибутку, а дисперсія демонструє ринкову невизначеність.

Для практичного застосування моделі в симуляціях Монте-Карло використовують дискретизовану версію рівняння GBM:

$$S_{t+1}^{(j)} = S_t^{(j)} \cdot \exp\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t} \cdot Z\right), \quad Z \sim \mathcal{N}(0,1)$$

Ця формула використовується для поетапного побудови симульованих траєкторій зміни ціни акції. Параметр  $Z$  є випадковою величиною з нормального розподілу, що додає стохастичний компонент до кожного кроку[8].

## 2.2. Аналіз особливостей методу Монте-Карло

Також відомий як метод Монте-Карло або моделювання множинної ймовірності, моделювання Монте-Карло – це математичний метод, який використовується для оцінки можливих результатів невизначеної події.

Метод Монте-Карло був винайдений Джоном фон Нейманом і Станіславом Уламом під час Другої світової війни для покращення прийняття рішень у невизначених умовах. Він був названий на честь відомого міста-казино під назвою Монте-Карло, оскільки елемент випадковості є основою підходу до моделювання, подібного до гри в рулетку [9]. З моменту свого впровадження метод Монте-Карло використовується для оцінки впливу ризику в багатьох сценаріях реального життя, наприклад, у штучному інтелекті, курсах акцій, прогнозуванні продажів, управлінні проектами та ціноутворенні. Також цей метод має низку переваг порівняно з прогнозними моделями з фіксованими вхідними даними, наприклад можливість проводити аналіз чутливості або обчислювати кореляцію вхідних даних. Аналіз чутливості дозволяє особам, які приймають рішення, побачити вплив окремих вхідних даних на певний

результат, а кореляція дозволяє їм зрозуміти взаємозв'язки між будь-якими вхідними змінними.

Метод Монте-Карло визнає проблему для будь-якої техніки моделювання: ймовірність різних результатів не може бути чітко визначена через втручання випадкової змінної. Таким чином, моделювання за методом Монте-Карло зосереджено на постійно повторюваних випадкових вибірках.

Моделювання методом Монте-Карло бере змінну, яка має невизначеність, і присвоює їй випадкове значення. Потім модель запускається, і надається результат. Цей процес повторюється знову і знову, присвоюючи багато різних значень відповідній змінній. Після завершення моделювання результати усереднюються для отримання оцінки.

Моделювання Монте-Карло було створено, щоб подолати очевидний недолік інших методів оцінки ймовірного результату. Жодне моделювання не може визначити неминучий результат. Метод Монте-Карло спрямований на точнішу оцінку ймовірності того, що результат буде відрізнятись від прогнозу.

Метод Монте-Карло відрізняється від традиційних підходів тим, що він не починає розрахунки із середнього значення, а симулює велику кількість випадкових змінних, значення яких згодом усереднюються для отримання оцінок. Основою прогнозу в цьому методі є історичні дані про динаміку цін активів, однак на відміну від класичних моделей він порушує історичні шаблони, вводячи випадкові змінні, представлені у вигляді чисел, що дозволяє імітувати ймовірність відхилення від типового сценарію у реальних ринкових умовах. Підсумковий результат формується як усереднена оцінка на основі значної кількості випадкових сценаріїв, що дає змогу оцінити ризики порушення історичних закономірностей [10].

Завдяки своїй універсальності метод Монте-Карло знайшов широке застосування у фінансах, інженерії, фізиці та інформатиці. Його сутність полягає в моделюванні процесів із використанням випадкових чисел, що дозволяє досліджувати системи з високим рівнем невизначеності й будувати великий набір можливих сценаріїв розвитку подій. У фінансовому моделюванні цей

підхід особливо цінний у ситуаціях, де майбутні доходи та ціни є непередбачуваними. Гнучкість методу дає можливість застосовувати його як для простих завдань, так і для моделювання складних багатофакторних систем, де процеси описуються випадковими змінними з численними взаємозв'язками. Це забезпечує створення більш реалістичних моделей, які враховують взаємодію між різними компонентами фінансової системи [10].

Серед важливих особливостей методу варто відзначити його здатність до оцінки складних інтегралів та ймовірностей у тих випадках, коли аналітичні методи є неефективними або взагалі непридатними. Ця властивість робить його незамінним інструментом у фінансових розрахунках, наприклад для оцінювання опціонів або аналізу ризиків. Метод Монте-Карло добре підходить для моделювання систем з великою кількістю змінних, оскільки дозволяє відтворювати складні залежності між ними. Це забезпечує побудову моделей, які краще відображають реальну ринкову динаміку. Ще однією важливою перевагою є можливість проведення аналізу чутливості з метою виявлення змінних, що мають найбільший вплив на результати моделювання, що в свою чергу є корисним для оцінки ризиків і очікуваної доходності інвестиційного портфеля [11].

У фінансовій сфері метод широко використовується для розрахунку вартості під ризиком (Value at Risk), що дозволяє кількісно оцінити ймовірні втрати інвестиційного портфеля за заданого рівня довіри та сприяє більш ефективному управлінню ризиками. Крім того, метод Монте-Карло застосовується для оцінки ефективності різних варіантів структури портфеля активів з урахуванням випадкових коливань ринку, що дає змогу формувати більш оптимальні стратегії з точки зору поєднання очікуваної доходності та ризиків. Таким чином, метод Монте-Карло є важливим інструментом для фінансової аналітики та управління капіталом в умовах високої невизначеності [11].

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

У другому розділі було здійснено ґрунтовний аналіз теоретичних засад методу Монте-Карло та його застосування в моделюванні цін акцій. Визначено, що цей метод є потужним інструментом для імітаційного прогнозування фінансових показників за умов невизначеності та високої волатильності ринку. Особливу увагу приділено математичній моделі геометричного броунівського руху, яка є базовою для побудови сценаріїв майбутньої динаміки ціни активів. Наведено стохастичне диференціальне рівняння, його аналітичне розв'язання та дискретизована версія, що дозволяє реалізувати симуляцію у цифровому середовищі. Також проаналізовано статистичні характеристики, зокрема математичне сподівання та дисперсію, які забезпечують розуміння ймовірного діапазону цінових змін. Показано, що використання методу Монте-Карло забезпечує можливість глибшої оцінки ризиків, потенційної дохідності та прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень у сфері управління активами. Таким чином, цей підхід є доцільним та ефективним у завданнях прогнозування цін акцій аграрних компаній, що котируються на європейських фондових біржах.

### РОЗДІЛ 3. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІН АКЦІЙ УКРАЇНСЬКИХ АГРОХОЛДИНГІВ НА ІНОЗЕМНИХ БІРЖАХ

#### 3.1. Огляд українських агрохолдингів, представлених на іноземних біржах

У рамках практичного дослідження було відібрано низку українських агропромислових компаній, акції яких представлені на Варшавській фондовій біржі (WSE) або Лондонській фондовій біржі (LSE). Основним критерієм добору стала доступність історичних біржових котирувань за останні п'ять років, що дозволяє здійснити повноцінне моделювання методом Монте-Карло. До аналізу було включено такі компанії: Kernel Holding S.A. (KER.WA), Astarta Holding PLC (AST.WA), Industrial Milk Company S.A. (IMC.WA), MLK Foods PCL (MLK.WA), Ovostar Union PCL (OVO.WA), Agroton Public Limited (AGT.WA), Agroliga Group PLC (AGLP.WA), KSG Agro S.A. (KSG.WA), Myronivsky Khiboproduct SE (MHPC.L), Ukrproduct Group Limited (UKR.L). Компанія Agrogeneration S.A., яка торгується на Euronext Paris під тикером ALAGR.PA, була виключена з аналізу через відсутність лістингу на варшавській або лондонській біржах, а також обмежену доступність котирувань у відкритих API. В практичній частині роботи було проведено аналіз на базі даних за 2020-2025 роки, короткий опис загальної ситуації акцій українських агрохолдингів на Варшавській та Лондонській біржах у цей період наведено нижче.

У період з 2020 по 2025 роки українські аграрні холдинги, представлені на Варшавській (WSE) та Лондонській (LSE) фондових біржах, зазнали значних коливань у своїй фінансовій діяльності та ринковій капіталізації. Ці зміни були зумовлені як глобальними економічними тенденціями, так і внутрішніми геополітичними подіями, зокрема пандемія COVID-19 у 2020-2021 роках та початок повномасштабної війни в Україні в 2022 році.

У 2020 році пандемія COVID-19 спричинила глобальну економічну нестабільність також вплинувши на українські агрохолдинги. Це призвело до зниження інвестиційної активності та падіння котирувань акцій на світових

біржах. Зокрема, акції компанії Kernel на Варшавській фондовій біржі зазнали зниження, відображаючи загальну тенденцію на ринку. Компанія повідомила про виручку в розмірі \$3,99 млрд та чистий прибуток \$118 млн за фінансовий рік, що закінчився 30 червня 2020 року [12]. Компанія Astarta, попри складні умови, зберегла стабільність, демонструючи виручку на рівні €510 млн та чистий прибуток €65 млн [13]. Kernel, найбільший виробник соняшникової олії в Україні, також відчув вплив пандемії, що відобразилося на його фінансових показниках.

2021 рік характеризувався поступовим відновленням економіки після пандемії. Це сприяло зростанню індексу WIG-Ukraine на Варшавській фондовій біржі. Акції Astarta демонстрували позитивну динаміку, що було зумовлено зростанням попиту на сільськогосподарську продукцію [14]. Kernel повідомив про покращення фінансових результатів, зокрема, збільшення EBITDA у порівнянні з попереднім роком [15]. МНР, зі свого боку, продовжував розширювати експортні ринки, що позитивно вплинуло на його котирування на Лондонській біржі [16].

2022 рік став переломним через повномасштабне вторгнення Росії в Україну. Це спричинило різке падіння індексу WIG-Ukraine з 574,37 до 361,98 пунктів у лютому, а в травні він опустився нижче 200 пунктів. Акції компаній, таких як Astarta та ІМС, зазнали значного зниження через бойові дії в регіонах їхньої діяльності [17]. Kernel оголосив про плани делістингу з Варшавської біржі, що викликало обурення серед міноритарних акціонерів [18]. На Лондонській біржі акції МНР також знизилися, відображаючи загальну нестабільність ринку [19].

2023 рік відзначився адаптацією агрохолдингів до нових умов. Попри триваючі бойові дії, компанії, такі як Astarta, отримали фінансування від ЄБРР у розмірі \$30 млн для підтримки сталого розвитку [20]. Kernel продовжив реалізацію програми Open Agribusiness, спрямованої на підтримку малих та середніх фермерів [21]. МНР зосередився на розвитку експортних ринків, зокрема в країнах Близького Сходу та Африки, що дозволило частково

компенсувати втрати на європейських ринках. Загалом, акції аграрних компаній почали демонструвати поступове відновлення на біржах.

2024 рік характеризувався збереженням високих ризиків, пов'язаних з війною, що продовжувало впливати на інвестиційну привабливість українських компаній. МНР залучив інвестиції від Саудівської аграрної та тваринницької інвестиційної компанії (SALIC), яка придбала 12,6% акцій компанії, що свідчить про довіру міжнародних інвесторів [22]. Kernel завершив процес делістингу з Варшавської біржі, зосередившись на приватному управлінні [23]. Astarta продовжила впровадження цифрових рішень у сільському господарстві через платформу AgriChain, що сприяло підвищенню ефективності виробництва [24]. Індекс WIG-Ukraine залишався нестабільним, реагуючи на новини з фронту та міжнародні переговори.

Початок 2025 року приніс оптимізм щодо можливого мирного врегулювання, що сприяло зростанню індексу WIG-Ukraine на Варшавській фондовій біржі. У лютому індекс перевищив довоєнний рівень, досягнувши 592,69 пунктів. Акції компаній Milkiland, Agroton, ІМС та KSG Agro зросли відповідно на 13,86%, 9,14%, 7,30% та 4,22% [25]. Kernel, попри відсутність у складі індексу через низький free-float, продемонстрував зростання капіталізації до понад \$2,1 млрд [26]. На Лондонській біржі акції МНР зросли на 0,93%, відображаючи позитивні очікування інвесторів. Загалом, ринок акцій українських агрохолдингів демонстрував позитивну динаміку на тлі новин про можливе припинення війни. Цей період був надзвичайно складним для українських аграрних компаній, проте вони продемонстрували здатність адаптуватися до нових умов, залучати інвестиції та впроваджувати інноваційні рішення, що сприяло поступовому відновленню їхніх позицій на міжнародних фондових біржах.

Також варто проаналізувати особливості діяльності усіх обраних для аналізу компаній.

Kernel Holding S.A. — один із найбільших аграрних холдингів України, що спеціалізується на виробництві та експорті соняшникової олії, зернових та іншої

сільськогосподарської продукції. Акції компанії котуються на WSE під тикером KER.WA.

Astarta Holding PLC — вертикально інтегрована агропромислова компанія, основними напрямками якої є вирощування цукрового буряка, виробництво цукру та молочна продукція. Акції доступні на WSE (AST.WA).

Industrial Milk Company S.A. (IMC) — великий виробник зернових та олійних культур, що також здійснює зберігання та логістику агропродукції. Тикер IMC.WA.

MLK Foods (Milkiland) — виробник молочних продуктів з активами в Україні та Польщі. Компанія представлена на Варшавській фондовій біржі під тикером MLK.WA. Основною продукцією Milkiland є сир, масло та сухе молоко, орієнтовані як на внутрішній ринок, так і на експорт. За останні роки компанія зазнала фінансових труднощів, що позначилося на волатильності її акцій.

Ovostar Union PCL — один з провідних виробників яєць та яєчної продукції в Україні. Компанія має повний цикл виробництва — від утримання курей до упаковки готової продукції. Її акції котуються на WSE під тикером OVO.WA. Попри війну та кризу логістики, компанія зберігає стабільну операційну діяльність, а її акції мають відносно низький рівень волатильності.

Agroton Public Limited — аграрна компанія, що здійснює діяльність на сході України та спеціалізується на вирощуванні зернових культур. Вона також володіє елеваторами та обладнанням для зберігання зерна. Акції Agroton торгуються на WSE під тикером AGT.WA. Через географічне розташування активів компанії, її фінансова стабільність залишається під ризиком, що також відображається у значній нестабільності цін на акції.

Agroliga Group PLC — невелика українська компанія, що спеціалізується на рослинництві, переважно вирощуванні соняшнику та виробництві соняшникової олії. Її акції представлені на Варшавській біржі під тикером AGLP.WA. Компанія має обмежену капіталізацію, що впливає на її ліквідність на фондовому ринку GPW.

KSG Agro S.A. — агрохолдинг, що поєднує рослинництво і тваринництво, зокрема свинарство. Компанія має земельний банк переважно в південно-східних регіонах України. Акції компанії котуються на WSE під тикером KSG.WA. У 2022–2023 роках спостерігалася підвищена нестабільність динаміки акцій через вплив воєнних дій на виробничу інфраструктуру.

Myronivsky Khliboprodukt SE (MHP) — найбільший виробник курятини в Україні, що також здійснює експорт продукції до ЄС та Близького Сходу. MHP має GDR, які торгуються на Лондонській фондовій біржі під тикером MHPCL. Незважаючи на складну економічну ситуацію, компанія демонструє високий рівень операційної ефективності та стабільний грошовий потік, що підтримує привабливість її акцій серед інституційних інвесторів.

Ukrproduct Group Limited — українська компанія з виробництва молочних продуктів, орієнтована на внутрішній ринок. Її акції торгуються на Лондонській біржі під тикером UKR.L. Компанія пережила значний спад обсягів продажів у 2022 році, однак зберігає виробничу спроможність. Водночас акції мають низьку ліквідність і спостерігається обмежена торгова активність.

Таким чином, вибрані компанії охоплюють ключові сегменти українського агропромислового ринку — від зернового виробництва до тваринництва і молочної промисловості, що дозволяє забезпечити репрезентативність результатів подальшого моделювання. Усі акції мають публічні історичні котирування, доступні через API Yahoo Finance, що дозволило сформуванню єдиного масиву даних для подальшого застосування методу Монте-Карло.

У результаті попередньої обробки даних було також виявлено значні відмінності у волатильності акцій між компаніями. Наприклад, MLK Foods (Milkiland) та Agroton продемонстрували надзвичайно високу нестабільність та нерегулярну торговельну активність. Це підтверджується численними пропущеними значеннями у часових рядах і частими зупинками торгів на Варшавській біржі. За таких умов результати моделювання для цих компаній будуть мати нижчу прогностичну достовірність, що буде враховано під час інтерпретації результатів у наступних підрозділах. Додаткову складність

становить також низька ліквідність акцій таких емітентів, як Ukrproduct та KSG Agro, через що коливання їхніх цін часто спричинені не ринковими трендами, а поодинокими операціями інвесторів. Це важливо враховувати при побудові симуляційних моделей, оскільки математичні припущення (наприклад, нормальний розподіл дохідності) можуть бути порушені. Водночас акції Kernel, Astarta, Ovostar та Myronivsky Khlіboprodukt мають достатньо повні, регулярні ряди котирувань і помітну історичну волатильність. Саме ці компанії будуть використані як базові для побудови геометричної моделі броунівського руху в підрозділі 3.2.

На основі зібраних даних з платформи YahooFinance [28] сформовано єдиний датафрейм, що містить понад 1300 щоденних спостережень для кожної акції у вибірці. Це дозволяє застосувати стохастичні методи моделювання з адекватним статистичним обґрунтуванням параметрів розподілу. У подальшому, в роботі буде обчислено середню логарифмічну дохідність та стандартне відхилення для акцій кожної компанії, які виступатимуть входними параметрами для моделювання ймовірнісної динаміки майбутніх цін за допомогою методу Монте-Карло.

### 3.2. Збір даних та первинний аналіз

У межах даного дослідження було здійснено моделювання ймовірнісної динаміки цін акцій українських агропромислових компаній із застосуванням методу Монте-Карло. Цей підхід дозволяє врахувати стохастичну природу фінансових ринків і провести прогнозування можливих сценаріїв зміни вартості активів на заданому часовому горизонті. На відміну від класичних детермінованих моделей, метод Монте-Карло враховує випадкові коливання цін на основі історичних параметрів дохідності та волатильності, що особливо актуально у періоди підвищеної нестабільності та геополітичних ризиків.

Для побудови симуляційного прогнозу було обрано часовий інтервал з 1 січня 2020 року по 1 травня 2025 року, що включає в себе періоди кризових подій

— зокрема пандемії COVID-19 та повномасштабної війни в Україні, які суттєво вплинули на динаміку фондового ринку.

Модель реалізовано з використанням методу випадкових блукань (random walk), який ґрунтується на ідеї, що зміна ціни активу протягом одного періоду залежить від випадкового шоку, згенерованого з нормального розподілу із параметрами, що відповідають середньому значенню та стандартному відхиленню історичної дохідності [27]. Зокрема, у рамках симуляції було згенеровано 10 000 траєкторій можливого розвитку цінової динаміки протягом 30 торгових днів у майбутньому, починаючи з останнього зафіксованого котирування.

Такий підхід дає змогу оцінити не лише очікуване значення майбутньої ціни, але й імовірнісні границі коливань, а також проаналізувати рівень ризику за допомогою інструментів типу VaR (value at risk) та побудови довірчих інтервалів. У наступних підрозділах буде представлено результати симуляцій, візуалізацію отриманих траєкторій, а також інтерпретацію статистичних характеристик модельованої динаміки.

Першим етапом дослідила загальну картину по кожній компанії, а саме аналіз динаміки цін на акції в періоді 2020-2025 роки, волатильність акцій та обсяги торгів по ним.

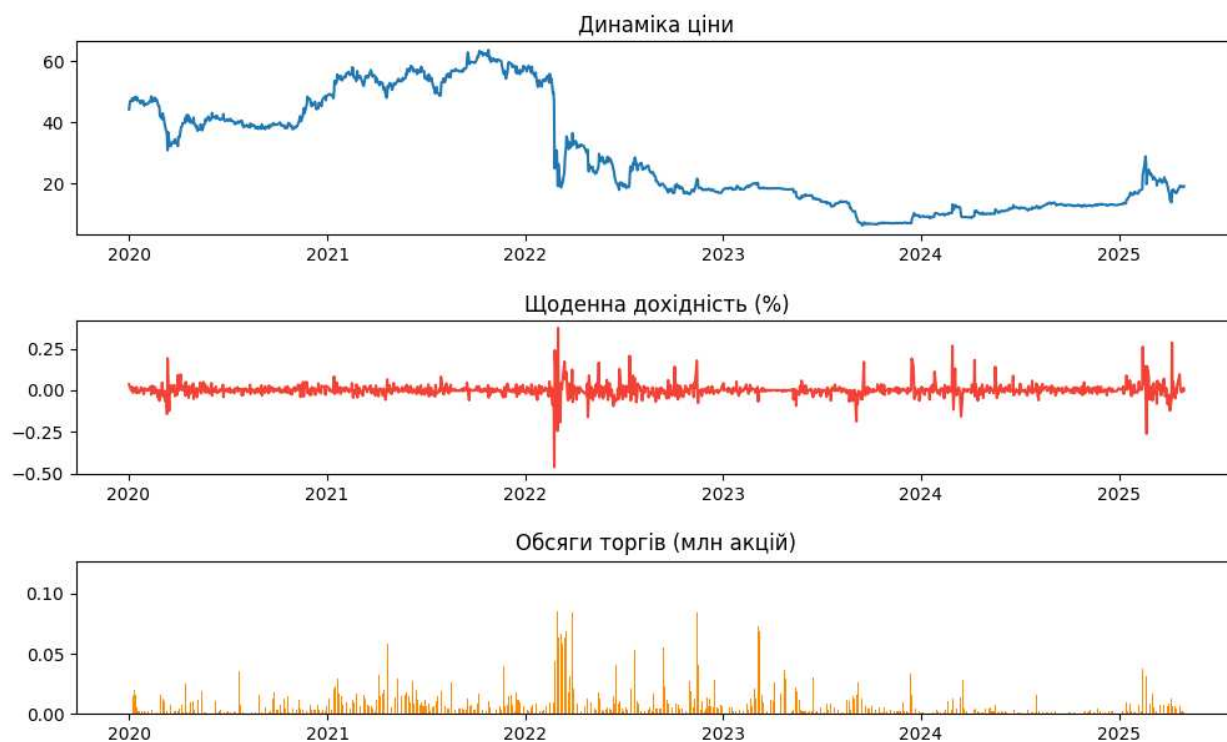


Рис. 3.2.1 Ринкові дані Kernel Holding S.A.

Джерело: розрахунки автора

На рис.3.2.1 зображено ринкові дані Kernel Holding S.A. за період з 2020 по 2025 рік. Динаміка ціни акцій демонструє чітко виражену фазу зростання до 2021 року, коли ціна сягала приблизно 65–70 доларів США за акцію. Починаючи з 2022 року, спостерігається стрімке падіння вартості акцій: ціна опускалася нижче 10 доларів у 2023 році та залишалася на низькому рівні також у 2024 році. У 2025 році фіксується часткове відновлення з короткотривалими підйомами до 20 доларів за акцію. Щоденна дохідність здебільшого коливалася в межах  $\pm 5\%$ , проте у 2022 році траплялися різкі стрибки та падіння: зростання перевищувало 25% за день, а зниження доходило до мінус 50%. У 2024–2025 роках коливання дохідності стали помірнішими. Обсяги торгів на ринку були найактивнішими у 2021–2022 роках, коли вони перевищували 0,08 мільйона акцій на день, тоді як у більшості випадків залишалися нижчими за 0,02 мільйона акцій.

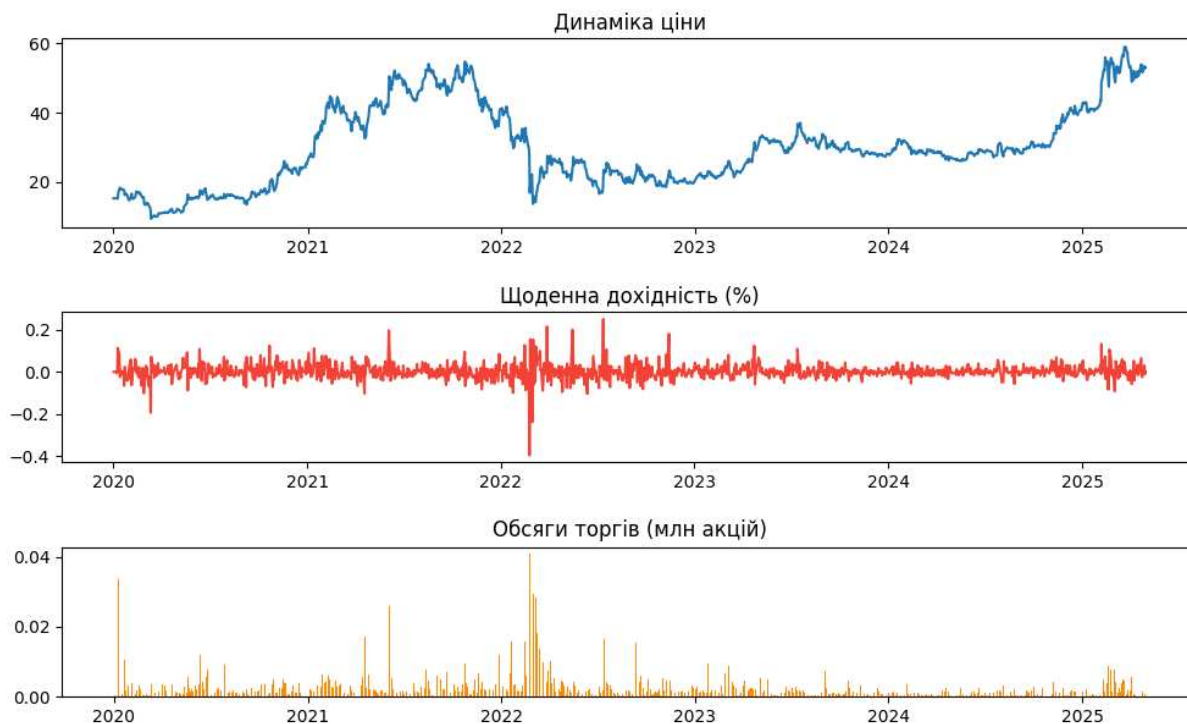


Рис. 3.2.2. Ринкові дані Astarta Holding PLC

Джерело: розрахунки автора

На рис. 3.2.2 показано ринкові дані Astarta Holding PLC за період з 2020 по 2025 рік. Динаміка ціни акцій демонструє стійкий висхідний тренд у 2020–2021 роках із досягненням пікових значень близько 60 доларів США за акцію. Починаючи з 2022 року спостерігається падіння ціни, яке, втім, не було таким різким, як у випадку деяких інших компаній. Ціна знизилася до рівня приблизно 20 доларів, після чого протягом 2023–2024 років утримувалась на відносно стабільному рівні з поступовим відновленням і зростанням у 2025 році до діапазону 50–55 доларів. Щоденна дохідність протягом більшості періоду залишалася в межах  $\pm 5\%$ , хоча у 2022 році фіксувалися окремі сплески: зростання доходило до 20%, а падіння сягало мінус 40%. У кінці 2024 – на початку 2025 років коливання дохідності стали більш стриманими. Обсяги торгів демонстрували помірну активність із поодинокими сплесками понад 0,03 мільйона акцій на день, найбільші з яких припадали на періоди підвищеної волатильності у 2021–2022 роках. Надалі обсяги торгів зберігалися на рівні близько 0,005 мільйона акцій із поодинокими періодами активізації.

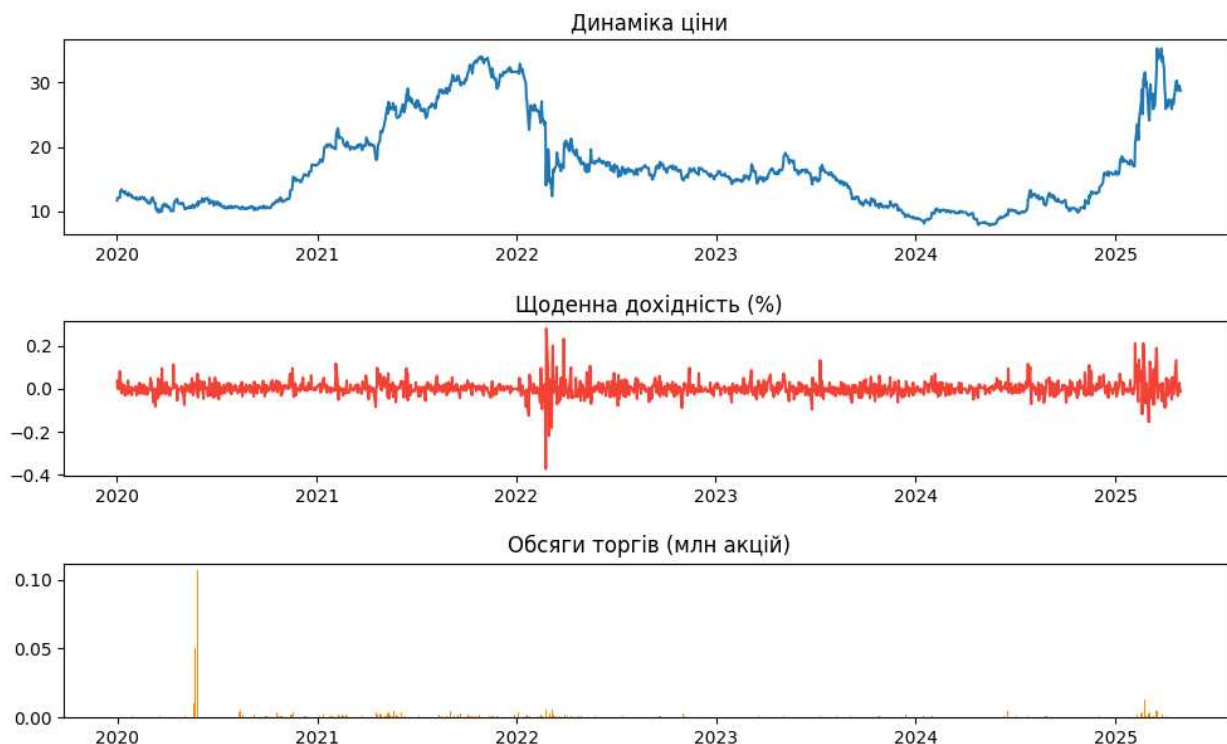


Рис. 3.2.3. Ринкові дані Industrial Milk Company S.A.

Джерело: розрахунки автора

На графіку відображено ринкові дані Industrial Milk Company S.A. за період з 2020 по 2025 рік. Динаміка ціни акцій показує поступове зростання вартості протягом 2020–2021 років із підйомом до приблизно 30 доларів США за акцію у 2022 році. Починаючи з середини 2022 року, ціна зазнала помітного зниження і тривалий час коливалася на рівні близько 10 доларів. У 2025 році спостерігається відновлення з підйомом ціни до рівня 30–35 доларів. Щоденна дохідність здебільшого залишалася в межах  $\pm 5\%$ , хоча в 2022 році фіксувалися різкі коливання — окремі стрибки перевищували 20%, а падіння доходили до мінус 40%. У 2024–2025 роках амплітуда коливань дохідності дещо зросла порівняно зі стабільнішими періодами. Обсяги торгів демонстрували низьку активність у більшості випадків із рідкісними піками, найбільш помітний з яких припадає на 2020 рік і перевищував 0,1 мільйона акцій за день. У подальші роки обсяги торгів залишалися незначними з поодинокими короточасними збільшеннями активності. Загалом дані свідчать про циклічність цінових змін і обмежену ліквідність на ринку акцій Industrial Milk Company S.A. у зазначений період.

Акції MLK Foods PCL (Milkiland N.V.) упродовж усього періоду характеризувалися високою волатильністю, з кількома хвилями різкого зростання і зниження. У 2022 році спостерігався піковий сплеск котирувань на тлі підвищеної уваги інвесторів до продовольчих компаній, після чого відбулося поступове зниження, що завершилось новим сплеском у 2025 році.

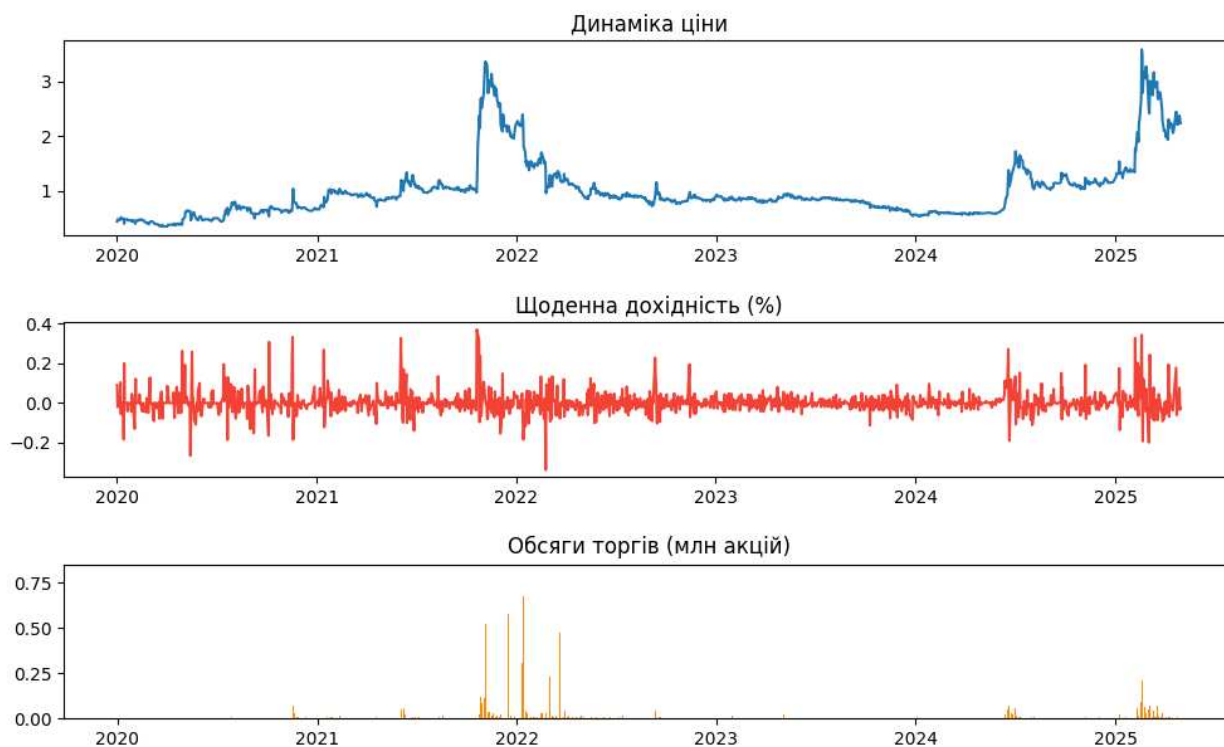


Рис. 3.2.4. Ринкові дані MLK Foods PCL (Milkiland N.V.)

Джерело: розрахунки автора

Щоденна дохідність демонструє багато різких коливань, що свідчить про спекулятивний характер торгів і чутливість до інформаційного фону. Водночас обсяги торгів носять епізодичний характер, з короткотривалими періодами підвищеної активності, які супроводжують цінові стрибки. Така ринкова поведінка характерна для малоліквідних компаній з обмеженою прозорістю, де ціна формується переважно на основі очікувань, а не фундаментальних показників.

На графіку зображено ринкові дані Ovostar Union PCL за період з 2020 по 2025 рік. Динаміка ціни акцій показує, що у 2020–2021 роках вартість акцій перебувала на високому рівні, наближаючись до 80–90 доларів США за акцію.

Загалом дані вказують на помірну волатильність ціни акцій Ovostar Union PCL та обмежену ліквідність на ринку цих акцій. Протягом 2022 року спостерігалось зниження ціни, яка впала до приблизно 40–50 доларів. З 2023 року ціна почала поступово відновлюватися та у 2024 році повернулася до рівня близько 70–80 доларів, після чого стабілізувалася. Щоденна дохідність у більшості випадків залишалася в межах  $\pm 5\%$ , хоча у період різких коливань, зокрема у 2022 році, можна було спостерігати окремі стрибки понад 15–20% і падіння до мінус 20%. У 2024 році амплітуда змін дохідності поступово знижувалася, що відображає більш стабільний період. Обсяги торгів протягом усього періоду були вкрай низькими, з окремими сплесками активності, які не перевищували 0,01 мільйона акцій на день.

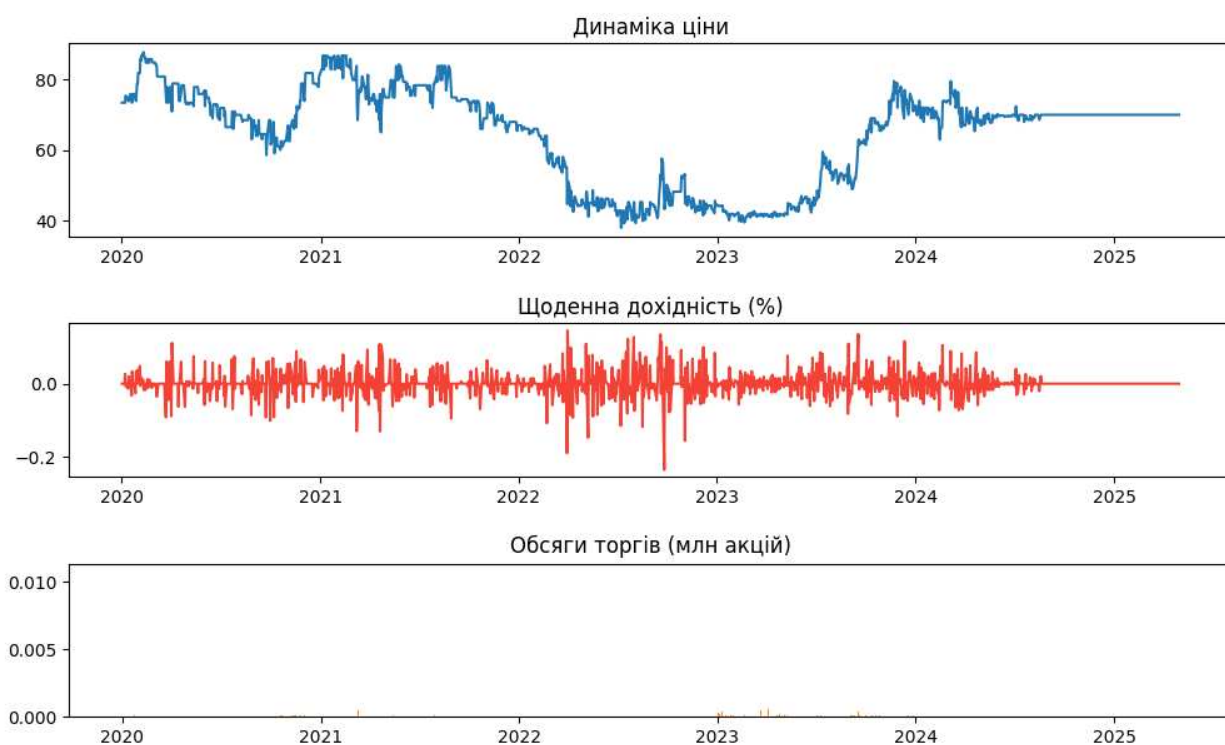


Рис. 3.2.5. Ринкові дані Ovostar Union PCL

Джерело: розрахунки автора

З рис. 3.2.5 видно, що обсяги торгів протягом усього періоду були незначними, що вказує на низьку ліквідність і обмежену участь інвесторів. Така динаміка підкреслює вразливість компанії до системних ризиків в агросекторі та регуляторному полі.

На рисунку 3.2.6 показано ринкові дані Agroton Public Limited за період з 2020 по 2025 рік. Дані свідчать про високу чутливість акцій Agroton Public Limited до ринкових подій та новинних факторів, а також про епізодичну ліквідність з періодами активізації інвесторів. Динаміка ціни акцій демонструє поступове зростання вартості у 2020–2021 роках, коли ціна піднімалася з рівня близько 3 доларів США до пікових значень приблизно 8–9 доларів на початку 2022 року. Після цього розпочалося зниження, і протягом 2022–2023 років ціна поступово опустилася до діапазону 3–4 долари. У 2025 році спостерігалось часткове відновлення, коли ціна піднімалася до 7–8 доларів, після чого знову зафіксувалася тенденція до зниження. Щоденна дохідність більшості торгових сесій залишалася в межах  $\pm 5\%$ , проте в окремі періоди, зокрема у 2022 та 2025 роках, спостерігалися різкі зміни: приріст міг сягати понад 20%, а падіння — до мінус 25%. Обсяги торгів характеризувалися помірною активністю з поодинокими сплесками понад 0,03–0,04 мільйона акцій на день, найбільші з яких припадали на періоди зростання волатильності у 2021–2022 та на початку 2025 року.

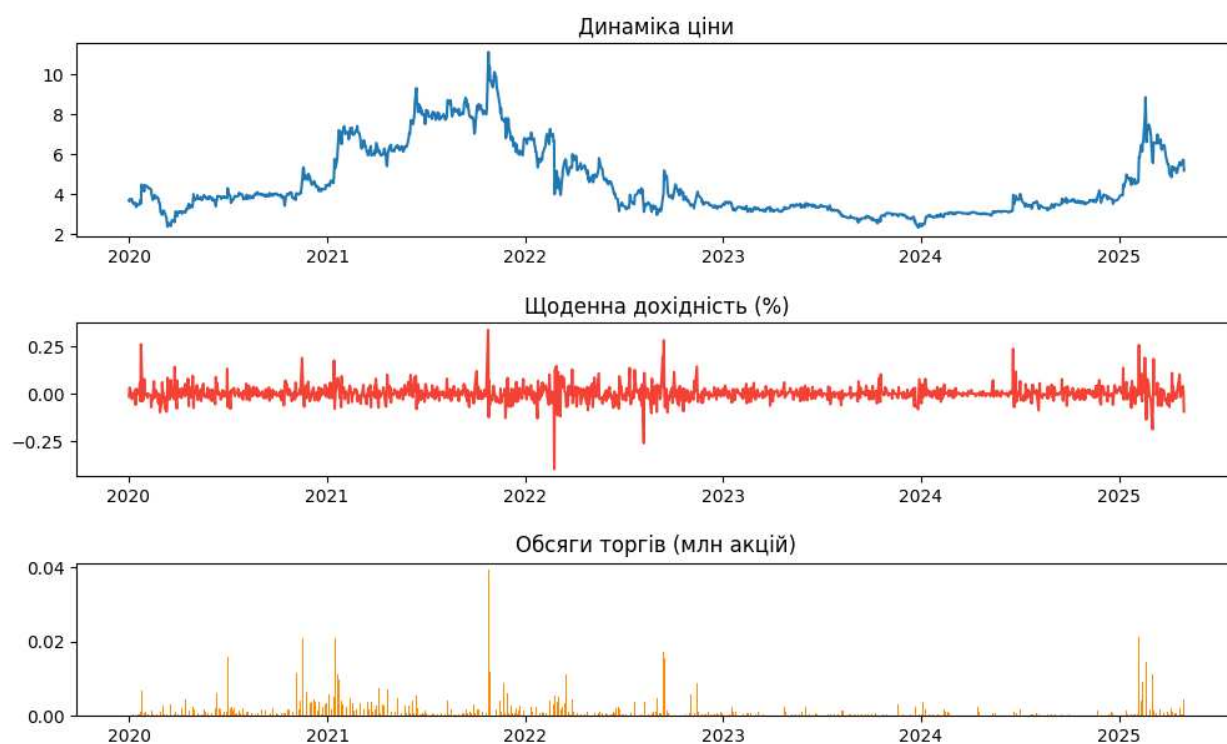


Рис. 3.2.6. Ринкові дані Agroton Public Limited

Джерело: розрахунки автора

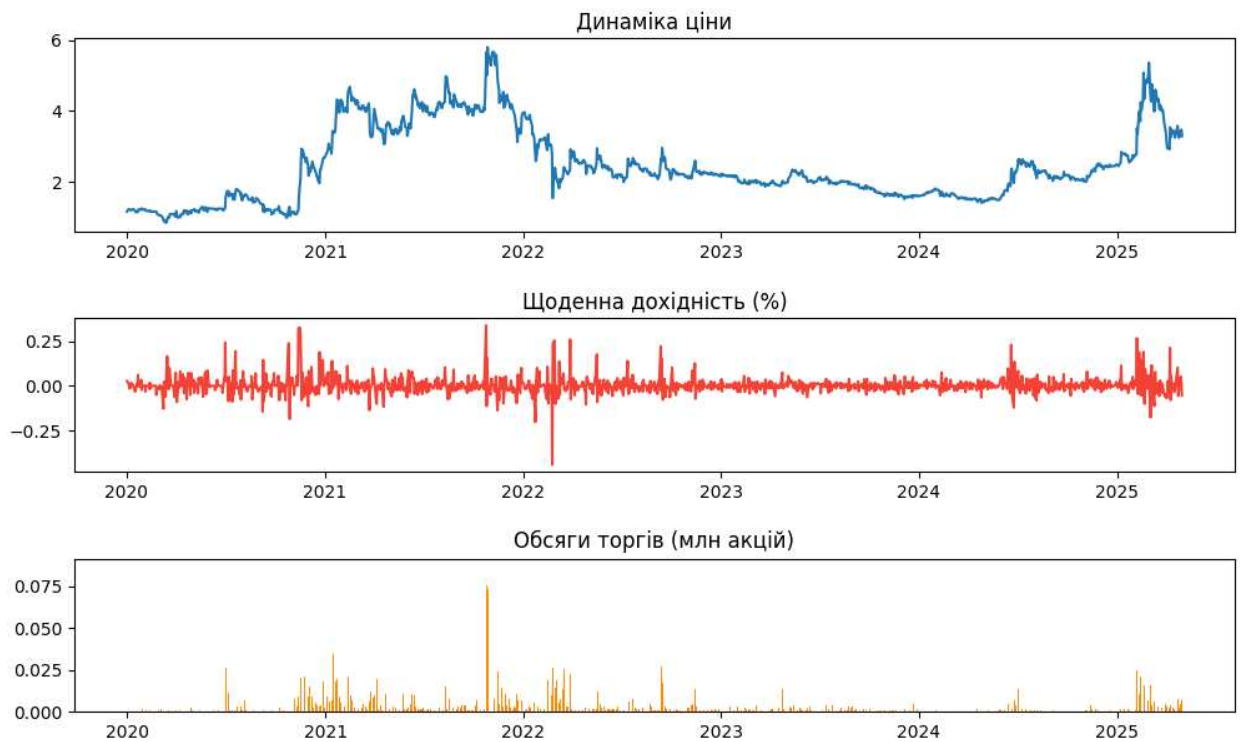


Рис. 3.2.7. Ринкові дані KSG Agro S.A.

Джерело: розрахунки автора

На рисунку 3.2.7 зображено ринкові дані KSG Agro S.A. за період з 2020 по 2025 рік. Динаміка ціни акцій демонструє стійке зростання з початкового рівня близько 1 долара США у 2020 році до пікових значень приблизно 5–6 доларів на початку 2022 року. Згодом ціна поступово знижувалася й протягом 2023 року утримувалася в діапазоні близько 2–3 доларів. У 2025 році спостерігалось часткове відновлення, коли ціна знову піднімалася до рівня близько 5 доларів, після чого зафіксувалася незначна корекція. Щоденна дохідність переважно перебувала в межах  $\pm 5\%$ , хоча в окремі дні, особливо у 2021–2022 та 2025 роках, фіксувалися різкі коливання з приростом понад 20% і падіннями до мінус 25%. Обсяги торгів мали нерівномірний характер із періодичними сплесками понад 0,05 мільйона акцій на день, які переважно припадали на періоди підвищеної волатильності й цінових змін. У більшість торгових днів активність залишалася на низькому рівні.

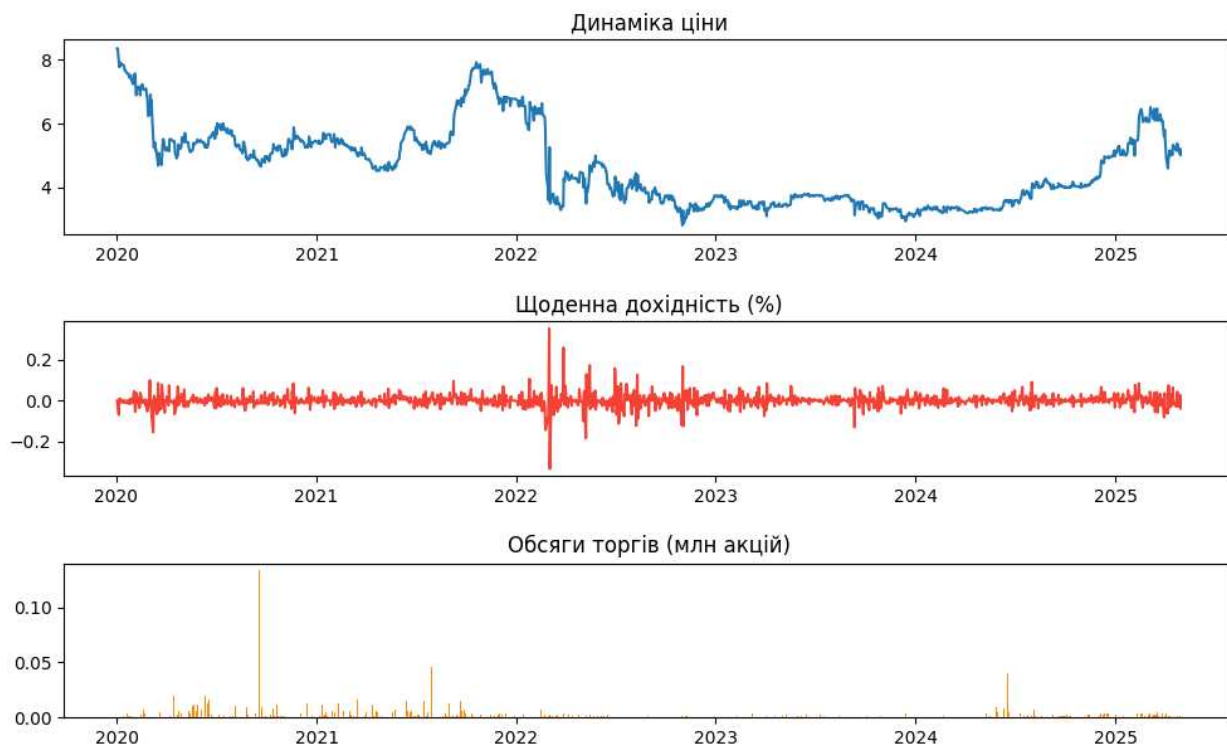


Рис. 3.2.8. Ринкові дані Myronivsky Khliboproduct SE

Джерело: розрахунки автора

На графіку відображено ринкові дані Myronivsky Hliboproduct SE за період з 2020 по 2025 рік. Динаміка ціни акцій показує поступове зростання протягом 2020–2021 років із початкового рівня близько 5 доларів США до пікових значень приблизно 9–10 доларів на початку 2022 року. Після цього ціна зазнала помітного зниження та протягом 2023 року коливалася в діапазоні 4–5 доларів. У 2025 році спостерігалось часткове відновлення, коли вартість піднімалася до 7–8 доларів, після чого знову фіксується незначне зниження. Щоденна дохідність здебільшого залишалася в межах  $\pm 5\%$ , однак у 2022 році відзначалися різкі стрибки та падіння, зокрема прирости понад 15% і зниження до мінус 20% за окремі дні. У наступні роки амплітуда коливань поступово зменшувалася. Обсяги торгів були порівняно низькими протягом усього періоду, з поодинокими сплесками понад 0,1 мільйона акцій на день, що припадали на періоди підвищеної ринкової активності у 2020, 2022 та на початку 2025 року.

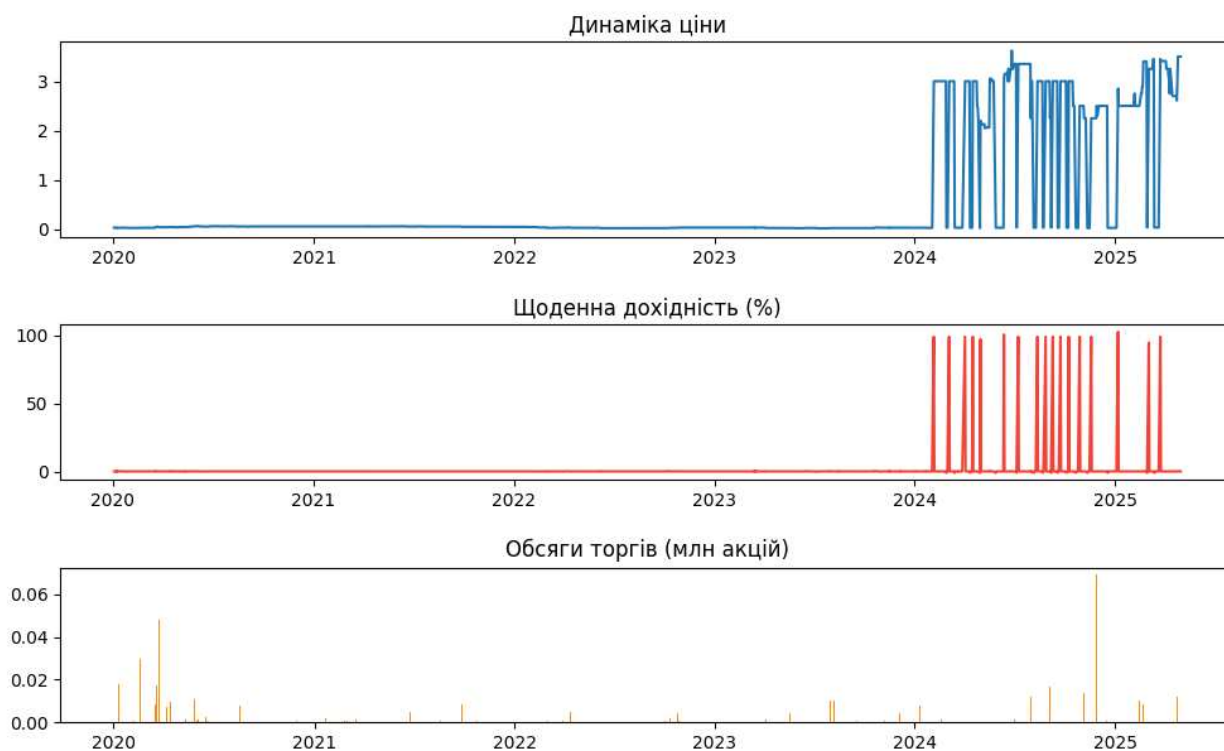


Рис. 3.2.9. Ринкові дані Ukrproduct Group Limited

Джерело: розрахунки автора

Акції Ukrproduct Group Limited характеризуються відсутністю цінової динаміки протягом більшої частини досліджуваного періоду, що може свідчити про технічну зупинку торгів або виведення паперів з активного обігу. Починаючи з 2024 року спостерігається раптове відновлення котирувань, однак з надзвичайно високою щоденною волатильністю, яка досягає аномальних значень, нехарактерних для ліквідного ринку. Такі коливання часто супроводжуються одиничними угодами, що викривляє реальну оцінку вартості й робить папери практично непридатними для інвестиційного аналізу. Обсяги торгів залишаються вкрай низькими, з епізодичними стрибками, ймовірно пов'язаними із внутрішніми угодами або маніпулятивною активністю. Такий ринковий стан вказує на високі ризики, структурну слабкість компанії та можливі проблеми з прозорістю звітності.

Загальний аналіз ринкової динаміки акцій дев'яти українських агропромислових компаній показав високий рівень чутливості галузі до зовнішніх шоків, передусім до геополітичних подій і запроваджених експортних

обмежень. Після початку повномасштабної війни у 2022 році акції більшості емітентів зазнали значного зниження вартості: наприклад, котирування Kernel Holding S.A. впали з пікових 65–70 доларів США до рівня нижче 10 доларів протягом кількох місяців, тоді як ціна акцій Industrial Milk Company S.A. знизилася з близько 30 доларів до майже 10 доларів. Лише окремі компанії, такі як Astarta Holding PLC та Myronivsky Hliboproduct SE, продемонстрували часткове відновлення: до кінця 2024 року ціни їх акцій піднялися відповідно до 50–55 та 7–8 доларів після падіння. Щоденна дохідність у кризові періоди характеризувалася підвищеною волатильністю: у окремих випадках зафіксовані стрибки понад +25% і падіння до –50%, зокрема у Kernel Holding S.A. та KSG Agro S.A. Середнє щоденне коливання дохідності в періоди пікової нестабільності перевищувало 5%, тоді як у відносно стабільні періоди цей показник не перевищував 1–2%. Ліквідність ринку залишалася низькою: середньоденні обсяги торгів рідко перевищували 0,02–0,05 мільйона акцій, а сплески активності (понад 0,1 мільйона акцій на день) були прив'язані переважно до важливих новинних подій. Обсяги торгів зосереджувалися у короткострокових інтервалах активізації спекулятивного капіталу, що свідчить про переважання короткострокових стратегій учасників ринку над довгостроковим інвестуванням. У цілому ситуація засвідчує високий рівень ринкових ризиків і нерівномірність реакції окремих компаній на кризові фактори. Це підкреслює доцільність застосування стохастичних методів моделювання для оцінки майбутньої динаміки цін і управління ризиками в умовах високої невизначеності.

### 3.3. Аналіз симульованої та реальної динаміки акцій аграрних емітентів

З метою оцінки ефективності застосування методу Монте-Карло для прогнозування цін акцій було здійснено візуальне порівняння фактичної динаміки котирувань із результатами симуляцій, проведених на основі історичних даних. На графіках нижче подано візуалізацію першої ітерації

симуляції Монте-Карло для подальшої побудови прогнозу, далі в роботі буде проведено 10000 аналогічних ітерацій. Отримані візуалізації стали підґрунтям для подальшого вдосконалення моделей з урахуванням макроекономічних, політичних і ринкових факторів, що впливають на динаміку українських акцій на іноземних біржах.

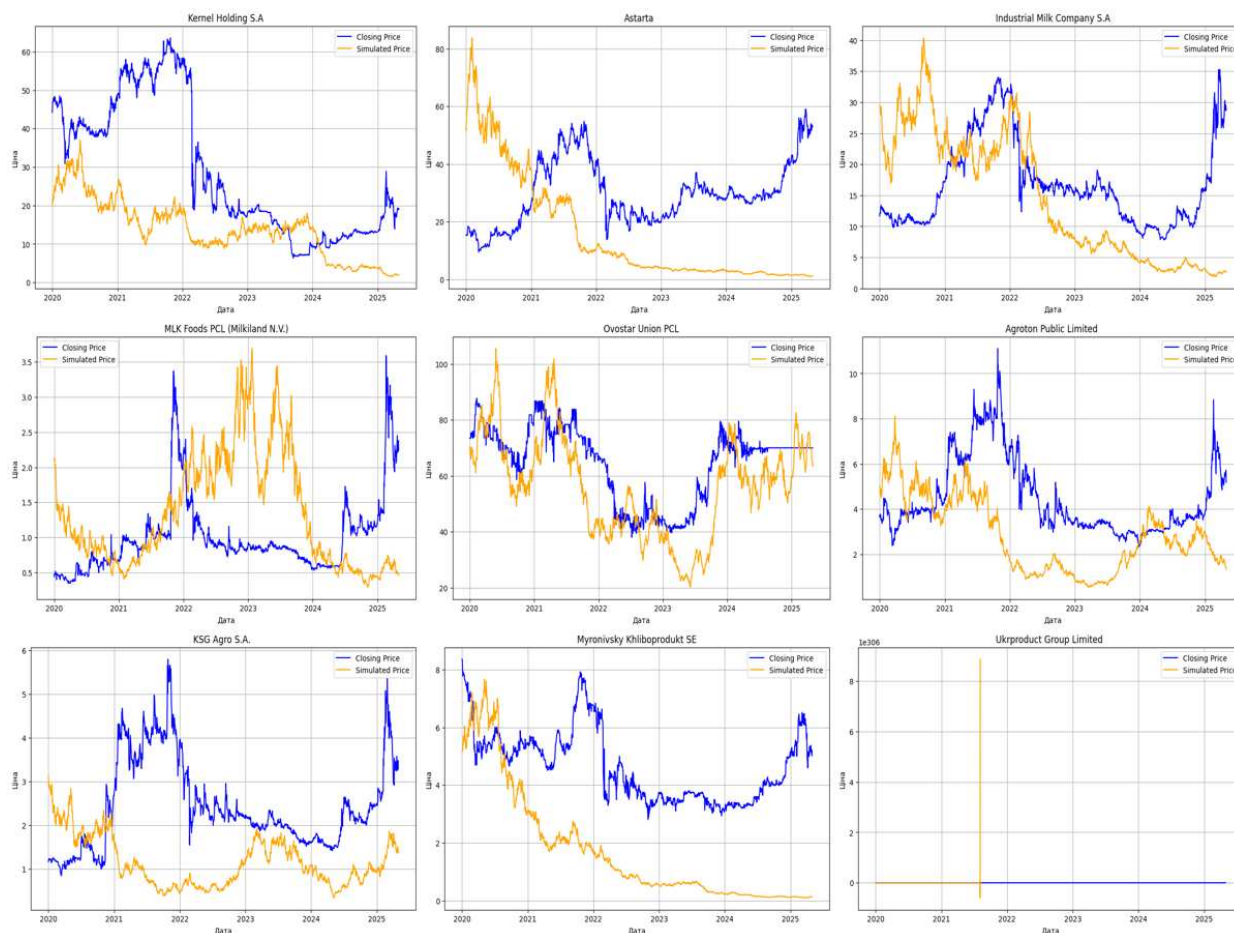


Рис. 3.3.1. Результати проведення першої симуляції Монте-Карло

Джерело: розрахунки автора

Проведене первинне порівняння фактичної та змодельованої динаміки цін акцій українських аграрних компаній засвідчило, що в динаміці цін акцій компанії Ukrproduct Group Limited було виявлено суттєві аномалії в результатах симуляції методом Монте-Карло, що чітко видно на рис. 3.3.1. Зокрема, змодельована траєкторія демонструвала надмірно різкі стрибки, які не мають економічного обґрунтування та не узгоджуються з реальними ринковими умовами. Причиною цього стала відсутність достатньої кількості достовірних

історичних даних — упродовж тривалого періоду торги по цій компанії були неактивними або взагалі призупинені, внаслідок чого ціна залишалася на сталому рівні, а обчислена волатильність виявилася надто низькою або статистично нульовою. За таких умов стохастична модель некоректно масштабувала випадкові відхилення, що призвело до математичного перевертання результатів симуляції. З огляду на ці обмеження, акції Ukrproduct Group Limited не були включені до подальшого кількісного аналізу прогнозної динаміки, оскільки використання симуляційного методу в умовах наднизької ліквідності та обмеженої торговельної активності є методологічно необґрунтованим. Натомість обґрунтування таких виключень дозволяє ще раз підкреслити необхідність попереднього аналізу якості вхідних даних перед використанням стохастичних моделей у фінансових дослідженнях.

Наступним кроком в роботі, з метою оцінки ймовірного діапазону зміни ціни акцій досліджуваних аграрних компаній, було застосовано метод Монте-Карло, що дозволяє моделювати широкий спектр можливих сценаріїв майбутньої динаміки активу. Кожна симуляція побудована на основі історичних статистичних параметрів, зокрема середньої щоденної дохідності та волатильності. Для кожної компанії було згенеровано 10000 можливих траєкторій ціни на горизонті одного року (250 торгових днів), що забезпечує ймовірнісну картину майбутніх змін та дозволяє врахувати невизначеність ринкових умов. Подальші висновки у роботі базуються не лише на узагальненій стохастичній моделі, а й на індивідуалізованому підході до кожного активу, який враховує як внутрішні характеристики компаній, так і макроекономічні фактори, що формують поведінку українського аграрного сектора на міжнародному фондовому ринку.

На представлених графіках спостерігається значна розбіжність у прогнозованих траєкторіях для різних компаній. У більшості випадків симуляції формують “віялоподібну” структуру, що відображає зростання невизначеності з часом. Наприклад, для таких компаній, як Ovostar Union PCL або Astarta Holding, діапазон варіації симуляцій доволі широкий, що може вказувати на високу

історичну волатильність. Водночас у таких компаній, як MLK Foods PCL чи Agroton Public Limited, розмах траєкторій є більш стриманим, що свідчить про стабільніші очікування ринку або нижчий рівень коливань у минулому. У більшості випадків симуляції демонструють переважно позитивне очікуване зростання, проте значна частина траєкторій пролягає також у низхідній зоні. Це ще раз підкреслює доцільність і перевагу симуляційного методу при моделюванні ціни активів в умовах невизначеності.

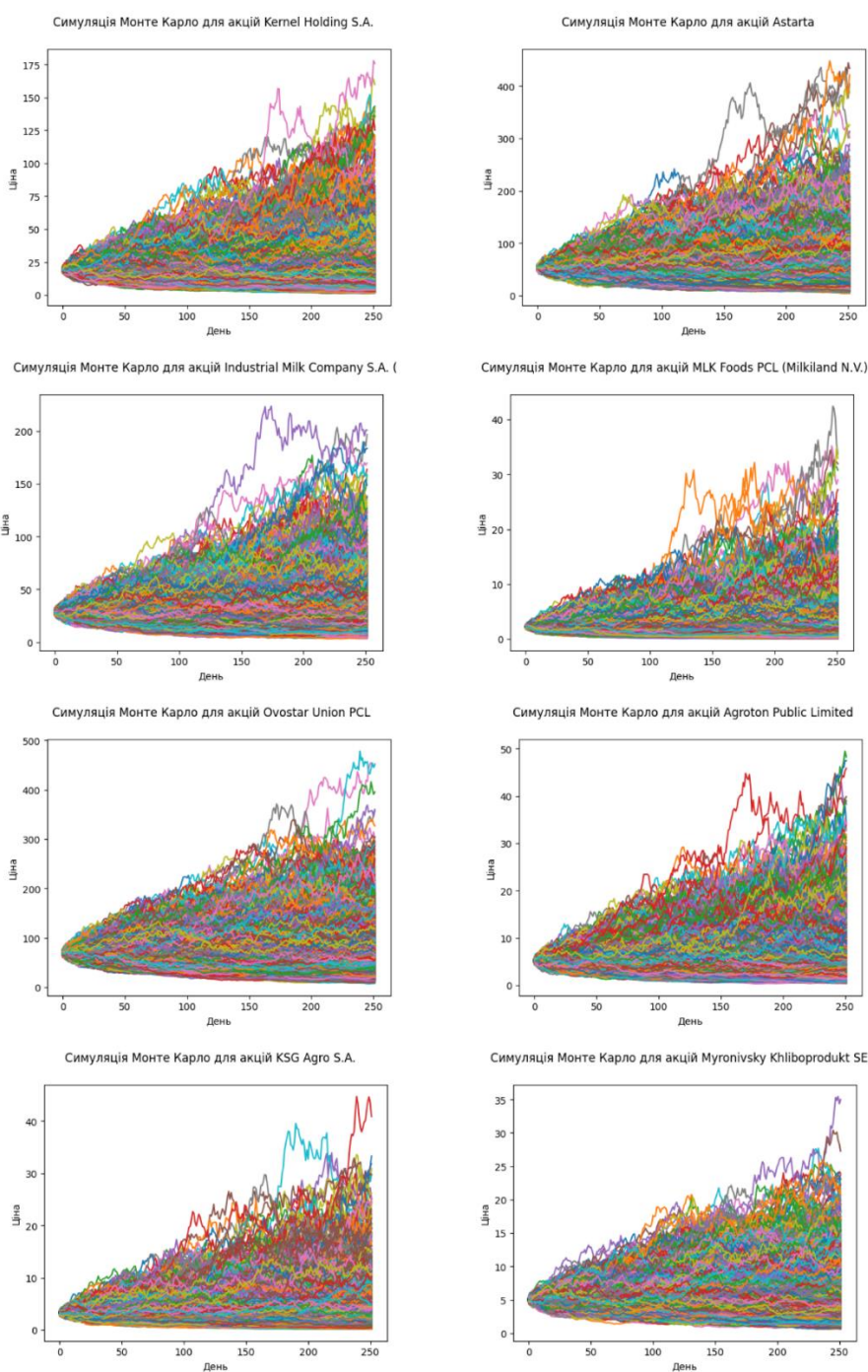


Рис. 3.3.2. Побудова моделей Монте Карло для акцій агрохолдингів.

Джерело: розрахунки автора

Варто зазначити, що у подальшому для кожної компанії було окремо розраховано очікувану ціну, довірчі інтервали (5%–95%) та виконано оцінку ризиків на основі побудованого розподілу кінцевих цін, що дозволяє зробити глибші висновки про доцільність інвестування.

Наступним етапом було здійснено моделювання очікуваних цін акцій українських агропромислових компаній, що котируються на Варшавській та Лондонській фондових біржах. Застосовано метод Монте-Карло для побудови прогнозів цін з урахуванням випадкових флуктуацій на основі історичних даних. Для кожної компанії розраховано очікуване значення майбутньої ціни, а також міжквантильний інтервал (5%–95%) як показник рівня невизначеності. Отримані результати подано у вигляді графічного зображення з довірчими інтервалами для зручності візуальної інтерпретації.

Таблиця 3.3.1

Прогнозні ціни акцій за методом Монте-Карло

Компанія	Прогнозна ціна	Квантиль (5%)	Квантиль (95%)
Kernel Holding S.A.	19.39	5.46	45.22
Astarta Holding PLC	52.63	16.68	116.52
Industrial Milk Company S.A.	28.75	9.52	63.09
MLK Foods PCL (Milkiland N.V.)	2.23	0.33	6.61
Ovostar Union PCL	70.11	26.60	142.06

Agroton Public Limited	5.16	1.31	12.69
KSG Agro S.A.	3.25	0.69	8.40
Myronivsky Khiboproduct SE	5.00	1.83	10.27

Джерело: розрахунки автора

Аналіз рисунку 3.3.3 дозволяє порівняти рівень очікуваної дохідності та ризику для кожної компанії. Компанії, що котируються на Варшавській біржі, демонструють вищу середню очікувану ціну (зокрема Ovostar та Astarta) та ширші довірчі інтервали, що вказує на підвищену волатильність. Натомість для компаній, представлених на Лондонській біржі, як-от Myronivsky Khiboproduct SE, характерним є помірний рівень очікуваної ціни та менша невизначеність у прогнозі. Зокрема, графічне зіставлення дозволяє виявити, що акції з найменшою очікуваною ціною (MLK Foods) також мають найнижчий рівень потенційного зростання. Такий підхід дає змогу не лише прогнозувати можливу ціну, а й оцінити ризик інвестування в ті чи інші активи.

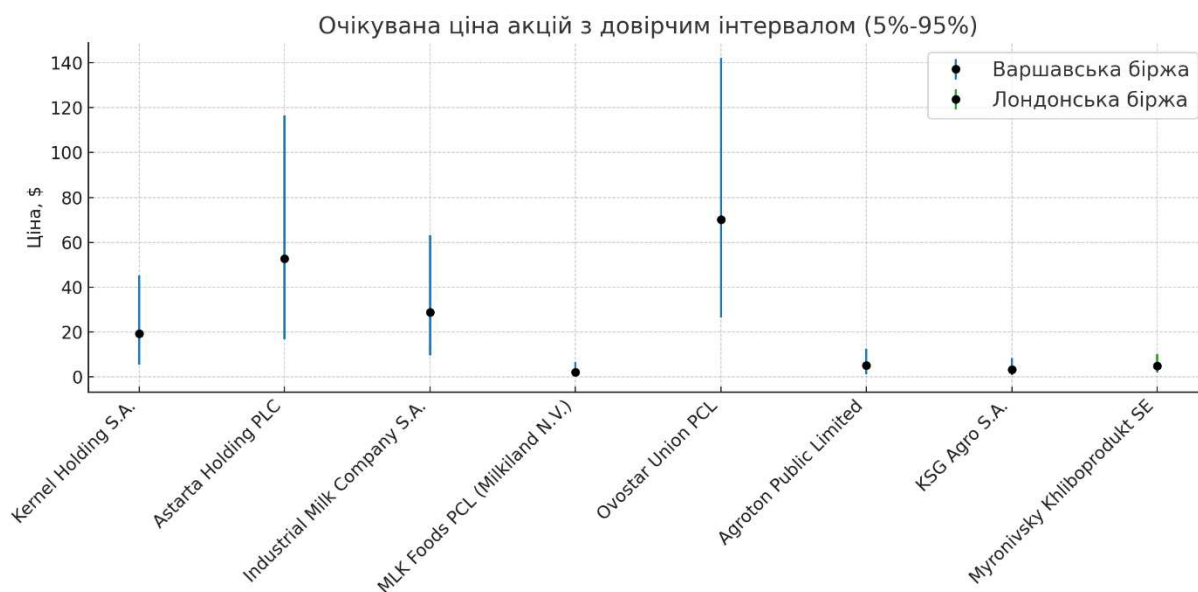


Рис. 3.3.3. Прогнозні ціни акцій з довірчим інтервалом 5-95%

Джерело: розрахунки автора

Отримані результати свідчать про наявність значної варіативності в прогнозованих цінах акцій агропромислових компаній. Найбільш привабливими з точки зору потенційного прибутку виглядають акції компаній Ovostar Union та Astarta, водночас для інвесторів із низькою толерантністю до ризику доцільним може бути розгляд компаній зі стабільнішими індикаторами, як-от МНР. Метод Монте-Карло дозволяє заздалегідь врахувати ймовірні сценарії розвитку подій на ринку, що підвищує обґрунтованість інвестиційних рішень. В подальшому ці оцінки можуть бути доповнені іншими факторами, зокрема макроекономічними умовами та внутрішньогалузевими ризиками.

### ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

У третьому розділі було реалізовано повноцінну процедуру моделювання очікуваних цін акцій за допомогою методу Монте-Карло для восьми українських агропромислових компаній, що котируються на Варшавській (Kernel Holding S.A., Astarta Holding PLC, Industrial Milk Company S.A., MLK Foods PCL, Ovostar Union PCL, Agroton Public Limited, KSG Agro S.A.) та Лондонській (Myronivsky Khliboproduct SE) фондових біржах. На основі історичних щоденних даних було визначено ключові параметри (середню дохідність і волатильність), після чого проведено симуляцію 1000 можливих траєкторій цін на річному горизонті (250 торгових днів).

Отримані результати дозволяють зробити висновки як про очікувану динаміку цін, так і про потенційний ризик інвестування. Найвищу очікувану ціну продемонстрували акції Ovostar Union PCL — 70,11 долара США, з довірчим інтервалом від 26,60 до 142,06 долара. Це свідчить про високий потенціал зростання, але також і значну невизначеність. Схожий профіль має Astarta Holding PLC, з очікуваним значенням 52,63 долара і довірчим діапазоном від 16,68 до 116,52 долара. Компанії ІМС S.A. та Kernel Holding S.A. демонструють помірні очікування (28,75 долара і 19,39 долара відповідно), але з достатньо широким інтервалом варіації, що свідчить про середній рівень ринкового ризику.

З іншого боку, компанії з низькою очікуваною ціною, як-от MLK Foods PCL (2,23 долара) або KSG Agro S.A. (3,25 долара), мають вузькі довірчі інтервали, що вказує на обмежений потенціал росту і нижчу волатильність. Варто звернути увагу й на компанію Myronivsky Khliboproduct SE, яка хоч і котирується на Лондонській біржі, але має схожі характеристики з середньоризиковими варшавськими компаніями: очікувана ціна 5,00 доларів і міжквантильний діапазон 1,83–10,27 долара.

Таким чином, проведене моделювання дало змогу не лише сформулювати загальне уявлення про майбутню поведінку цін акцій, але й кількісно оцінити ризики. Метод Монте-Карло підтвердив свою ефективність як інструмент імовірнісного прогнозування, особливо в умовах високої невизначеності, притаманної фінансовим ринкам. Отримані результати можуть бути використані для прийняття більш обґрунтованих рішень у сфері інвестування в аграрний сектор України.

## ВИСНОВКИ

У межах кваліфікаційної роботи було проведено комплексне дослідження теоретичних і практичних аспектів аналізу та моделювання цін акцій українських аграрних компаній. У першій частині роботи було проаналізовано сучасний стан досліджень у сфері фінансового прогнозування, зокрема методи фундаментального та технічного аналізу, а також розглянуто новітні підходи, пов'язані з використанням машинного навчання, стохастичних моделей і моделей часових рядів. Проведений огляд літератури засвідчив актуальність застосування імітаційних методів, таких як метод Монте-Карло, для врахування невизначеності та ризику при моделюванні динаміки фондових інструментів.

У другому розділі розглянуто теоретичні основи методу Монте-Карло.

Цей підхід дозволив згенерувати ймовірнісні сценарії майбутньої динаміки цін для акцій компаній Kernel Holding S.A., Astarta Holding PLC, Industrial Milk Company S.A., MLK Foods PCL, Ovostar Union PCL, Agroton Public Limited, KSG Agro S.A. та Myronivsky Khliboprodukt SE. Для кожної компанії було обчислено очікувану ціну, а також квантили 5% і 95%, що дозволило оцінити імовірні межі варіативності. Наприклад, для компанії Ovostar Union PCL очікувана ціна склала 70,11 грн, з межами від 26,60 грн до 142,05 грн, що свідчить про високий потенціал зростання, але й про значну волатильність.

На основі проведеного моделювання та представленого графіка прогнозних цін акцій з довірчим інтервалом 5–95 % можна відзначити суттєві відмінності між компаніями, що котируються на Варшавській та Лондонській фондових біржах, як за рівнем очікуваної вартості, так і за шириною довірчих інтервалів. Для більшості компаній, розміщених на Варшавській біржі, характерним є широкий діапазон можливих майбутніх цін, що відображає високу невизначеність і волатильність ринку. Наприклад, для Ovostar Union PCL прогнозна очікувана ціна становить близько 70 доларів США, тоді як довірчий інтервал варіюється в широкому діапазоні — від приблизно 30 до 130 доларів.

Подібна ситуація спостерігається і щодо акцій Kernel Holding S.A., де прогнозна середня ціна перебуває на рівні близько 25–30 доларів, а межі інтервалу сягають від 10 до понад 60 доларів США. Для компаній, що котируються на Лондонській фондовій біржі, зокрема MLK Foods PLC, довірчий інтервал є значно вужчим — ціна прогнозується на рівні близько 2 доларів із межами в межах 1–3 доларів. Це свідчить про більшу стабільність і передбачуваність ринку в цьому сегменті. Інші компанії, як-от Astarta Holding PLC, Industrial Milk Company S.A. та Agroton Public Limited, демонструють проміжні результати, з довірчими інтервалами, що коливаються в межах від 5 до 50 доларів залежно від історичної волатильності та ринкової активності.

Загалом результати моделювання відображають підвищену чутливість акцій українських аграрних компаній до ринкових ризиків, особливо в умовах високої невизначеності після 2022 року. Ширина довірчих інтервалів підкреслює необхідність застосування стохастичних моделей для прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень та управління ризиками на цих ринках. Отримані результати засвідчили обґрунтованість вибраної методології, а також її здатність враховувати випадковість і багатофакторність фондового ринку. Робота має практичну цінність для інвесторів, аналітиків та фінансових консультантів, оскільки може бути використана для оцінки ризиків, визначення очікуваної доходності та ухвалення обґрунтованих інвестиційних рішень.

Водночас, дослідження не вичерпує всіх можливостей подальшого аналізу. Надалі доцільним є поєднання симуляційного моделювання з іншими методами, зокрема з глибинними нейронними мережами або оптимізаційними моделями портфеля, для підвищення точності прогнозів і створення адаптивних інвестиційних стратегій. Таким чином, результати цієї роботи закладають підґрунтя для подальших наукових розвідок і прикладного використання стохастичних моделей у фінансовій аналітиці.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Drakopoulou, Veliota. A Review of Fundamental and Technical Stock Analysis Techniques. Journal of Stock & Forex Trading. 2016. 5. URL: [https://www.researchgate.net/publication/293808249\\_A\\_Review\\_of\\_Fundamental\\_and\\_Technical\\_Stock\\_Analysis\\_Techniques](https://www.researchgate.net/publication/293808249_A_Review_of_Fundamental_and_Technical_Stock_Analysis_Techniques)
2. Denis Spahila, Seadin Xhaferi. Fundamental and technical analysis of stock price. 2019. DOI: <https://doi.org/10.33807/monte.1.201904160>
3. James Chen. Nechnical Analysis of Stocks and Trends Definition. 2024. URL: <https://www.investopedia.com/terms/t/technical-analysis-of-stocks-and-trends.asp>
4. Opeyemi Sheu Alamu, Md Kamrul Siam. Stock Price Prediction and Traditional Models: An Approach to Achieve Short-, Medium- and Long-Term Goals. 2024. 4. DOI: [10.4236/jilsa.2024.164018](https://doi.org/10.4236/jilsa.2024.164018)
5. Sword Red. KNN Machine Learning Strategy: Trend Prediction Trading System Based on K-Nearest Neighbors Algorithm. 2024. URL: [https://medium.com/@redsword\\_23261/knn-machine-learning-strategy-trend-prediction-trading-system-based-on-k-nearest-neighbors-3aa36a9374c3](https://medium.com/@redsword_23261/knn-machine-learning-strategy-trend-prediction-trading-system-based-on-k-nearest-neighbors-3aa36a9374c3)
6. Dominik Liebl, Christopher Walsh. Research Module in Econometrics & Statistics. Ch. 5 Monte-Carlo Simulations. 2022. URL: [https://www.dliebl.com/RM\\_ES\\_Script/monte-carlo-simulations.html](https://www.dliebl.com/RM_ES_Script/monte-carlo-simulations.html)
7. Bernard Lapeyre. Introduction to Monte-Carlo Methods. 2007. URL: [https://cermics.enpc.fr/~bl/Halmstad/monte-carlo/lecture-1.pdf?utm\\_source](https://cermics.enpc.fr/~bl/Halmstad/monte-carlo/lecture-1.pdf?utm_source)
8. Pamela Carmelita. Introduction to Monte Carlo Simulation with Geometric Brownian Motion. 2024. URL: <https://medium.com/@pamelakarmelita/introduction-to-monte-carlo-simulation-with-geometric-brownian-motion-c4a5e3f07ad1>
9. Will Kenton. Monte Carlo Simulation: What It Is, How It Works, History, 4 Key Steps. 2025. URL: <https://www.investopedia.com/terms/m/montecarlosimulation.asp>

10. Vjeko Škarica. What Is Monte Carlo Analysis and How Does It Work. 2022.  
URL: <https://www.farseer.com/blog/what-is-monte-carlo-analysis-and-how-does-it-work/>
11. Majka, Marcin. Monte Carlo Simulation in Financial Modelling. 2024.  
URL: [https://www.researchgate.net/publication/384466839\\_Monte\\_Carlo\\_Simulation\\_in\\_Financial\\_Modelling](https://www.researchgate.net/publication/384466839_Monte_Carlo_Simulation_in_Financial_Modelling)
12. Kernel Holding S.A. ANNUAL REPORT For the year ended 30 June 2020.  
2020. URL: [https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2020/12/FY2020\\_Kernel\\_Annual\\_Report.pdf](https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2020/12/FY2020_Kernel_Annual_Report.pdf)
13. ASTARTA Holding N. V. ANNUAL REPORT for the year ended 31 December  
2020. 2020. URL: <https://astartaholding.com/wp-content/uploads/2022/08/astarta-annual-report-2020.pdf>
14. ASTARTA Holding N. V. ANNUAL REPORT for the year ended 31 December  
2021. 2021. URL: <https://astartaholding.com/wp-content/uploads/2022/08/astarta-annual-report-2021.pdf>
15. Kernel Holding S.A. ANNUAL REPORT For the year ended 30 June 2021.  
2021. URL: [https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2021/10/FY2021\\_Kernel\\_Annual\\_Report.pdf](https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2021/10/FY2021_Kernel_Annual_Report.pdf)
16. MHP. Annual Report and Accounts 2021. 2021. URL:  
<https://api.next.mhp.com.ua/images/aeac4/7693c/ee66ef92c37520.pdf>
17. ASTARTA Holding N. V. ANNUAL REPORT for the year ended 31 December  
2022. 2022. URL: <https://astartaholding.com/wp-content/uploads/2023/04/astarta-annual-report-2022-1.pdf>
18. Kernel Holding S.A. ANNUAL REPORT For the year ended 30 June 2022.  
2022. URL: [https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2022/11/FY2022\\_Kernel\\_Annual\\_Report.pdf](https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2022/11/FY2022_Kernel_Annual_Report.pdf)
19. MHP. Annual Report and Accounts 2022. 2022. URL:  
<https://api.next.mhp.com.ua/images/20ad4/aeac4/bfc7f1f5badd2.pdf>

20. ASTARTA Holding N. V. ANNUAL REPORT for the year ended 31 December 2023. 2023. URL: [https://astartaholding.com/wp-content/uploads/2024/04/astarta\\_ar2023-2.pdf](https://astartaholding.com/wp-content/uploads/2024/04/astarta_ar2023-2.pdf)
21. Kernel Holding S.A. ANNUAL REPORT For the year ended 30 June 2023. 2023. URL: [https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2023/10/FY2023\\_Kernel\\_Annual\\_Report.pdf](https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2023/10/FY2023_Kernel_Annual_Report.pdf)
22. Forbes. Виторг МХП за 2024 рік зріс на 0,8%, прибуток – на 1,4%. URL: <https://forbes.ua/news/mkhp-kosyuka-u-2024-rotsi-zbilshila-chistiy-pributok-na-14-do-144-mln-28042025-29255>
23. Forbes. Вихід Kernel з Варшавської біржі перенесли на 2024 рік. URL: <https://forbes.ua/news/vikhid-kernel-z-varshavskoi-birzhi-perenesli-na-2024-rik-08122023-17774>
24. ASTARTA Holding N. V. ANNUAL REPORT for the year ended 31 December 2024. 2024. URL: <https://astartaholding.com/wp-content/uploads/2025/04/2024-annual-report.pdf>
25. Bizagro. Капіталізація агрохолдингів на Варшавській біржі. 2025. URL: <https://bizagro.com.ua/kapitalizatsiya-agroholdyngiv-na-varshavskij-birzhi-zrosly-aktsiyi-p-yaty-kompanij/>
26. Engin Sorhun. EXPLORING STOCK PRICE WITH MONTE CARLO AND RANDOM WALK. 2024. URL: <https://medium.com/@enginsorhun/predicting-the-unpredictable-exploring-stock-prices-with-monte-carlo-and-random-walk-models-5c71c20cc4eb>
27. Yahoo Finance. <https://finance.yahoo.com/>

**Київський національний університет імені Тараса Шевченка**  
**Економічний факультет**  
**Кафедра економічної кібернетики**

**ЗАВДАННЯ**

**на кваліфікаційну роботу бакалавра**

студенки 4 курсу спеціальності 051 «Економіка», ОПП «Економічна  
кібернетика»

Савельєвої Анастасії Андріївни

1. Тема роботи: «Застосування методу Монте-Карло для аналізу акцій українських агрохолдингів на Варшавській біржі»
2. Термін завершення роботи: 26.05.2025.
3. Попередній захист роботи: 12.06.2025.
4. Об'єкт дослідження: процес прогнозування динаміки цін акцій українських агропромислових компаній на міжнародних фондових біржах.
5. Предмет дослідження: методи аналізу та прогнозування цін акцій із використанням стохастичних моделей.
6. Мета дослідження: розробити модель прогнозування цін акцій українських агрохолдингів з використанням методу Монте-Карло для оцінки інвестиційних ризиків і формування довірчих інтервалів для можливих сценаріїв ринкової динаміки.
7. Завдання дослідження:
  - 7.1. Провести огляд теоретичних основ методу Монте-Карло та його використання для моделювання фінансових ринків.
  - 7.2. Дослідити особливості ринкової динаміки акцій українських агропромислових компаній, що котируються на Варшавській фондовій біржі, з урахуванням історичних даних.
  - 7.3. Розробити модель стохастичного прогнозування цін акцій із використанням методу Монте-Карло.
  - 7.4. Реалізувати алгоритм моделювання у середовищі Python із використанням відповідних бібліотек (pandas, numpy, matplotlib).

- 7.5. Провести серію симуляцій для оцінки можливих сценаріїв зміни вартості акцій та побудувати довірчі інтервали прогнозів.
- 7.6. Здійснити аналіз отриманих результатів і порівняти їх з фактичними ринковими даними та прогнозами традиційних методів.
- 7.7. Надати рекомендації щодо використання результатів моделювання для оцінки інвестиційних ризиків і формування інвестиційних стратегій.

Науковий керівник: д.е.н., професор, Камінський Андрій Борисович

Студент: .....

(підпис)

Затверджено на засіданні кафедри економічної кібернетики  
протокол № 6 від 27 листопада 2024 р.

### Календарний план виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

№	Етапи роботи	Терміни виконання	Відмітка керівника про виконання
1	Вибір теми кваліфікаційної роботи бакалавра	До 1 листопада 2024 року	
2	Розробка та затвердження завдання кваліфікаційної роботи бакалавра	До 1 грудня 2024 року	
3	Збір інформації, її аналіз, обробка, консультації з керівником	До 20 квітня 2025 року	
4	Підготовка роботи відповідно до вимог оформлення	До 26 травня 2025 року	
5	Подання роботи до попереднього захисту	До 26 травня 2025 року	
6	Отримання рецензії на кваліфікаційну роботу	До 20 червня 2025 року	
7	Отримання відгуку наукового керівника	До 20 червня 2025 року	

**Науковий керівник:** д.е.н., професор

Камінський Андрій Борисович

**Студент:** Савельєва Анастасія Андріївна