

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ**

**Кваліфікаційна робота  
магістра**

на тему Порівняльний аналіз динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.0519-ек  
спеціальності 051 Економіка  
(код і назва спеціальності)

освітньої програми Економічна кібернетика  
(код і назва освітньої програми)

М.С. Шевченко  
(ініціали та прізвище)

Керівник д. е. н., проф. Максишко Н.К.  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя  
2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_

Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_

Освітня програма \_\_\_\_\_

(код та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ**

Шевченко Марії Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи Порівняльний аналіз динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку

керівник роботи \_\_\_\_\_ д. е. н., проф. Максишко Наталія Костянтинівна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2 Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3 Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

М.С. Шевченко  
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

Н.К. Максишко  
(ініціали та прізвище)

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_

(підпис)

О.В. Васильєва  
(ініціали та прізвище)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить три розділи, 101 с., 45 рис., 31 табл., 20 формул, 4 додатки, 72 джерела.

Об'єкт дослідження — динаміка фінансових інструментів на фондовому ринку.

Предмет дослідження — моделі та методи порівняльного аналізу динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку.

Мета роботи — удосконалення та застосування комплексного методу порівняльного аналізу часових рядів фінансових інструментів на фондовому ринку, що враховує їх нелінійну динаміку.

Методи дослідження — загальні: аналіз, порівняння, узагальнення; спеціальні: методи статистичного аналізу, тести на детермінований хаос, комплексного фрактального аналізу, нечітке моделювання (реалізовано в програмному продукті MATLAB).

У роботі досліджено роль та значення фондового ринку з точки зору інвестиційної діяльності, визначені особливості його сегментів та фінансових інструментів на них. Проаналізовано можливості застосування методів статистичного аналізу та особливості методів фрактального аналізу для характеристики динаміки економічних показників. Сформовано систему показників для характеристики динаміки фінансових інструментів як базу для розробки методу порівняльного аналізу та розраховано її для обраних сегментів фінансового ринку. Удосконалено та застосовано методику порівняльного аналізу динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку сегменту IT-галузі та індустрії розваг за рахунок порівняння характеристик нечіткої глибини пам'яті часових рядів. Проаналізовано результати та розроблено рекомендації щодо їх практичного застосування.

ФОНДОВИЙ РИНОК, ФІНАНСОВІ ІНСТРУМЕНТИ, АКЦІЇ, APPLE, TESLA, ALPHABET, DISNEY, NETFLIX, SONY, ЧАСОВИЙ РЯД

## SUMMARY

Master's qualification work consists of three sections, 101 p., 45 figures, 31 tables, 20 formulas, 4 annexes, 72 sources.

The object of the study is the dynamics of financial instruments in the stock market.

The subject of the work is the models and methods of comparative analysis of the dynamics of financial instruments in the stock market.

The purpose of the study is the improvement and application of a comprehensive method of comparative analysis of time series of financial instruments in the stock market taking their nonlinear dynamics.

Research methods are comparative, statistical analysis, tests for deterministic chaos, complex fractal analysis, fuzzy modeling (implemented in the MATLAB software product).

The role and significance of the stock market from the point of view of investment activity are investigated in the work, features of its segments and financial instruments on them are defined. Possibilities of application of methods of statistical analysis and features of methods of fractal analysis for the characteristic of dynamics of economic indicators are analyzed. A system of indicators to characterize the dynamics of financial instruments as a basis for developing a method of comparative analysis and calculated it for selected segments of the financial market. The method of comparative analysis of the dynamics of financial instruments in the stock market of the segment of the IT industry and the entertainment industry by improving the characteristics of the fuzzy depth of memory of time series has been improved and applied. The results are analyzed and recommendations for their practical application are developed.

STOCK MARKET, FINANCIAL INSTRUMENTS, STOCKS, APPLE, TESLA, ALPHABET, DISNEY, NETFLIX, SONY, TIME SERIES

## ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ	
РЕФЕРАТ	
SUMMARY	
ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ .....	11
1.1 Роль та значення фондового ринку та фінансових інструментів для інвестиційної діяльності .....	11
1.2 Світовий та український досвід використання фінансових інструментів на фондових ринках .....	19
1.3 Характеристика джерел вихідних даних для проведення порівняльного аналізу динаміки фінансових інструментів на фондових ринках .....	28
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ.....	36
2.1 Сутність та використання методів статистичного аналізу для характеристики динаміки фінансових інструментів .....	36
2.2 Сутність та використання методів фрактального аналізу для характеристики динаміки фінансових інструментів .....	56
2.3 Формування системи показників для розробки методу порівняльного аналізу.....	71
РОЗДІЛ 3 ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ .....	77
3.1 Розробка методу порівняльного аналізу динаміки фінансових інструментів .....	77
3.2 Застосування методу порівняльного аналізу для динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку на прикладі ІТ галузі та індустрії розваг. 81	
3.3 Аналіз та узагальнення результатів порівняльного аналізу динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку .....	100
ВИСНОВКИ.....	105
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	111
ДОДАТОК А Візуальне представлення результатів фрактального аналізу .	117
ДОДАТОК Б Нечітка множина глибини пам'яті часових рядів та розрахунок основних показників глибини пам'яті .....	119
ДОДАТОК В Основні етапи проведення порівняльного аналізу динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку .....	125
ДОДАТОК Г Множина правил визначення рівня дохідності та ризику.....	126

## ВСТУП

Глобальні трансформації світової економічної системи, яка характеризується перевагою фінансового сектора над реальним, зростанням фінансових активів та потоків сприяє появі нових фінансових інструментів, які б могли у повній мірі задовольнити потреби користувачів.

Фінансові інструменти це фінансові засоби, які обертаються на ринку та мають грошовий еквівалент. Їх класифікують відповідно до способів, цілей, методів, форм накопичення коштів. Вони займають ключову роль у функціонуванні фондового ринку.

Принципи використання різних фінансових інструментів у діяльності фондового ринку вивчалися такими науковцями як: О. Іващенко (фінансово-інституційні інструменти управління ризиками у зовнішньоекономічній діяльності) [1], Р. Міллер (сучасні гроші й банківська справа) [3], В. Базилевич (розвиток фінансового ринку в сучасних умовах) [4], В. Парін (фінансова система України) [5] та інші.

І. Бланк (фінансовий менеджмент) [6], В. Корнєєв (фінансові посередники як інститути розвитку) [7], О. Мозговий (фондовий ринок) [8], Я. Поддєрьогіна (функціонування фондового ринку України) [9], В. Ходаківська (ринок фінансових послуг) [2], А. Федоренко (Інвестознавство) [10], В. Шелудько (фінансовий ринок) [11] займалися вивченням питань щодо теоретичної сутності та механізму функціонування фінансових інструментів на фондових ринках.

Значний внесок в розробку теоретичних та практичних питань в дослідження та прогнозування ринкової вартості фінансових інструментів зробили такі західні економісти як Ф. Фабоцці (управління портфелями цінних паперів) [12], Г. Марковіц (портфельна теорія) [13], У. Шарп (теорія портфелів та ринків капіталу) [14], Л. Дж. Гітман та М. Джонка (ринкова теорія грошей, базові аспекти інвестування) [15], Р. Дж. Тьюлз (дослідження фондових ринків) [16] та ін.

Проте, незважаючи на значну кількість праць і рекомендацій, у сучасному світі інвестори стикаються з проблемою відсутності методу вибору фінансових інструментів в які варто вкладати кошти. Оскільки для вкладника ефективне управління своїми фінансовими ресурсами зараз — це значить отримати додаткові блага в майбутньому. Але для того, щоб отримати ці блага, потрібно мати алгоритм, як порівнювати фінансові інструменти і обирати найбільш прибутковий і найменш ризиковий серед них.

Об'єкт дослідження — динаміка фінансових інструментів на фондовому ринку.

Предмет дослідження — моделі та методи порівняльного аналізу динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку.

Методи дослідження — загальні: аналіз, порівняння, узагальнення; спеціальні: методи статистичного аналізу, тести на детермінований хаос, комплексного фрактального аналізу, нечітке моделювання.

Гіпотеза — для проведення порівняльного аналізу, традиційно, застосовуються статистичні характеристики динаміки. Проте, їх виявляється недостатньо, оскільки динаміка фінансових інструментів на фондовому ринку, в більшості, не підпорядковується нормальному закону розподілу, проте має фрактальний характер, властивість персистентності (тобто має довготривалу пам'ять, причому для різних інструментів різної глибини). Тому характеристики довготривалої пам'яті можна також використовувати для порівняльного аналізу та розробки рекомендацій для інвесторів, що працюють на фондовому ринку.

Мета роботи — удосконалення та застосування комплексного методу порівняльного аналізу часових рядів фінансових інструментів на фондовому ринку, що враховує їх нелінійну динаміку.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:



- проаналізувати роль та значення фондового ринку з точки зору інвестиційної діяльності, особливості його сегментів та фінансових інструментів на них;
- проаналізувати можливості застосування методів статистичного аналізу та особливості методів фрактального аналізу для характеристики динаміки економічних показників;
- сформулювати систему показників для характеристики динаміки фінансових інструментів як базу для розробки методу порівняльного аналізу та розрахувати її для обраних сегментів фондового ринку;
- удосконалити та застосувати методику порівняльного аналізу динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку сегменту ІТ- галузі та індустрії розваг за рахунок порівняння характеристик нечіткої глибини пам'яті часових рядів;
- проаналізувати результати та зробити висновки (рекомендації) щодо їх практичного застосування.

Наукова новизна роботи полягає в:

- удосконаленні методології аналізу та моделювання динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку сегменту ІТ- галузі та індустрії розваг за рахунок застосування методів комплексного фрактального аналізу;
- розробці та апробації методології порівняльного аналізу динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку;
- розробці рекомендацій для інвесторів на базі отриманих результатів.

Апробація результатів:

- взяла участь у XIV Міжнародній науково-практичній конференції «Управління соціально-економічним розвитком регіонів та держави», які проходили у м. Запоріжжі (17-18 квітня 2020 р.);
- взяла участь у XV Міжнародній науково-практичній конференції «Виклики та перспективи розвитку нової економіки на світовому, державному та регіональному рівнях», яка проходила у м. Запоріжжі (15-16

жовтня 2020 р.);

– опублікувала статтю у збірнику наукових праць молодих учених, аспірантів і студентів «НОВА ЕКОНОМІКА».

## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ

1.1 Роль та значення фондового ринку та фінансових інструментів для інвестиційної діяльності

Фондовий ринок займає особливе місце у становленні державної економіки. Саме він виступає важливим компонентом у формуванні фінансової системи ринкової економіки. Тому формування ефективного фондового ринку є основною передумовою у завершенні процесу трансформації державної економіки.

Розвиток фондового ринку пробуджує інвестиційний інтерес, що сприяє його розвитку та розширенню у загальній структурі. Саме діяльність фондового ринку спрямована на формування централізованого ринку цінних паперів в країні, і його підпорядкування державі. Ознаками такого ринку є котирування цінних паперів, їх ліквідність та прозорість для задоволення потреб вкладника. Таким чином, розвиток ефективного інвестиційного процесу в економіці країни та проведення ринкових реформ не можливе без дієвого фондового ринку, що доводить також досвід економічно розвnutих країн світу. Фондовий ринок повинен забезпечувати приблизно 70% потреб у фінансових інструментах для того, щоб забезпечувати стійкість і безперервність взаємодій на ньому.

Дослідники по різному оцінюють роль фондового ринку у формуванні сучасної економіки інвестиційно інноваційного типу.

В.С. Торкановський [22] зазначає, що через ринок цінних паперів здійснюється інвестиційний процес. Причому останній влаштований так, що ці інвестиції автоматично спрямовуються в найпривабливіші з точки зору інвестора сфери економіки, їх отримують найбільш життєздатні підприємства [22].

А.А. Кілячков, Л.А. Чалдаєва [23] вважають, що основне призначення ринку цінних паперів у будь-якому суспільстві з розвинутими ринковими відносинами полягає в тому, що він дозволяє акумулювати тимчасово вільні грошові кошти і спрямовувати їх на розвиток перспективних галузей економіки. Поряд з основною функцією ринок цінних паперів виконує ряд інших завдань: покриття бюджетного дефіциту; перерозподіл права власності [23].

Г.П. Черніков [24] при визначенні ролі ринку цінних паперів виділяє два аспекти його впливу на соціально-економічний розвиток суспільства. З одного боку, мова йде про підвищення загальної ефективності функціонування економіки, а з іншого – про вирішення за його допомогою ряду важливих проблем соціального характеру. За допомогою ринку цінних паперів посилюються зв'язки між основними економічними операторами – підприємствами та їх об'єднаннями в усіх сферах економіки, домашніми господарствами, фінансовими комерційними посередниками тощо. Ці зв'язки будуються на реальних економічних інтересах суб'єктів виробничих відносин [24]. Однак, більшість економістів, як свідчать дослідження, вважають, що роль фондового ринку може бути виражена через його функції:

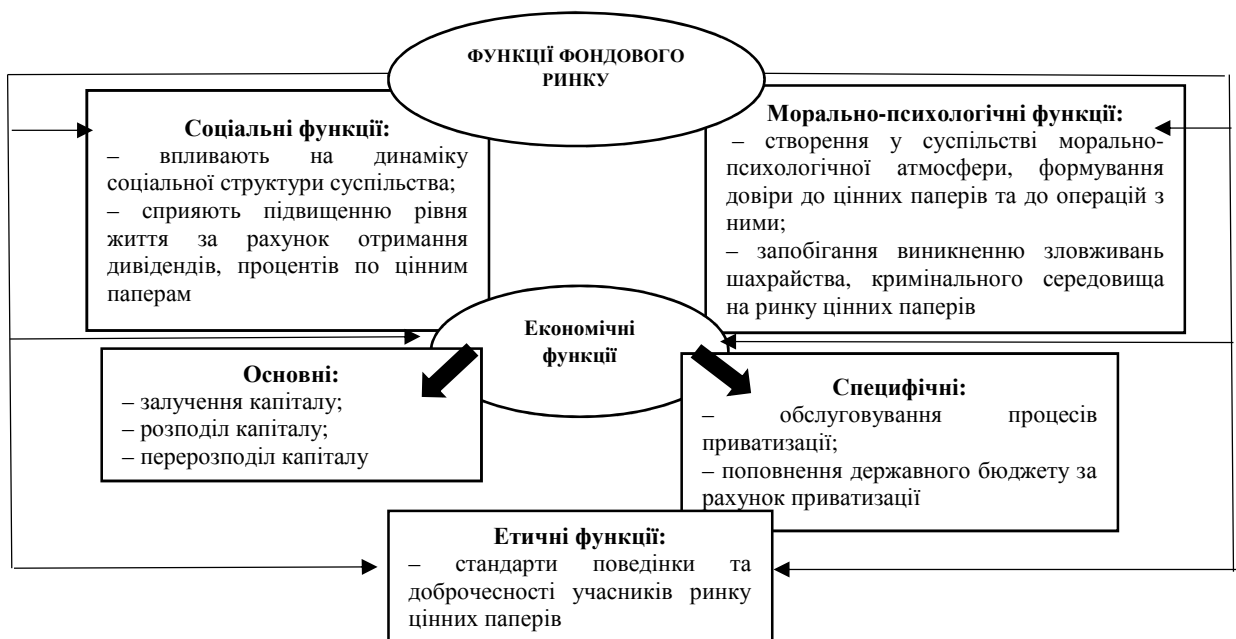


Рис. 1.1 – Функції фондового ринку  
Джерело: сформовано автором на основі [24-25]

Сьогодні у сучасному фондовому ринку виділяють такі сектори для інвестиційної сфери як представлено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні інвестиційні сектори сучасного фондового ринку

Назва сектору	Волатильність	Лідери
Енергетичний сектор	Дуже висока	нафта (PZE, EC, XOM), газ (GAS, WGR, SPH), вугілля (BTU, ACI, MEE), альтернативне паливо (PTOI, GRPEF, BLDP).
Індустріальний сектор	Дуже висока	промислова електроніка (EDIG, SIRC, RGSE), промислові продукти (BOOM, PLPC, TPIC), машинне обладнання (SOHVV, STEQF, PERT), авіація і космос (Boeing, Generaldynamics, Tesla).
Базові ресурси і матеріали	Висока	золото (HGLC, RMRK, NSRPF), метали (ACH, USNZY, GGIFF), хімічна продукція (SKVI, LPAD, NL), лісовий ресурс і виробництво паперу (AZFL, NKSJF, FBI)
Роздрібна та оптова торгівля	Середня	одяг (DEST, BGI, ANF), їжа (WDRP, CHEF, GPDB), ліки (THCBF, HEWA), товари для будинку (UPPR, RH).
Медицина, фармацевтика, охорона здоров'я	Середня	біотехнології (VKTXW, DMTX, GNLKQ), фармацевтика (GMBL, MNZO), мед. обладнання (ARYC, SMLR, PLSE).
Фінансові послуги	Висока	брокери (GS, LEH, BSC), банки (C, USB, NYB), страхові компанії (AIG, XL, JH), керуючі компанії (WM, JNS, JNC), біржі (CME, NYX, ICE), іпотека (FNM, FRE, AHM).
Технологічний сектор	Середня	Apple (APPL), Nvidia (NVDA), China Intelligence Information Systems (IICN), Genesis Electronics Group (GEGI), Microsoft (MSFT), Google (GOOG).
Телекомунікаційний сектор	Нижче середньої	дротяний зв'язок (LICT, NULM, OTEL), бездротовий зв'язок (TALK, NTL, MFOYY).
Дозвілля/ Ресторани / Туризм	Середня	казино (ERI, NNSR, SGMS), готельно-ресторанний бізнес (WTBDY, BCCI, UPZC), турагенства (ACGX, AIOM, BDGN).
ЗМІ / Розваги	Висока	Worldflix Inc (WRFX), Dolby Laboratories (DLB), Disney (DIS), New-York times (NYT), Netflix (NFLX).
Автомобільний сектор	Середня	General motors (GM), Tesla Inc (TSLA), Harley Davidson (HDL).

*Джерело: сформовано автором на основі [26-27]*

У 2020 році сектор ЗМІ та розваги, в особливості сервіси HBO, Disney+ і Netflix, сектор фармацевтики та медицини, а також технологічний сектор, завдяки Tesla, стали найбільш популярними у світі серед інвесторів.

Проте основними передумовами для становлення будь-якого фондового ринку є формування та використання фінансових інструментів. Відповідно до Міжнародних стандартів фінансової звітності «фінансовими інструментами є договори, які складаються між двома сторонами, одна з яких має фінансовий актив, а друга фінансові зобов'язання» [1].

О.А. Іващенко [1] визначає фінансові інструменти як «стандартизований контракт для виникнення фінансового активу, а з іншої сторони базового активу та укладається для хеджування та страхування комерційних ризиків підприємства.»

В.П. Ходаківська [2] характеризує фінансові інструменти, як «кошти, дорогоцінні метали та каміння, цінні папери, боргові зобов'язання та інші фінансові активи відповідно до чинного законодавства». Саме тому для формування фінансових інструментів головною передумовою є якісний стан інструментів, які представляють їх на ринку.

Фінансові інструменти характеризуються великою різноманітністю. Їх поділяють за декількома критеріями. По-перше, за окремими сегментами фінансового ринку розрізняють такі інструменти, що їх обслуговують:

- інструменти грошового ринку та ринку позикових капіталів, до яких належать гроші, грошові сурогати, розрахункові документи, цінні папери;
- інструменти ринку цінних паперів — різноманітні цінні папери, що обертаються на цьому ринку (склад цінних паперів за їх видами, особливостями емісії й обігу затверджується у відповідних нормативно-правових актах);
- інструменти валютного ринку серед яких вирізняють іноземну валюту, розрахункові валютні документи, а також окремі види цінних паперів, що обслуговують цей ринок;

- інструменти страхового ринку — страхові послуги, котрі пропонуються на продаж (страхові продукти), а також розрахункові документи й окремі види цінних паперів, що обслуговують цей ринок;

- інструменти ринку золота (срібла, платини) та дорогоцінного каміння. До них належать зазначені види цінних металів та каменів, які купують з метою формування фінансових резервів і тезаврації, а також розрахункові документи й цінні папери, що обслуговують цей ринок;

- інструменти ринку нерухомості — цінні папери та документи, що засвідчують право власності на той чи інший вид нерухомості [25,71].

По-друге, за термінами обігу вирізняють:

- короткострокові фінансові інструменти (з періодом обігу до одного року). Цей вид фінансових інструментів багато-чисельний і має обслуговувати операції на ринку грошей;

- довгострокові фінансові інструменти (з періодом обігу понад один рік). До яких належать так звані "безтермінові фінансові інструменти", кінцевий термін погашення котрих не встановлено (наприклад, акції). Вони обслуговують операції на ринку капіталу [25,71].

По-третє, за характером фінансових зобов'язань фінансові інструменти поділяються на:

- інструменти, наступні фінансові зобов'язання за якими не виникають (інструменти без наступних фінансових зобов'язань). Вони, як правило, є предметом власне фінансової операції, та у процесі їх передачі покупцю не несуть додаткових фінансових зобов'язань з боку продавця (наприклад, валютні цінності, золото тощо);

- боргові фінансові інструменти, які, характеризуючи кредитні відносини між їх покупцем і продавцем, зобов'язують боржника погасити в передбачені терміни їх номінальну вартість і заплатити додаткову винагороду у формі відсотка (якщо він не входить до складу номінальної вартості боргового фінансового інструмента, який погашається). Прикладом боргових фінансових інструментів є облігації, векселі, чеки тощо [25,71];

– пайові фінансові інструменти. Вони підтверджують право їх власника на частку (пай у статутному фонді їх емітента) і на отримання відповідного доходу (у формі дивіденду, відсотка та ін.). Такими інструментами вважається, як правило, цінні папери відповідних видів (акції, інвестиційні сертифікати тощо) [25,71].

Залежно від пріоритетної значущості розрізняють такі фінансові інструменти:

– первинні (фінансові інструменти першого порядку, як правило, цінні папери) характеризуються їх випуском в обіг первинним емітентом і підтверджують прямі майнові права або відносини кредиту (акції, облігації, чеки, векселі та ін.);

– вторинні або деривативи (фінансові інструменти другого порядку), які характеризують виключно цінні папери, що підтверджують право або зобов'язання їх власника купити або продати первинні цінні папери, що обертаються, валюту, товари або нематеріальні активи на попередньо визначених умовах у майбутньому. Вони використовуються з метою здійснення спекулятивних фінансових операцій та страхування цінового ризику (хеджування). Залежно від складу первинних фінансових інструментів або активів, відповідно до яких вони випущені в обіг, деривативи поділяються на фондові, валютні, страхові, товарні та ін. Основними видами деривативів є опціони, свопи, ф'ючерсні та форвардні контракти [25,71].

За гарантованістю рівня дохідності фінансові інструменти бувають таких видів:

– з фіксованим доходом, що характеризують фінансові інструменти з гарантованим рівнем дохідності під час погашення (або протягом періоду їх обігу) незалежно від кон'юнктурних коливань ставки позикового відсотка (норми прибутку на капітал) на фінансовому ринку;

– з невизначеним доходом, що властиві для фінансових інструментів, рівень дохідності яких може змінюватись залежно від



фінансового стану емітента (прості акції, інвестиційні сертифікати) або у зв'язку зі зміною кон'юнктури фінансового ринку (боргові фінансові інструменти із плаваючою відсотковою ставкою, "прив'язаною" до встановленої облікової ставки, курсу певної "твердої" іноземної валюти тощо) [25].

За рівнем ризику виокремлюють:

– безризикові фінансові інструменти, до яких належать державні короткострокові цінні папери, короткострокові депозитні сертифікати найнадійніших банків, "тверда" іноземна валюта, золото й інші цінні метали та каміння, придбані на короткий період. Термін безризикові певною мірою умовний, оскільки для потенційного фінансового ризику властивий будь-який із перерахованих видів фінансових інструментів;

– фінансові інструменти з низьким рівнем ризику, — короткострокові боргові фінансові інструменти, що обслуговують ринок грошей, виконання зобов'язань за якими гарантовано стійким фінансовим станом і надійною репутацією позичальника (характеризується терміном "першокласний позичальник");

– фінансові інструменти з помірним рівнем ризику, що характеризують групу фінансових інструментів, рівень ризику за якими майже такий як середньоринковий;

– фінансові інструменти з високим рівнем ризику. До них належать фінансові інструменти, рівень ризику за якими суттєво перевищує середньоринковий;

– фінансові інструменти з дуже високим рівнем ризику ("спекулятивні") [25,71].

Серед інвесторів найбільш актуальним фінансовим інструментом залишаються акції, які являють собою цінний папір, що засвідчує участь її власника у формуванні статутного капіталу акціонерного товариства і дає право на отримання відповідної частки його прибутку у формі дивіденду і накопиченого капіталу. Для оцінки їх поточної вартості і прибутковості

необхідно враховувати тип акції (привілейовані або прості), визначений або невизначений термін її звернення, вид дивідендних виплат (зі стабільним, постійно зростаючим або вагається рівнем дивідендів).

Стратегії інвестування в акції обумовлені метою:

- отримувати фіксований дохід відразу. Для цього слід придбати акції з максимальною дивідендною прибутковістю. У більшості випадків це привілейовані акції;

- придбати акції на електронній біржовій площадці і чекати поки їх вартість збільшиться, щоб вигідно продати. В цьому випадку необхідно вибрати акції з максимальним потенціалом росту або вкласти свої заощадження в індексний ПФ. Досвідчені фінансисти віддають перевагу саме такої стратегії інвестування, так як після впевненого зростання акцій дохід від продажу помітно перевершить розмір будь-яких дивідендів.

Проте інвестування у акції носить як негативний так і позитивний характер. До позитивних сторін можна віднести надійність, захист від шахрайства, невеликі суми на старті інвестиції, прийнятна ліквідність (досить висока) та надійність. Недоліки акцій можна охарактеризувати як складність інвестування, оскільки, для будь-яких інвестицій потрібно розуміння процесу і нюансів.

Наступний недолік це доступність інвестування для більшості, не дивлячись на те, що хоча практично кожен може відкрити брокерський рахунок технічно, вивести на нього серйозну суму вийде не у всіх. Вимоги фінансового моніторингу і низький рівень податкової культури призводять до тінізації доходів. Через це, багато наших співгромадян просто не можуть вивести гроші з України.

І останній недолік, але дуже вагомий – це ризик втрати вартості активу. Цінні папери можуть досить різко втратити в ціні. Якщо за винятком форс-мажорних обставин таке не характерно для нерухомості та окремого бізнесу, то для акцій це реальність. Невдалий фінансовий звіт і цінні папери

втрачають в ціні. Невдалі дії уряду і ціна на фінансовий інструмент падає. При цьому, вартість цінних паперів може так і не відновитись.

Тому для вибору фінансового інструменту необхідно розробити такий алгоритм, який допоможе як досвідченому інвестору так і новачку проводити аналіз серед обраних інструментів та обирати найкращий для себе із мінімальним ризиком для себе.

## 1.2 Світовий та український досвід використання фінансових інструментів на фондових ринках

У період становлення економіки та сучасних умов господарювання можна спостерігати відсутність чітких стандартів щодо використання фінансових інструментів на фондовому ринку, внаслідок чого відбувається процес незадовільної динаміки. Кожна країна має змогу самостійно обирати та визначити свої власні методи та принципи контролю фондового ринку відповідно до визначених потреб та стану економіки країни, економічних показників та інших факторів впливу. Саме тому, динаміка використання фінансових інструментів на фондовому ринку та її вплив на регулювання стану національної економіки є досить актуальним питанням сьогодення.

Для забезпечення ефективного функціонування економіки країни та задоволення потреб фондового ринку необхідно мобілізувати усі тимчасово вільні фінансові інструменти та розподілити їх відповідно до запитів економічної системи. У такому випадку, формування фінансових інструментів відбувається шляхом залучення власних та подібних коштів, які визначаються як прибуток від основної діяльності, часткові вкладення, акціонерний капітал, цільові надходження та інші фінансові ресурси; ресурси, що надходять через нерозподільний механізм, до яких відносяться бюджетні субсидії, субвенції, страхове відшкодування; ресурси, які мобілізуються на фінансовому ринку в результаті операцій з цінними паперами [17].

Усі операції щодо купівлі-продажу на фондовому ринку відбуваються саме за допомогою фінансових інструментів. Фінансові інструменти можуть бути двох форм: короткостроковими та довгостроковими інвестуваннями. Основними з них є грошові кошти, акції, облігації, векселі, форвардні та ф'ючерсні контракти, свопи та інші похідні цінні папери.

Різні країни світу по своєму використовують фінансові інструменти відповідно до їх призначення. Наприклад, фінансовий сектор Німеччини характеризується банківською системою. Німецькі банки забезпечують потреби основної частини підприємств у їх довгостроковому капіталі. Саме тому, значна кількість населення має невелику частку цінних паперів і зберігає свої заощадження на банківському рахунку та страхових балансах. Таким чином, банки акумулюють тимчасово вільні фінансові ресурси населення та задовольняють потреби підприємств. На рисунку 1.2 зображено структуру використання фінансових інструментів у відсотковому співвідношенні.

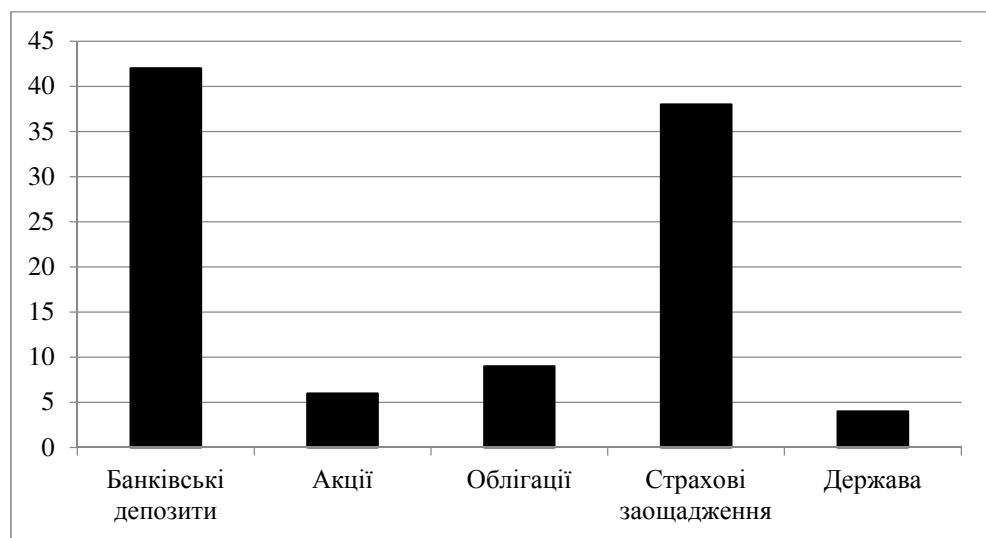


Рисунок 1.2 – Структура використання фінансових інструментів у Німеччині  
*Джерело: побудовано автором на основі [18].*

Прикладом та характерним показником щодо стану фондового ринку та використання акцій є індекс DAX, який розраховують на Франкфуртській

фондовій біржі. Даний показник показує рух акцій 30 найбільших компаній Німеччини, які складають його основу. Розраховують його як середньозважене по капіталізації цін акцій компаній, а також з урахуванням отриманих доходів за акціями у вигляді дивідендів, з подальшим прогнозованим реінвестуванням в акції.

Отже, індекс DAX показує сумарний дохід по капіталу. У такому випадку, чим більше значення DAX, тим кращий рівень розвитку на ринку акцій, що має позитивний вплив на формування економіки держави [1.3].



Рисунок 1.3 – Динаміка індексу DAX в період 2017-2020 років

*Джерело: побудовано автором на основі статистичних даних [18].*

Проаналізувавши рисунок 1.6 можна спостерігати, що у першому кварталі 2017 року відбувався спад індексу DAX, що відображає негативний вплив світової фінансової кризи на економіку Німеччини. Проте в подальшому відбувався ріст індексу DAX незначним темпом, але впевнено протягом другого, третього, четвертого кварталу 2019 року та протягом 2018 року. У першій половині 2019 року відбувалися незначні коливання, які характеризували стійкий стан економіки держави. Проте, у третьому кварталі 2019 року відбувся різкий спад, що є показником того, що ринок акцій знизив рівень дохідності 30 найбільших компаній. У 2020 році у першому кварталі

можна побачити негативний вплив карантину на динаміку індексу у зв'язку із Covid19 [8].

Акції на німецькому фондовому ринку характеризуються позитивною динамікою у середньостроковій та довгостроковій перспективі. Таким чином, показники дохідності та рентабельності залишаються привабливими у порівнянні з іншими країнами. Прибутковість облігацій майже така сама, як в інших країнах європейської зони. Німецьке правління випускає такі види облігацій:

- Bundesanleihen;
- Bundesobligatione.

Допоміжними фінансовими інструментами є двомісячні казначейські ноти, піврічні федеральні без купонні облігації та фінансові векселя. Німецькі облігації державного призначення мають найбільший термін погашення, який складає 30 років.

Вклади в акції Німеччини у 2019 році забезпечили дохід інвесторів у 9,5%. У 2020 році уряд Німеччини планує розмістити довгострокові облігації на суму 180 мільярдів євро та короткострокових фінансових інструментів на суму 90 мільярдів євро. Попри це, можна спостерігати зниження темпів росту економіки держави та збільшення обсягу витрат на підтримку банківської системи, у той час, як планова сума боргу цінних паперів у 2019 році складала 250 мільярдів євро, що на 30 мільярдів менше ніж у 2018 році.

Одними із найпопулярніших фінансових інструментів економіки Німеччини є банківські облігації Пфандбріфи. Вони являють собою заставне свідоцтво, внаслідок якого відбувається кредитування під заставу нерухомого майна. Пфандбріфи поділяються на іпотечні (24%) та публічні (76%). Випускати такі облігації може лише 40 фінансових установ, з них – 20 приватних іпотечних банків, 18 державних кредитних установ та 2 приватних банки. На сьогодні, даний вид облігацій займає найбільшу частку на ринку корпоративних прав Німеччини.

Проаналізувавши рисунок 1.4 можна спостерігати структуру основних інвесторів на ринку Німецьких облігацій, якими виступають банки, іноземні інвестори та населення. У значній мірі, економіка держави побудована на основі сильної банківської системи, яка має змогу мобілізувати свої фінансові інструменти та реінвестувати їх для отримання максимально вигідного економічного ефекту.

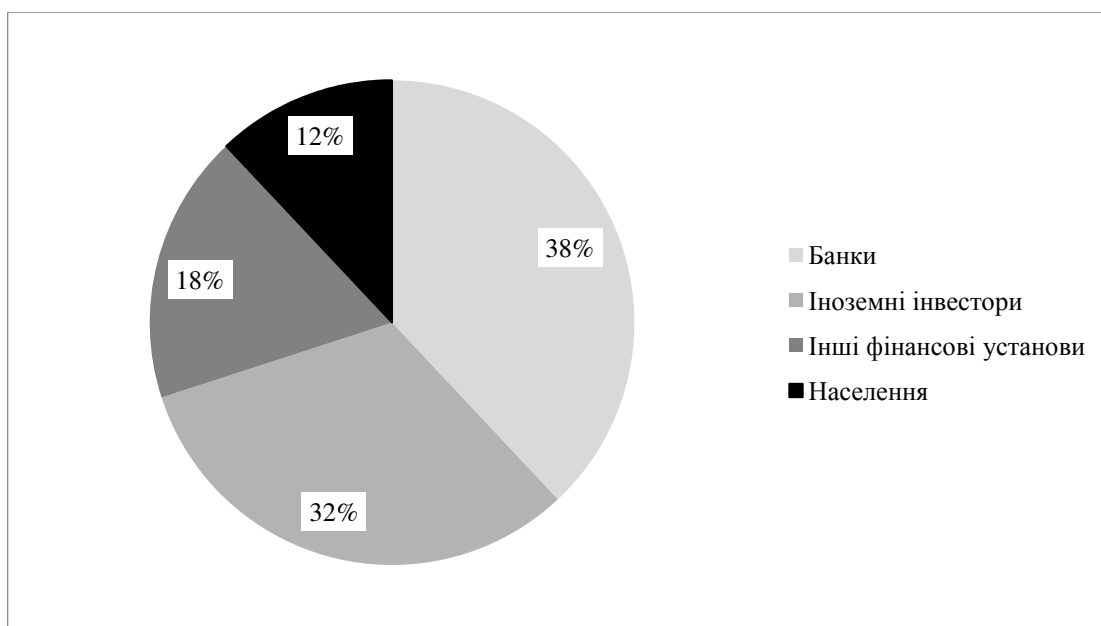


Рисунок 1.4 – Структура інвесторів на ринку Німецьких облігацій

*Джерело: побудовано автором на основі [19].*

Використання фінансових інструментів має свої характерні особливості у регулюванні національної економіки США. Регулятором економіки США є Федеральна резервна система, яка виступає Центральним банком. Вона є приватною незалежною системою банків та контролюється лише урядом. Основними завданнями ФРС є проведення контролю за грошовими потоками та кредитами. У тому випадку, якщо ділова активність зменшується, то ФРС має сприяти збільшенню кредитів та грошових потоків. У тому випадку, якщо спостерігається інфляція то дії ФРС спрямовані на мінімізацію негативних наслідків. Досягнення позитивного результату відбувається внаслідок зміни активів, до яких відносять державні цінні папери та векселя.

Внаслідок зміни облікової ставки ФРС має змогу контролювати резерви комерційних банків, внаслідок чого відбувається регулювання попиту і пропозиції грошових потоків.

Основним показником, який використовують для оцінки динаміки розвитку фондового ринку США є індекс Доу-Джонса. Для розрахунку даного індексу використовують ціну акцій 30 найбільших компаній США. Динаміка індексу Доу-Джонса зображена на рисунку 1.5.

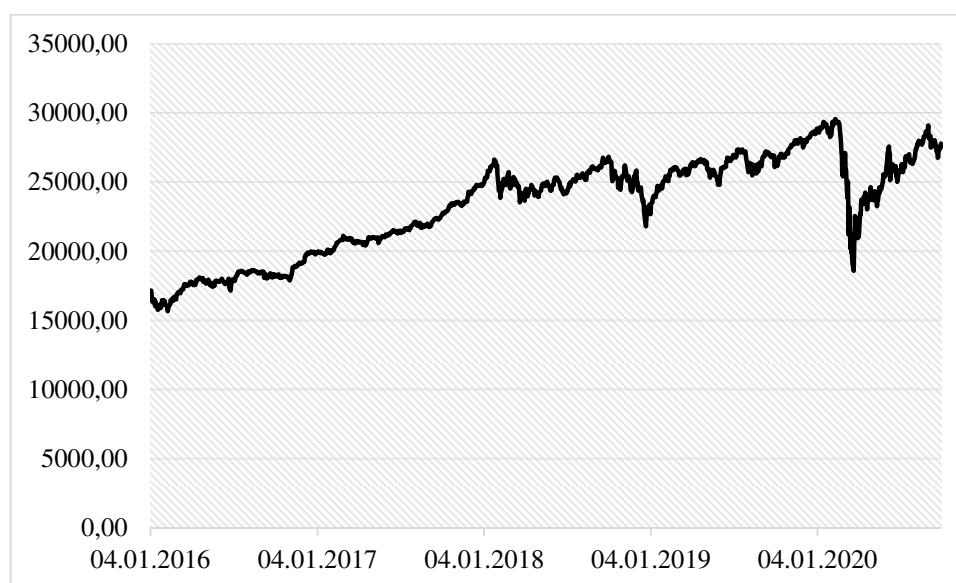


Рисунок 1.5 – Динаміка індексу Доу-Джонса в період з 2016 по 2020 роки  
Джерело: побудовано автором на основі [18].

Проаналізувавши рисунок 1.5 можна спостерігати спад індексу у січні 2017 року, який відбувався внаслідок фінансово-економічної кризи з осені 2016 року. Протягом 2017-2019 років можна спостерігати активний ріст індексу. У другому кварталі 2019 року показано максимальне значення за останні три роки. У четвертому кварталі 2019 року індекс Доу-Джонса показує незначний спад, але залишається на високому рівні у порівнянні з 2017 роком, що характеризує відновлення національної економіки США. У березні 2020 року спостерігається значне падіння індексу через карантин у зв'язку із Covid19. Але починаючи із кінця першого кварталу показник індексу поступово зростає і у серпні досягає піку майже як у другому кварталі 2019 року.



Корпорації у видобувній промисловості та комунальна сфера забезпечують основну частку акцій на ринку внаслідок своєї високої ємності капіталу та витратами на працю. Принципи розміщення облігацій на ринку США мають специфічні характеристики. Майже усі позики прийнято розміщувати на первинному ринку. Величина випуску корпоративних облігацій майже у півтора рази більше ніж вартість акцій на ринку. Облігації використовують з метою акумулювання грошових коштів, що превалюють над акціями. Емісія акцій є більш складним процесом, який потребує дотримання інтересів діючих акціонерів. Витрати на формування облігацій є меншими, ніж відсотки які сплачують з валового доходу, а не чистого [20].

Стосовно фінансових інструментів фондового ринку України то, їх можна класифікувати за декількома основними критеріями: за порядком розміщення (видачі), формою існування, формою випуску, перебуванням у цивільному обороті й за типом емітентів.

На рисунку 1.6 зображено частку фінансових інструментів у розвитку фондового ринку України.

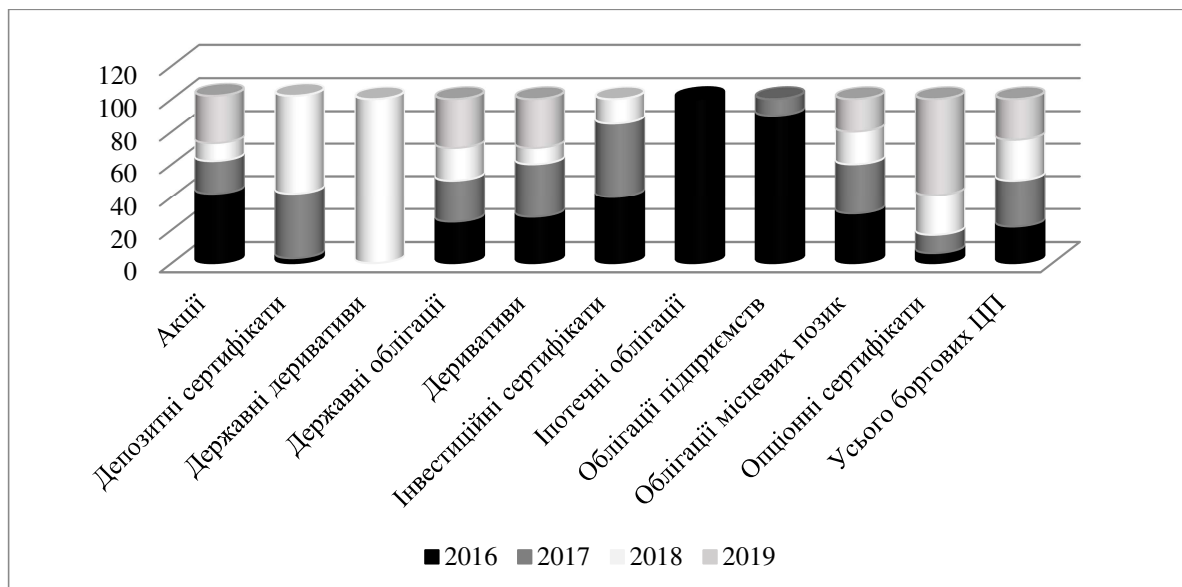


Рисунок 1.6 – Динаміка нових фінансових інструментів фондового ринку України зміни протягом 2016–2019 років

*Джерело: побудовано автором на основі [21].*

Проаналізувавши рисунок 1.6 можна стверджувати, що торгівля акціями не відіграє значну роль в розвитку фондового ринку, оскільки динаміка зміни їхньої частки протягом 2016–2018 рр. коливалася у межах від 0,9% до 4,1%. Частка боргових цінних паперів у цей же період охоплювала від 94,8% до 98,9%, з яких найбільший сегмент займали державні облігації, їхня частка перебувала у межах від 87,2% до 91,2%.

Нестабільна динаміка частки контрактів деривативів протягом чотирьох досліджуваних років залишила її в 2019 р. на рівні 2016 р., що становить це приблизно 1,5% від загального обсягу біржових контрактів.

Усі інші боргові цінні папери на кінець 2019 р. мають частку менше 1%. Таким чином, держава виступає основним учасником на фондовому ринку України.

Впродовж 2016–2019 рр. обсяг торгівлі цінними паперами загалом, борговими цінними паперами та акціями зокрема постійно знижувався відносно попереднього року, а в 2019 р. порівняно з 2016 р. зменшився у 3,0, 2,9 та 5,1 рази відповідно (рис. 1.7).

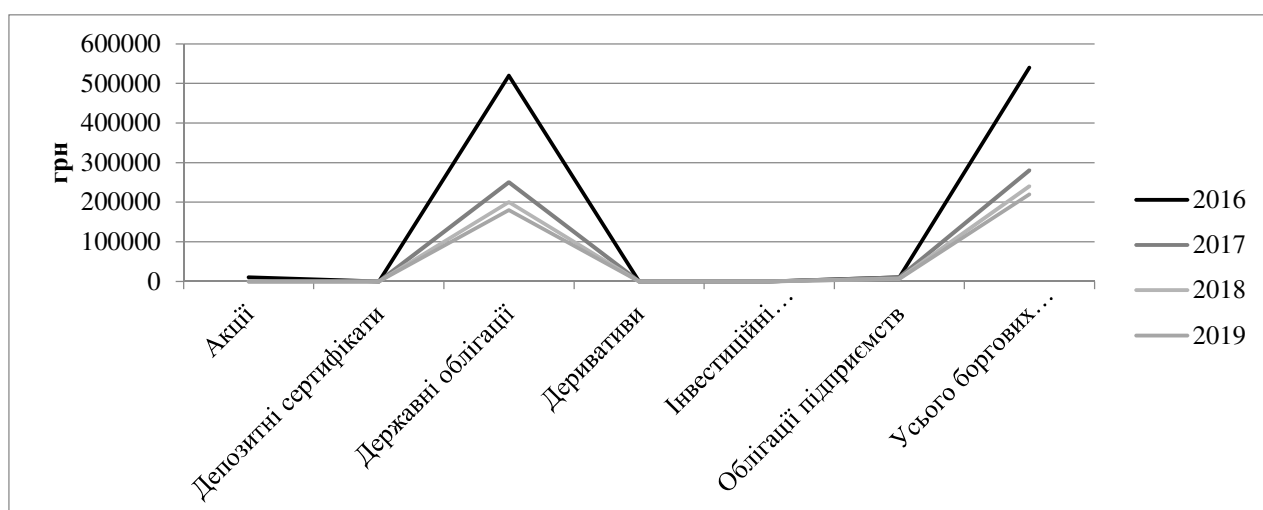


Рисунок 1.7 – Динаміка торгівлі цінними паперами на фондовому ринку України протягом 2016-2019 років у грн

Джерело: побудовано автором на основі [18].

З усіх боргових цінних паперів протилежну загальній динаміку демонстрували опціонні та депозитні сертифікати, проте якщо обсяги контрактів на опціонні сертифікати за чотири роки зросли у 5,2 рази, то динаміка депозитних після трирічного періоду росту у 10,3 рази у 2019 р. проти 2016 р. обривається у 2018 р., у якому на них контракти не укладалися.

Динаміка використання акцій (рис.1.8) у 2010–2019 рр. мала значно більший сегмент, аніж у 2017–2019 рр., коли перебувала в межах від 31,3% до 40,2%.

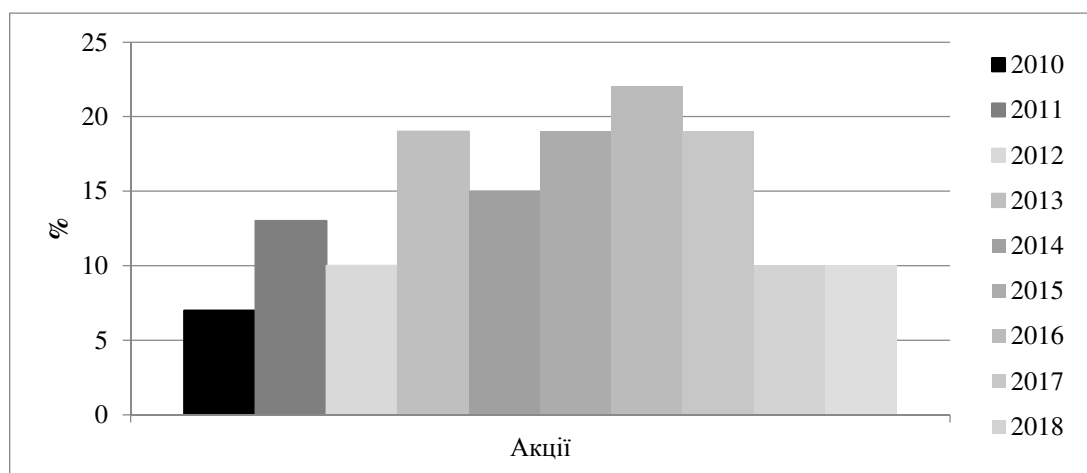


Рисунок 1.8 – Динаміка акцій на фондовому ринку протягом 2010-2019 років  
Джерело: побудовано автором на основі [18].

Проаналізувавши усе вище зазначене, можна зробити висновок, що динаміка фінансових інструментів охоплювали протягом 2016–2019 років понад 95% фондового ринку. Саме це констатує про значне зниження потреби українських підприємств в акціях, особливо у порівнянні з 2010–2019 роками.

За роки свого становлення фондовий ринок України не став повноцінним джерелом фінансування потреб економіки, а за дві хвили кризи 2008—2011 рр. (як наслідок впливу загальносвітової кризи) і 2014—2015 рр. (наслідок дії ендегенних чинників) його падіння ще більше поглибилися. Окрім цього низький фондовий ринок України можна охарактеризувати в

цілому як нізкоконкурентним, що також спричиняє ще більшу його деградацію.

Дослідження використання фінансових інструментів для регулювання національної економіки на прикладі передових країн світу (Німеччина, Сполучені Штати Америки) дає змогу сказати, що кожна країна має в своєму розпорядженні чимало фінансових інструментів. Окремий інструмент держава застосовує на тому етапі, на якому він буде актуальним і сприятиме максимальному економічному ефекту.

Законодавча дерегуляція біржової діяльності в країнах ЄС, в особливості у Німеччині, та США суттєво покращила стан фінансового ринку в цих регіонах. Надання більшої свободи регуляції самим фондовим біржам та їх об'єднанням, таким як Euronext, робить систему регулювання діяльності фондових бірж більш ефективною та гнучкою, здатною пристосовуватися до змін на фондовому ринку швидше, ніж це відбувалось би в умовах законодавчого регулювання. Імплементация такого підходу в Україні може позитивно вплинути на розвиток української економіки.

### 1.3 Характеристика джерел вихідних даних для проведення порівняльного аналізу динаміки фінансових інструментів на фондових ринках

Фінансовий ринок України є дуже молодим, через це тільки починають розвиватися деякі фінансові інструменти або взагалі не застосовуються в нашій країні. Це повинно заохочувати провадження фінансових змін у українському законодавстві враховуючи міжнародні фінансові інструменти та стандарти.

Основними джерелами для аналізу фінансових інструментів, їх аналітики та проведення порівняльного аналізу є:

Investing.com [26] — це платформа з доступом до фінансових ринків, де можна в режимі реального часу переглядати дані, котирування, графіки,

фінансові інструменти, останні новини та аналітику по 250 бірж світу в 44 версіях на різних мовах. Відвідуваність порталу налічує понад 21 мільйони користувачів в місяць і понад 180 мільйонів сесій. На цьому сайті зібрана вся необхідна інформація про світові фондові ринки, криптовалюту, світові індекси, світову валюту, облігації, фонди та процентні ставки, ETF, ф'ючерси та опціони.

libertex.fxclub.org [27] — багатонаціональний бренд з 23 річним досвідом роботи на фінансовому ринку та в онлайн торгівлі, який допомагає торгувати акціями, валютою, індексами, сировиною, золотом, газом. У своїй структурі налічує понад 280 фінансових інструментів.

iq-option.com [28] — це торгова площадка, на якій можна почати шлях у світ трейдингу. Містить у собі такі інструменти: CFD на валютні пари, CFD на акції, CFD на сировинні товари, CFD на криптовалюта, CFD на ETF, Бінарні опціони, Digital-опціони.

fxpro.com [29] — пропонує контракти на різницю (CFD) по 6-ти класами активів: форекс, акції, індекси, ф'ючерси, метали та енергоресурси.

Forex MetaTrader 4 — це найпопулярніша торгова платформа для форекс-трейдингу. Завдяки широкому набору інструментів і зручному інтерфейсу підходить як новачкам, так і професійним трейдерам. Містить бібліотеку безкоштовних індикаторів, радників і скриптів, а також має власну мову програмування MQL4, який дозволяє створювати торгових роботів і індикатори з індивідуальними настройками. У клієнтському терміналі MetaTrader 4 реалізований сервіс «торгових сигналів», що дозволяє не тільки копіювати угоди успішних трейдерів, а й самому стати провайдером сигналів і продавати їх необмеженій кількості передплатників.

MetaTrader 5 — це професійний програмно-аналітичний комплекс забезпечить вам доступ до всіх типів ринків з однієї точки. Пропонуються сервіси фінансової інформації та актуальних новин, аналітичні та технічні інструменти, 21 торговий таймфрейм та опції для індивідуального налаштування.

fidelity.com [30]— торгова платформа Active Trader зроблена Fidelity Investments для забезпечення прямого доступу до ринку. Користувачі цієї платформи можуть отримувати потокові котирування в режимі реального часу та повну інформацію про обсяги ринкової ліквідності на десяти рівнях.

Торгова платформа Binomo [31] вже добре відома і чудово зарекомендувала себе. Це зручний і функціональний, але дуже простий термінал у розробці для торгівлі бінарними опціонами. Платформа працює тільки в режимі онлайн. Брокер розміщує платформу в приватному кабінеті трейдера. Для аналізу ринку в платформі розміщена цінова діаграма, зовнішній вигляд якої може бути змінена. Торгова платформа Binomo відрізняється дуже швидким виконанням замовлень трейдера.

Торгова платформа CDFs & FX [32] пропонується іспанським брокером Ahorro Corporacion Financiera, і дає можливість торгувати CFD і в Forex найбезпечнішими і оптимальними методами. Платформа пропонує більше 40 валютних пар, індекси та товари.

FOREX Trader Pro [33] платформа надає розширені можливості торгівлі, такі як професійні інструменти для формування діаграм, багатоцільового дослідження та аналізу. Також платформа FOREX Trader Pro надає можливість торгувати валютами (50 пар), CFD, товарами та металами.

dukascopy.com [34] — торгова платформа для доступу до торговельного місця швейцарського Форекс (SWFX). У платформі JForex трейдери можуть створювати і тестувати власні торгові стратегії, використовуючи прозорі котирування цін. Торгова платформа JForex надає багато видів торгових замовлень і передових інструментів управління замовленнями.

investfunds.ru [35] — сайт про інструменти для приватних інвесторів. На порталі представлена інформація по акціях, облігаціях, пайовим фондам, ETF і криптоактивам.

Bloomberg L.P. [36] - один з двох провідних постачальників фінансової інформації для професійних учасників фінансових ринків.

Основний продукт - Bloomberg Terminal, через який можна отримати доступ до поточних і історичним цінами практично на всіх світових біржах і багатьох позабіржових ринках, стрічці новин агентства Bloomberg і інших провідних засобів масової інформації, системі електронної торгівлі облігаціями та іншими цінними паперами.

Крім Bloomberg Terminal, важливим продуктом є сімейство спеціалізованих телевізійних каналів BloombergTV (по окремому каналу для всіх основних ринків), журнали Bloomberg Markets, Bloomberg BusinessWeek, сайти Bloomberg.com і BusinessWeek.com, додатки для мобільних пристроїв і радіо BloombergRadio.

Компанія Bloomberg була заснована Майклом Блумбергом в 1981 році. Є приватною компанією: Майкл Блумберг викупив в липні 2008 року 20% компанії у Merrill Lynch, і зараз засновнику належить 88% акцій. В даний час головний офіс знаходиться в будівлі Bloomberg Tower в Нью-Йорку.

Сьогодні сфера IT-індустрії в умовах карантину розвивається найшвидше, модернізуючись та знаходячи способи переміщення виробництва на віддалену роботу. На другому місці за розвитком знаходиться сфера кіномистецтва. Багато компаній з кінематографу створюють сервіси мережевої трансляції бібліотеки кінофільмів та телепередач для конкуренції між компаніями та зацікавлення більшої кількості споживачів.

Для розробки методу порівняльного аналізу були обрані фінансові інструменти – акції із шести найвідоміших компаній у світі із IT галузі та індустрії розваг. Apple Inc [37] — американська технологічна компанія з офісом у Купертіно (Каліфорнія), яка проектує та розробляє побутову електроніку, програмне забезпечення й онлайн-сервіси [37]. Графічно динаміка цін на акції компанії за 2017-2020 рр. представлені на рисунку 1.9.



Рисунок 1.9 – Динаміка цін на акції Apple Inc. на платформі Investing.com

Tesla Inc [38] — американська автомобільна компанія-стартап із Кремнієвої долини. Орієнтована на дизайн, виготовлення та продаж електромобілів, та компонентів до них. Головний виробничий об'єкт — завод Tesla. Названа на честь всесвітньо відомого електротехніка й фізика Ніколи Тесли [38]. Графічно динаміка цін на акції компанії за 2017-2020 рр. представлені на рисунку 1.10.



Рисунок 1.10 – Динаміка цін на акції Tesla Inc на платформі Investing.com

Alphabet Inc [39] — міжнародний конгломерат компаній, створений 2 жовтня 2015 року американськими програмістами і підприємцями Ларрі Пейджем та Сергієм Брінном, до якого увійшла компанія Google та інші компанії, якими вони володіли безпосередньо або через Google [39].



Графічно динаміка цін на акції компанії за 2017-2020 рр. представлені на рисунку 1.11.



Рисунок 1.11 – Динаміка цін на акції Alphabet Inc на платформі Investing.com

The Walt Disney Company [40] — одна з найбільших корпорацій індустрії розваг у світі. Заснована 16 жовтня 1923 братами Волтером і Роєм Діснеями як невелика анімаційна студія, станом на червень 2015 року є однією з найбільших голлівудських студій, власником 11-ти тематичних парків і двох аквапарків, а також декількох мереж телерадіомовлення, до числа яких відноситься Американська телерадіомовна компанія (Ей-Бі-Сі)[40]. Графічно динаміка цін на акції компанії за 2017-2020 рр. представлені на рисунку 1.12.

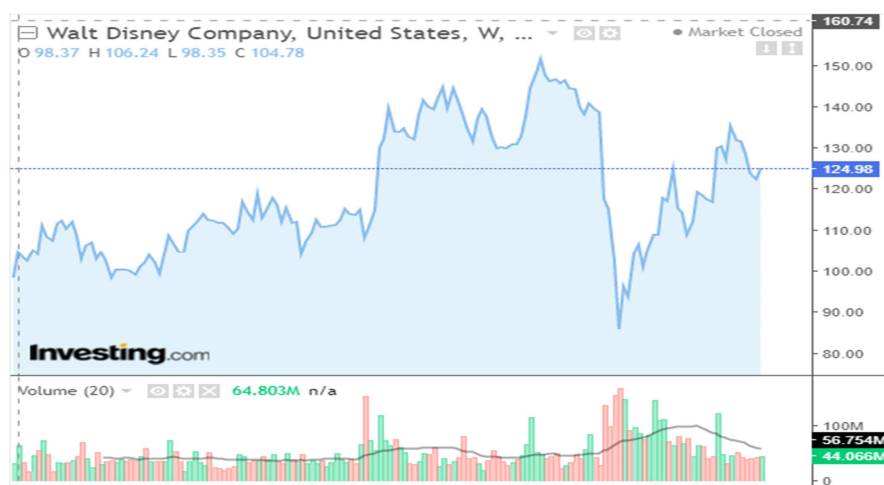


Рисунок 1.12 – Динаміка цін на акції The Walt Disney Company на платформі Investing.com

Netflix Inc [41] — американський провайдер медійних послуг та продюсерська компанія. Станом на квітень 2020 року, «Netflix» налічує 182 млн передплатників по всьому світу, з них 69 млн у США. «Netflix» доступний у всіх країнах і регіонах окрім континентального Китаю (через місцеві обмеження), Ірану, Сирії, Північної Кореї та АР Крим (через санкції США). Офіси компанії також розташовані в Бразилії, Нідерландах, Індії, Японії та Південній Кореї. «Netflix» є членом Американської асоціації кінокомпаній (ААК). Виробництво та поширення вмісту компанією теж відбувається по всьому світу [41]. Графічно динаміка цін на акції компанії за 2017-2020 рр. представлені на рисунку 1.13.



Рисунок 1.13 – Динаміка цін на акції The Walt Disney Company на платформі Investing.com

Sony Corporation [42] є однією з найбільших у світі медійних компаній. Sony займається випуском побутової та професійної електроніки та іншої високотехнологічної продукції (рис. 1.14). Крім того Sony є однією з найбільших у світі медійних компаній, володіючи звукозаписною маркою Sony BMG (спільно з компанією Bertelsmann), кіностудіями Columbia Pictures і TriStar Pictures, а також повним архівом фільмів компанії MGM (спільно з компанією Comcast) [42].



Рисунок 1.14 – Динаміка цін на акції Sony Corporation на платформі Investing.com

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ

2.1 Сутність та використання методів статистичного аналізу для характеристики динаміки фінансових інструментів

У статистичному аналізі загалом, та, фондового ринку, зокрема, важливим є дотримання певної послідовності етапів. Це значною мірою сприяє якості результатів аналізу та раціональному використанню ресурсів для його проведення.

Найпершим і одним з найважливіших етапів будь-якого статистичного аналізу є визначення структури даних, їх класифікації, розподілу і перетворення даних. Для коректного застосування того чи іншого методу особливу увагу в проведенні статистичного аналізу приділяють виду досліджуваної випадкової величини та законам їх розподілу. Основою статистичного аналізу є сукупність інформації щодо досліджуваного об'єкта (дані). Їх класифікація потрібна для того, щоб обрати найбільш доречний для їх аналізу метод. Набори даних класифікують за такими критеріями:

- 1) кількість ознак, якими описують досліджуваний об'єкт (одномірні і багатомірні дані);
- 2) можливість упорядкування даних в часі (просторові дані, динамічний ряд, просторово-динамічні дані);
- 3) шкала виміру ознаки (якісні (номінальні та порядкові), кількісні (дискретні та неперервні));
- 4) способи отримання інформації (первинні та вторинні дані).

Одномірні дані (одна ознака) містять інформацію лише про одну ознаку щодо кожної одиниці сукупності. Для характеристики цієї ознаки використовують такі методи: розрахунок середніх показників та показників

варіації; групування даних і побудова варіаційних рядів; графічне представлення; класифікація та виявлення аномальних значень.

Багатомірні дані (дві і більше ознаки) містять значення декількох ознак щодо кожної одиниці сукупності (наприклад, на сайті АТ «ФОНДОВА БІРЖА ПФТС» є інформація про останні офіційні котировки на ФБ ПФТС за результатами торгової сесії: код, назва, остання офіційна котировка, тип, площадка). Такі дані аналізують за допомогою наступних методів: визначення основних характеристик за кожною ознакою; аналіз наявності та ступеня залежностей між цими ознаками; вивчення видів залежності однієї змінної від інших; класифікації спостережень для отримання однорідних груп та виявлення аномальних значень ознаки; аналіз динамічних рядів та прогнозування.

Якісні (атрибутивні) дані характеризують властивості одиниці статистичної сукупності, які не визначити кількісно. Такі ознаки вимірюють за номінальною та порядковою шкалами (табл. 2.1).

Кількісні (числові) дані – це показники, виражені числами, їх отримують через вимірювання або підрахунки. Вони вказують на обсяги явища. Такі ознаки вимірюють за метричною шкалою і їх поділяють на дискретні та неперервні (табл. 2.1).

Відповідно до іншої класифікації ознаки метричної шкали поділяють на ознаки адитивної та відносної шкали. Відмінність між ними – це поняття істинного нульового значення. Його суть тому, що значення нуль за відотною шкалою – це відсутність явища (наприклад, заробітна плата), на відміну від ознаки за адитивною шкалою (температура  $0^{\circ}$  не означає її відсутність). Детальніше про шкали у [43, с. 11-12].

Дуже важливим аспектом користування числовою інформацією є розуміння принципів її збору та методології обчислення показників. Таке розуміння забезпечують метадані – опис статистичних концепцій, змінних та алгоритмів перетворення первинних даних в інформацію (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Характеристика шкал вимірювання ознак

Назва	Опис	Показники описової статистика	Приклад	Представлення
<i>Якісні дані</i>				
Номінальна шкала	Назви та категорії, які не можна впорядкувати	Частота, мода	Вид економічної діяльності, організаційна форма бізнесу	Стовпчикова, секторна діаграми; атрибутивний ряд розподілу; таблиця спряженості
Порядкова шкала	Назви та категорії, які можна впорядкувати	Частота, мода, медіана	Рівень ризику від провадження бізнесу: високий, середній, незначний	
<i>Кількісні дані (метрична шкала):</i>				
Дискретні ознаки	Цілі числа	Частота, мода, медіана, показники варіації, асиметрії та ексцесу	Кількість філій або місцевих одиниць у підприємства, кількість різних видів економічної діяльності	Стовпчикова діаграма, гістограма, боксплот ряді розподілу: дискретний та неперервний
Неперервні ознаки	Набуває будь-яких значень у визначених межах		Чистий прибуток/збиток, середня вартість активів, власний капітал	

*Джерело: Складено за: [43, 44, 45, 46, 47]*

Далі у цьому розділі детальніше розглянемо прийоми попереднього етапу статистичного аналізу кількісних даних: створення рядів розподілу, побудова гістограм та боксплотів, обчислення показників описової статистики, цензурування і перетворення статистичних сукупностей.

Перше уявлення про досліджувану сукупність дає її візуальне представлення. Тому першим кроком для аналізу числової інформації є створення ряду розподілу та побудова гістограми. Ряд розподілу – це сукупність, впорядкована у групи за певною ознакою. Це таблиця, яка складається з двох стовпців – варіант ( $x$ ) і частот ( $f$ ).

Для аналізу ряду розподілу використовують такі аналітичні показники:

- 1) середина інтервалу – півсума верхньої та нижньої меж інтервалу;

2) частка ( $w_i$ ) – відносна частота; частота, розділена на обсяг сукупності;

3) кумулятивна частка ( $Cum_i$ ) – сума часток даного інтервалу та всіх попередніх;

4) щільність інтервалу ( $g_i$ ) – відношення частоти інтервалу до його ширини; її використовують для рядів розподілу з нерівними інтервалами.

Залежно від виду ряду розподілу варіанти є категоріями (атрибутивний ряд розподілу), цілими числами (дискретний) або інтервалами (інтервальний ряд розподілу).

Створення атрибутивного та дискретного рядів розподілу передбачає підрахунок кількості одиниць сукупності із заданим значенням варіанта (детальніше про це, наприклад у [43, с. 83-86]). Для побудови інтервального ряду розподілу необхідно вирішити низку питань. Перша за все, визначити, скільки інтервалів доцільно утворити та якою має бути їх ширина. Використання цих способів детально описані, наприклад, у [43, с. 72-76, 86-98].

У програмі Excel побудувати ряд розподілу можна декількома способами (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Способи побудови ряду розподілу у програмі Excel

Спосіб побудови	Примітки
Формула масиву FREQUENCY	<ul style="list-style-type: none"> <li>• треба задати межі інтервалів;</li> <li>• перевагою цього способу є те, що при зміні значень сукупності програма сама коригує розрахунки</li> </ul>
Вбудований пакет аналізу Data Analysis / Hystogram	<ul style="list-style-type: none"> <li>• інтервали Excel називає скринями (bins)</li> <li>• межі інтервалів краще також задати, хоча можливий варіант, коли Excel сам їх визначає як відношення розмаху варіації до кількості інтервалів;</li> <li>• на нашу думку, варто таки задати інтервали самостійно, бо за замовчуванням Excel виставляє ширину першого інтервалу так, щоб його частота дорівнювала 1, тож ширина першого інтервалу буде відрізнятися від інших і це вже не буде ряд розподілу з однаковими інтервалами;</li> <li>• Excel буде гістограму, якщо вибрати опцію Chart output</li> </ul>

## Продовження таблиці 2.2

Спосіб побудови	Примітки
Функції DCOUNT, DAVERAGE та COUNTIFS, AVERAGEIFS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DCOUNT, COUNTIFS – дають кількість одиниць сукупності, які відповідають заданим умовам;</li> <li>• DAVERAGE, AVERAGEIFS – дають середнє значення одиниць сукупності, які відповідають заданим умовам;</li> <li>• корисні для створення аналітичного ряду розподілу</li> </ul>

*Джерело: Складено за: [43-49]*

Для представлення/візуалізації ряду розподілу використовують такі графіки: гістограму, полігон частот, кумуляту, огіву, боксплот (див. табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Способи візуалізації ряду розподілу у програмі Excel

Діаграма	Примітка
Гістограма	<ul style="list-style-type: none"> <li>• показує розподіл даних в розрізі інтервалів значень (або часових періодів);</li> <li>• висота кожного прямокутника вказує на частоту, частку (щільність) інтервалу, над яким він знаходиться;</li> <li>• показує форму розподілу, пропуски у значеннях, нетипові одиниці сукупності;</li> <li>• якщо середини верхніх сторін прямокутників з'єднати відрізками прямої, утвориться полігон частот</li> </ul>
Кумулята	<ul style="list-style-type: none"> <li>• полігон кумулятивних частот;</li> <li>• використовують зокрема для виявлення квантилів розподілу;</li> <li>• якщо поміняти місцями ординати кумуляти, отримаємо огіву</li> </ul>
Боксплот (коробковий графік)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• представляє: максимальне та мінімальне значення, перший та третій квартилі й медіану;</li> <li>• показує асиметричність розподілу та її напрям;</li> <li>• дозволяє виявити нетипові значення та розмах варіації;</li> <li>• можна представити декілька розподілів на одному графіку;</li> <li>• його можна розташувати горизонтально та вертикально;</li> <li>• варто розглядати разом із гістограмою розподілу</li> </ul>

*Джерело: Складено за: [43-49]*

Показники описової статистики визначають на попередньому етапі статистичного дослідження. Разом з гістограмами вони забезпечують



кількісне уявлення про тип та характер розподілу. Розрізняють такі групи показників: 1) центру розподілу; 2) варіації; 3) форми розподілу.

Показники центру розподілу для незгрупованих даних

До показників першої групи віднесемо найбільше та найменше значення, середні величини та квантилі розподілу (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Показники центру розподілу

Показник	Функція Excel	Суть показника
Найбільше значення (max)	MAX, MAXA, LARGE	Найбільше значення в сукупності
Найменше значення (min)	MIN, MINA, SMALL	Найменше значення в сукупності
Мода (Mo)	MODE	Значення, яке в сукупності зустрічається найчастіше. Ряди розподілу поділяють на одно-, дво-, моно- та багатомодальні
Медіана	MEDIAN	Ділить сукупність на дві рівні частини
Середні: Арифметична	AVERAGE, AVERAGEA,	Середнє значення; початковий момент першого порядку
Гармонійна	HARMEAN	Обернена до середньої арифметичної з обернених величин
Геометрична	GEOMEAN	Корінь n-го ступеня з n множників
Квантилі: квартилі ( $\xi_{0,25}$ , $\xi_{0,5}$ , $\xi_{0,75}$ ) децилі ( $\xi_{0,1}$ , $\xi_{0,2}$ , ..., $\xi_{0,9}$ ) процентилі ( $\xi_{0,01}$ , $\xi_{0,02}$ , ..., $\xi_{0,99}$ )	QUARTILE  PERCENTILE	Ділять сукупність відповідно на 4, 10 та 100 рівних частин
k-й початковий момент	–	Узагальнююча формула для розрахунку показників ряду розподілу

*Джерело: Складено за: [43-49]*

Показники варіації для незгрупованих даних

Показниками другої групи є розмах варіації, міжквартильна ширина, середнє лінійне відхилення та середнє квадратичне відхилення (табл. 2.5).

При виборі статистичних показників для аналізу слід враховувати поняття робастності. Це нечутливість до нетипових значень. Зокрема, медіана є центром розподілу і на неї ніяк не впливають аномально великі чи малі значення ознаки.

Таблиця 2.5 – Показники варіації для незгрупованих даних

Показник	Функція Excel	Суть показника
Розмах варіації	MAX - MIN	Різниця між найбільшим та найменшим по сукупності
Міжквартильна ширина	QUARTILE <sub>0,75</sub> – QUARTILE <sub>0,25</sub>	Різниця між найбільшим та найменшим 50 % сукупності
Середнє абсолютне відхилення	AVEDEV	Середнє абсолютних значень відхилень варіантів від середньої арифметичної
Дисперсія для генеральної сукупності	VAR	Середнє квадратів відхилень варіантів від середньої арифметичної
Дисперсія для вибірки	VARA	
Середнє квадратичне відхилення	STDEV	

Джерело: Складено за: [43-49]

Для розрахунку ж середньої арифметичної використовують всі значення ознаки, тому її величина дуже чутлива до нетипових значень. Тому при аналізі розподілів із сильною асиметрією як центр розподілу використовувати медіану.

Саме зазначені базові речі та підходи дозволяють виявити особливості статистичного аналізу даних на сучасному фондовому ринку з його основними етапами та підходами до систематизації показників.

Проведемо статистичний аналіз вибраних часових рядів [35]. Вхідними даними для дослідження є щоденні, щотижневі та щомісячні ціни за період з 11.09.2017 до 08.09.2020 року з офіційного сайту Investing.com [26].

Введемо наступні позначення для обраних часових рядів (ЧР):

$$Z^i = \langle z_{d,w,m}^i \rangle; i \in \overline{1,6}, \quad (2.1)$$

де  $z_d^1$  – ціна на акції компанії Apple Inc., за день  $d$ ;  $d = \overline{1,754}$ ;  $z_d^2$  – ціна на акції компанії Tesla Inc., за день  $d$ ;  $d = \overline{1,754}$ ;  $z_d^3$  – ціна на акції компанії

Alphabet Inc., за день  $d$ ;  $d = \overline{1,754}$ ;  $z_d^4$  – ціна на акції компанії The Walt Disney Company, за день  $d$ ;  $d = \overline{1,754}$ ;  $z_d^5$  – ціна на акції компанії Netflix Inc., за день  $d$ ;  $d = \overline{1,754}$ ;  $z_d^6$  – ціна на акції компанії Sony Corporation, за день  $d$ ;  $d = \overline{1,754}$ .

Візуальне представлення наведених вище часових рядів наведено на рис. 2.1-2.6.

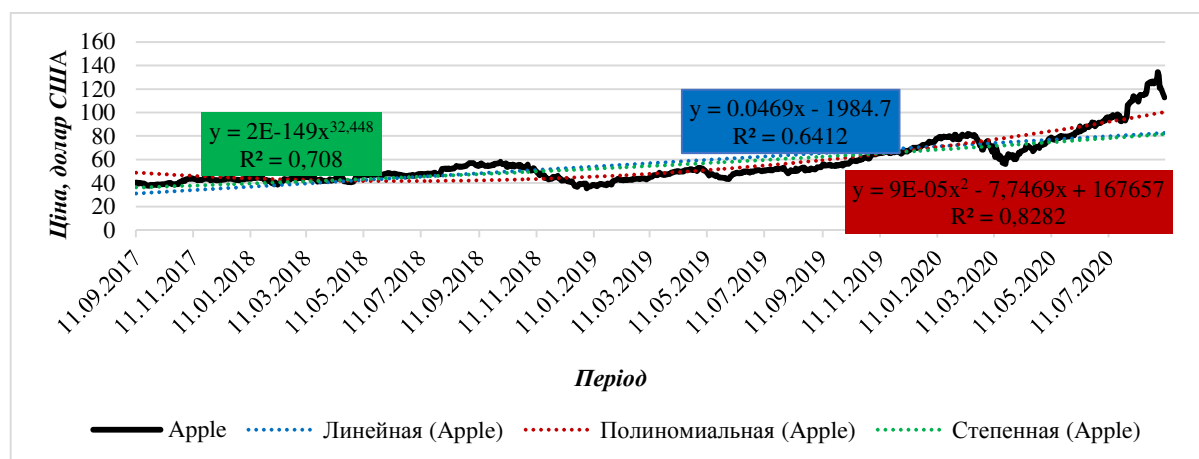


Рисунок 2.1 – Динаміка цін на акції Apple Inc. за період із вересня 2017 р. по вересень 2020 р. (щоденні значення)

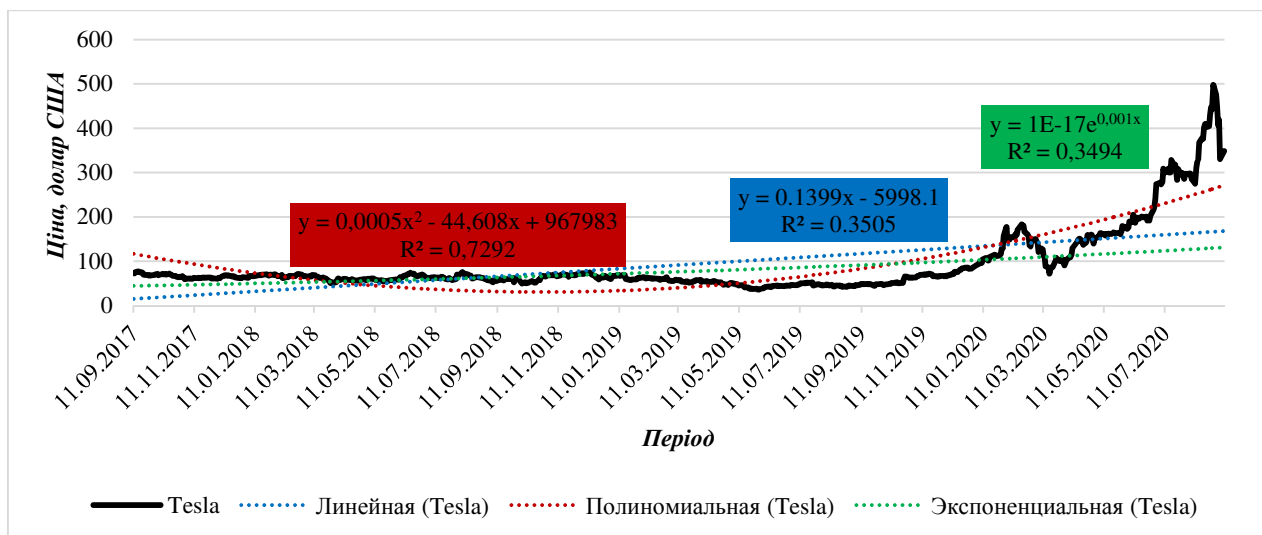


Рисунок 2.2 – Динаміка цін на акції Tesla Inc. за період із вересня 2017 р. по вересень 2020 р. (щоденні значення)

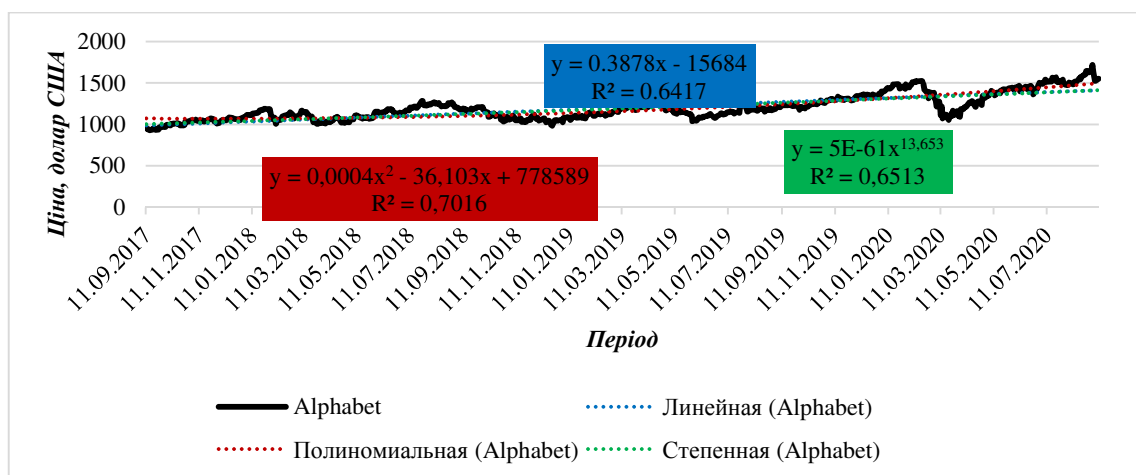


Рисунок 2.3 – Динаміка цін на акції Alphabet Inc. за період із вересня 2017 р. по вересень 2020 р. (щоденні значення)

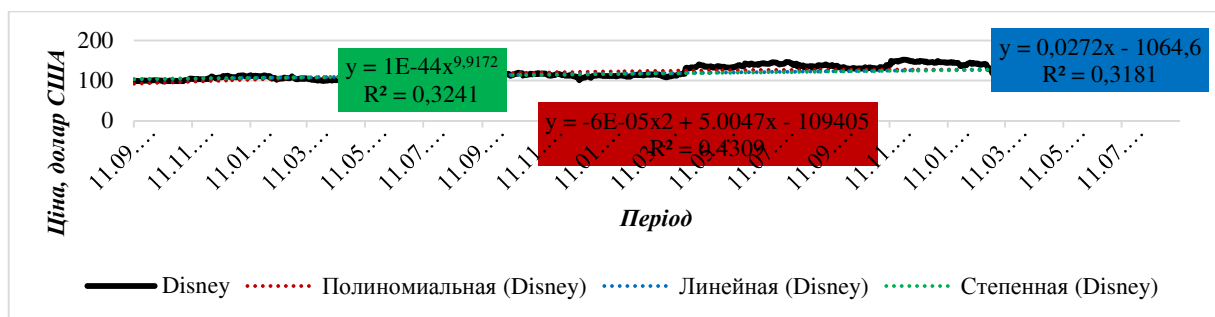


Рисунок 2.4 – Динаміка цін на акції The Walt Disney Company за період із вересня 2017 р. по вересень 2020 р. (щоденні значення)

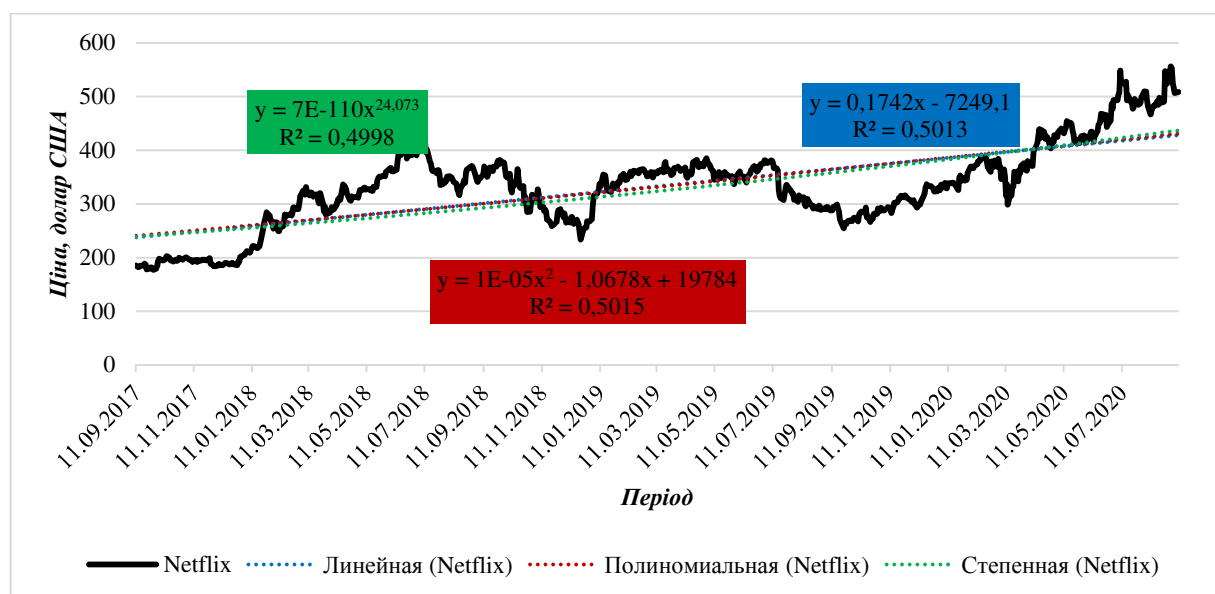


Рисунок 2.5 – Динаміка цін на акції Netflix Inc. за період із вересня 2017 р. по вересень 2020 р. (щоденні значення)

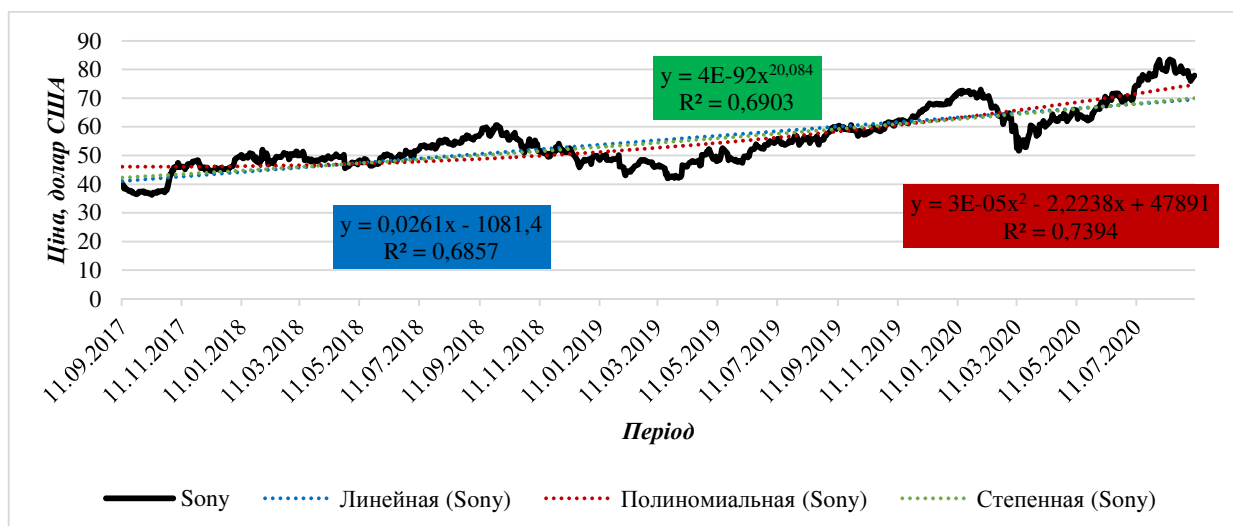


Рисунок 2.6 – Динаміка цін на акції Sony Corporation за період із вересня 2017 р. по вересень 2020 р. (щоденні значення)

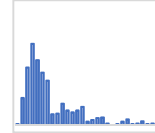
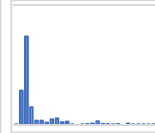
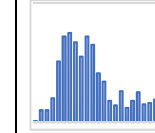
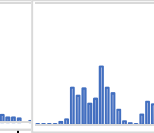
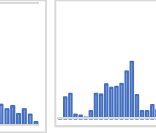
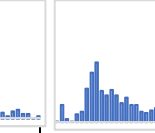
Джерело: побудовано автором на основі [34-35]

У табл. 2.6 наведені результати порівняння щоденних показників динаміки ціни часових рядів  $z_d^1, z_d^2, z_d^3, z_d^4, z_d^5, z_d^6$  за весь період дослідження.

Таблиця 2.6 – Зведена таблиця порівняння щоденних показників динаміки ціни часових рядів  $z_d^1, z_d^2, z_d^3, z_d^4, z_d^5, z_d^6$  за весь період дослідження.

Показники оцінки динаміки	$z_d^1$	$z_d^2$	$z_d^3$	$z_d^4$	$z_d^5$	$z_d^6$
I. Дослідження трендів						
А) лінійний тренд	$y = 0.0469x - 1984.7$ $R^2 = 0.6412$	$y = 0.1399x - 5998.1$ $R^2 = 0.3505$	$y = 0.3878x - 15684$ $R^2 = 0.6417$	$y = 0.0272x - 1064.6$ $R^2 = 0.3181$	$y = 0.1742x - 7249.1$ $R^2 = 0.5013$	$y = 0.0261x - 1081.4$ $R^2 = 0.6857$
Б) поліноміальний тренд	$y = 9E-05x^2 - 7.7469x + 167657$ $R^2 = 0.8282$	$y = 0.0005x^2 - 44.608x + 967983$ $R^2 = 0.7292$	$y = 0.0004x^2 - 36.103x + 778589$ $R^2 = 0.7016$	$y = -6E-05x^2 + 5.0047x - 109405$ $R^2 = 0.4309$	$y = 1E-05x^2 - 1.0678x + 19784$ $R^2 = 0.5015$	$y = 3E-05x^2 - 2.2238x + 47891$ $R^2 = 0.7394$
В) степеневий тренд	$y = 2E-149x^{32.44}$ $R^2 = 0.708$	$y = 3E-198x^{43.00}$ $R^2 = 0.3469$	$y = 5E-61x^{13.65}$ $R^2 = 0.6513$	$y = 1E-44x^{9.917}$ $R^2 = 0.3241$	$y = 7E-110x^{24.07}$ $R^2 = 0.4998$	$y = 4E-92x^{20.08}$ $R^2 = 0.6903$
II. Статистичні показники						
Середнє	56.8	91.75	1199.65	117.91	332.99	55.27

## Продовження таблиці 2.6

Показники оцінки динаміки	$z_d^1$	$z_d^2$	$z_d^3$	$z_d^4$	$z_d^5$	$z_d^6$
Медіана	50.42	64.75	1169.5	112.87	337.47	53.2
Мода	43.56	69.63	1005.65	100.35	357.32	47.89
Мінімум	35.55	35.79	929.75	85.76	177.01	36.32
Максимум	134.18	498.32	1717.39	151.64	556.55	83.45
Розмах	98.63	462.53	787.64	65.88	379.54	47.13
Ексцес	2.78	8	0.06	-0.97	0.59	1
Асиметричність	1.68	2.78	0.85	0.05	1.15	0.69
Коефіцієнт варіації	0.33	0.82	0.13	0.13	0.23	0.18
Коефіцієнт осциляції	1.74	5.04	0.66	0.01	1.14	3.85
Гістограма розподілу						

*Джерело: побудовано автором особисто*

Динаміка усіх фінансових інструментів слабо описується лінійним та степеневими трендами. Найкраще з усіх трендів динаміку часових рядів описує поліноміальний (квадратичний) тренд. Для динаміки цін на акції Apple Inc. величина апроксимації становить майже 0,83. Найгірше поліноміальний тренд описав часовий ряд Disney Company  $R^2=0,43$ . Найбільшу волатильність має часовий ряд  $z_d^1$  та  $z_d^2$ , найменшу –  $z_d^4$  (відповідно коефіцієнт варіації складає 0,13; коефіцієнт осциляції – 0,56).

Гістограма розподілу ЧР  $z_d^5$  свідчить про наближення до нормального, оскільки розрахункові значення 0,15 і 0,19 асиметрії та ексцесу наближаються до 0. Гістограми розподілів інших фінансових інструментів говорять про відсутність випадковості ЧР. Найбільшу невідповідність нормальному закону має ЧР  $z_d^2$ , де розрахункові значення 2,78 і 8 відповідно, має місце також велике розходження між середнім значенням та медіаною (середнє – 91,75; медіана – 64,75).

Проведемо порівняння щотижневих показників динаміки ціни часових рядів за аналогічний період дослідження для цього введемо такі позначення:

$$Z^i = \langle z_w^i \rangle; i \in \overline{1,6}, \quad (2.2)$$







де  $z_w^1$  – ціна на акції компанії Apple Inc., за тиждень  $w$ ;  $w = \overline{1,157}$ ;  $z_w^2$  – ціна на акції компанії Tesla Inc., за тиждень  $w$ ;  $w = \overline{1,157}$ ;  $z_w^3$  – ціна на акції компанії Alphabet Inc., за тиждень  $w$ ;  $w = \overline{1,157}$ ;  $z_w^4$  – ціна на акції компанії The Walt Disney Company, за тиждень  $w$ ;  $w = \overline{1,157}$ ;  $z_w^5$  – ціна на акції компанії Netflix Inc., за тиждень  $w$ ;  $w = \overline{1,157}$ ;  $z_w^6$  – ціна на акції компанії Sony Corporation, за тиждень  $w$ ;  $w = \overline{1,157}$ .

У табл. 2.7 наведені результати порівняння щотижневих показників динаміки ціни часових рядів  $z_w^1, z_w^2, z_w^3, z_w^4, z_w^5, z_w^6$  за весь період дослідження.

Таблиця 2.7 – Зведена таблиця порівняння щотижневих показників динаміки ціни часових рядів  $z_w^1, z_w^2, z_w^3, z_w^4, z_w^5, z_w^6$  за весь період дослідження.

Показники оцінки динаміки	$z_w^1$	$z_w^2$	$z_w^3$	$z_w^4$	$z_w^5$	$z_w^6$
I. Дослідження трендів						
А) лінійний тренд	$y = 0.048x - 2032$ $R^2 = 0.6446$	$y = 0.1431x - 6138.4$ $R^2 = 0.3582$	$y = 0.3879x - 15684$ $R^2 = 0.6503$	$y = 0.0273x - 1068.7$ $R^2 = 0.3169$	$y = 0.1742x - 7251.9$ $R^2 = 0.5076$	$y = 0.0261x - 1081.9$ $R^2 = 0.6929$
Б) поліноміальний тренд	$y = 9E-05x^2 - 7.9672x + 172425$ $R^2 = 0.8355$	$y = 0.0005x^2 - 45.098x + 978580$ $R^2 = 0.7383$	$y = 0.0004x^2 - 36.247x + 781715$ $R^2 = 0.7119$	$y = -6E-05x^2 + 4.975x - 108759$ $R^2 = 0.4277$	$y = 3E-05x^2 - 2.1132x + 42535$ $R^2 = 0.5085$	$y = 3E-05x^2 - 2.2691x + 48875$ $R^2 = 0.7497$
В) степеневий тренд	$y = 5E-152x^{32.994}$ $R^2 = 0.7082$	$y = 4E-203x^{44.028}$ $R^2 = 0.3577$	$y = 7E-61x^{13.629}$ $R^2 = 0.6582$	$y = 1E-44x^{9.9328}$ $R^2 = 0.3213$	$y = 2E-109x^{23.991}$ $R^2 = 0.5059$	$y = 5E-92x^{20.06}$ $R^2 = 0.695$
II. Статистичні показники						
Середнє	57.11	92.29	1201.73	118.16	332.96	55.37
Медіана	50.66	64.27	1168.78	112.65	338.05	53.24
Мода	39.06	70.10	#Н/Д	104.78	#Н/Д	47.89
Мінімум	37.06	37.03	935.29	85.98	181.35	36.82
Максимум	124.81	442.68	1639.43	151.58	548.73	82.93
Розмах	87.75	405.65	704.14	65.60	367.38	46.11

## Продовження таблиці 2.7

Показники оцінки динаміки	$z_w^1$	$z_w^2$	$z_w^3$	$z_w^4$	$z_w^5$	$z_w^6$
Екссес	2.53	7.59	-0.06	-1.00	0.24	0.01
Асиметричність	1.65	2.74	0.82	0.07	1.17	0.67
Коефіцієнт варіації	0.33	0.82	0.13	0.13	0.23	0.18
Коефіцієнт осциляції	1.54	4.40	3.59	0.56	1.10	0.08
Гістограма розподілу						

*Джерело: побудовано автором особисто*

На відміну від динаміки щоденних значень цін на акції динаміка щотижневих значень ЧР краще описується поліноміальним(квадратичним) лінійним та степеневими трендами. Гістограма розподілу ЧР  $z_d^5$  свідчить про наближення до нормального, оскільки розрахункові значення 0,17 і 0,24 асиметрії та екссесу наближаються до 0. Гістограми розподілів інших фінансових інструментів говорять про відсутність випадковості ЧР.

Проведемо порівняння щомісячних показників динаміки ціни часових рядів за аналогічний період дослідження для цього введемо такі позначення:







$$Z^i = \langle z_m^i \rangle; i \in \overline{1,6}, \quad (2.3)$$

де  $z_m^1$  – ціна на акції компанії Apple Inc., у місяць  $m$ ;  $m = \overline{1,36}$ ;  $z_m^2$  – ціна на акції компанії Tesla Inc., у місяць  $m$ ;  $m = \overline{1,36}$ ;  $z_m^3$  – ціна на акції компанії Alphabet Inc., у місяць  $m$ ;  $m = \overline{1,36}$ ;  $z_m^4$  – ціна на акції компанії The Malt Disney Company, у місяць  $m$ ;  $m = \overline{1,36}$ ;  $z_m^5$  – ціна на акції компанії Netflix Inc., у місяць  $m$ ;  $m = \overline{1,36}$ ;  $z_m^6$  – ціна на акції компанії Sony Corporation, у місяць  $m$ ;  $m = \overline{1,36}$ .

У табл. 2.8 наведені результати порівняння щомісячних показників динаміки ціни часових рядів  $z_m^1$ ,  $z_m^2$ ,  $z_m^3$ ,  $z_m^4$ ,  $z_m^5$ ,  $z_m^6$  за весь період дослідження [70].



Таблиця 2.8 – Зведена таблиця порівняння щомісячних показників динаміки ціни часових рядів  $z_m^1, z_m^2, z_m^3, z_m^4, z_m^5, z_m^6$  за весь період дослідження

Показники оцінки динаміки	$z_m^1$	$z_m^2$	$z_m^3$	$z_m^4$	$z_m^5$	$z_m^6$
I. Дослідження трендів						
А) лінійний тренд	$y = 1.6598x + 28.491$ $R^2 = 0.6456$	$y = 5.7074x - 4.2247$ $R^2 = 0.3903$	$y = 12.076x + 990.11$ $R^2 = 0.6723$	$y = 0.7961x + 103.7$ $R^2 = 0.3066$	$y = 5.4465x + 240.35$ $R^2 = 0.528$	$y = 0.7947x + 41.78$ $R^2 = 0.7032$
Б) поліноміальний тренд	$y = 0.1025x^2 - 2.1332x + 52.513$ $R^2 = 0.8577$	$y = 0.5861x^2 - 15.98x + 133.13$ $R^2 = 0.7448$	$y = 0.5041x^2 - 6.575x + 1108.2$ $R^2 = 0.7732$	$y = 0.0531x^2 + 2.7607x + 91.259$ $R^2 = 0.4241$	$y = 0.1099x^2 + 1.3818x + 266.09$ $R^2 = 0.5465$	$y = 0.03x^2 - 0.3149x + 48.807$ $R^2 = 0.7895$
В) степеневий тренд	$y = 29.561x^{0.2} + 415$ $R^2 = 0.4499$	$y = 35.447x^{0.3} + 051$ $R^2 = 0.1865$	$y = 927.24x^{0.09} + 84$ $R^2 = 0.4839$	$y = 93.349x^{0.0} + 866$ $R^2 = 0.3572$	$y = 189.38x^{0.2} + 111$ $R^2 = 0.5785$	$y = 38.16x^{0.142}$ $R^2 = 0.521$
II. Статистичні показники						
Середнє	59.20	101.36	1213.52	118.43	341.11	56.48
Медіана	51.18	64.99	1186.38	114.20	341.39	54.08
Мода	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	116.94	#Н/Д	#Н/Д
Мінімум	39.44	37.03	1018.58	96.60	187.58	42.24
Максимум	129.04	498.32	1629.53	151.58	529.56	78.64
Розмах	89.60	461.29	610.95	54.98	341.98	36.40
Ексцес	2.69	8.57	0.04	-0.86	0.55	-0.19
Асиметричність	1.72	2.83	1	0.05	2.34	0.76
Коефіцієнт варіації	0.37	0.95	0.13	0.13	0.23	0.18
Коефіцієнт осциляції	1.51	4.55	2.50	0.16	1.00	0.64
Гістограма розподілу						

Джерело: побудовано автором особисто

Динаміка щомісячних значень цін на акції компаній краще всього описується квадратичним трендом і найгірше степеневим. Проте опис динаміки трендами набагато краще ніж у щоденних чи щотижневих значень

цін на аналогічні фінансові інструменти. Гістограма розподілу ЧР  $z_d^5$  свідчить, що даний часовий ряд майже відповідає нормальному закону розподілу, де значення асиметрії 0,34, а значення ексцесу 0.55. Гістограми розподілів інших фінансових інструментів говорять про відсутність випадковості ЧР аналогічно попередньому статистичному аналізу щоденних і щотижневих значень цін на акції.

За результатами проведеного статистичного аналізу різних за періодом часу значень ЧР можна зазначити, що із зміною періоду часу  $t$  від щоденних значень до щомісячних стає кращим опис динаміки трендами. Гістограма розподілу ЧР  $z_d^5$  вказує на відповідність нормальному закону розподілу, і ми отримуємо майже ідеальну частотну гістограму із зміною періоду часу  $t$ , в інших випадках гістограми розподілу говорять про відсутність випадковості розподілу.

Проте з точки зору інвестиційних потреб важливою для аналізу є не тільки динаміка ціни інвестиційних ринків, а й динаміка її прибутковості. Прибутковість є основним з показників діяльності інвесторів та однією з основних його цілей. Тому значення прибутковості може бути використано як показник для аналізу та порівняння альтернативних інвестиційних ринків.

До того ж, слід зазначити, що прибутковість є більш прийнятним інструментом для порівняння, так як, на відміну від ціни, прибутковість приведена до загальної розмірності (%), тому є можливість порівняння не тільки відносних показників (коефіцієнтів), а й абсолютних значень (таких, наприклад, як середнє, стандартне відхилення, розмах тощо).

Введемо наступні позначення часових рядів (ЧР):

$$P_Z = \langle p_d^{i,k} \rangle, \quad (2.4)$$

де  $p_d^{i,k} = \frac{(z_{(d+1)}^i - z_d^i)}{z_d^i} * 100\%$  – прибутковість  $i$ -ої акції у рік  $k$ ;  $i \in \overline{1,6}$ ;

$k = \overline{2017,2020}$ ;

$p_d^1$  – прибутковість акції компанії Apple Inc., за день  $d$ ;  $d = \overline{2,754}$ ;  $p_d^2$  – прибутковість акції компанії Tesla Inc., за день  $d$ ;  $d = \overline{2,754}$ ;  $p_d^3$  – прибутковість акції компанії Alphabet Inc., за день  $d$ ;  $d = \overline{2,754}$ ;  $p_d^4$  – прибутковість акції компанії The Walt Disney Company, за день  $d$ ;  $d = \overline{2,754}$ ;  $p_d^5$  – прибутковість акції компанії Netflix Inc., за день  $d$ ;  $d = \overline{2,754}$ ;  $p_d^6$  – прибутковість акції компанії Sony Corporation, за день  $d$ ;  $d = \overline{2,754}$ .

Візуальне представлення наведених вище часових рядів наведено на рис. 2.9-2.14.

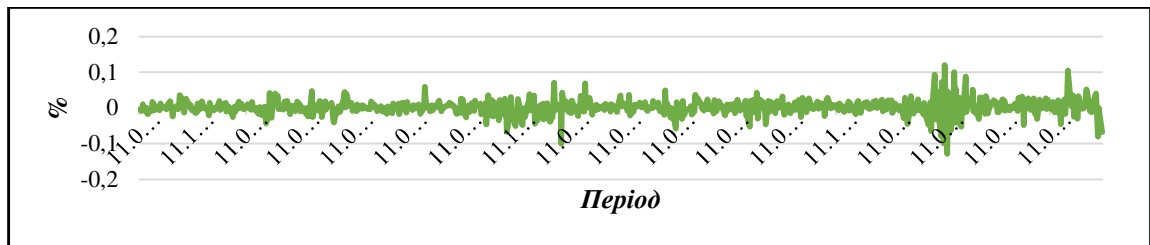


Рисунок 2.9 – Динаміка прибутковості Apple за період із вересня 2017 р. по вересень 2020 р. (%)

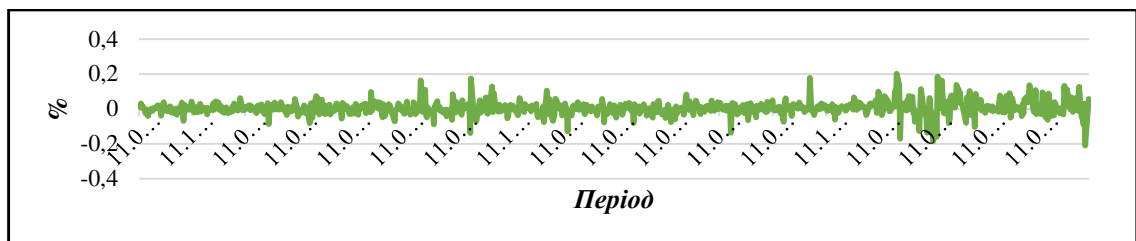


Рисунок 2.10 – Динаміка прибутковості Tesla за період із вересня 2017 р. по вересень 2020 р. (%)

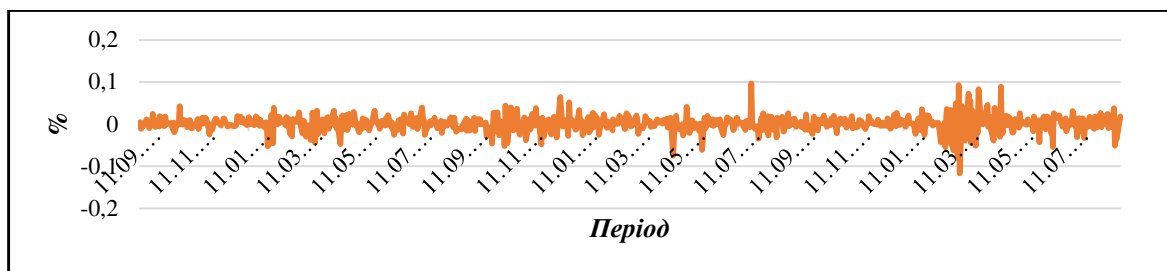


Рисунок 2.11 – Динаміка прибутковості Alphabet за період із вересня 2017 р. по вересень 2020 р. (%)

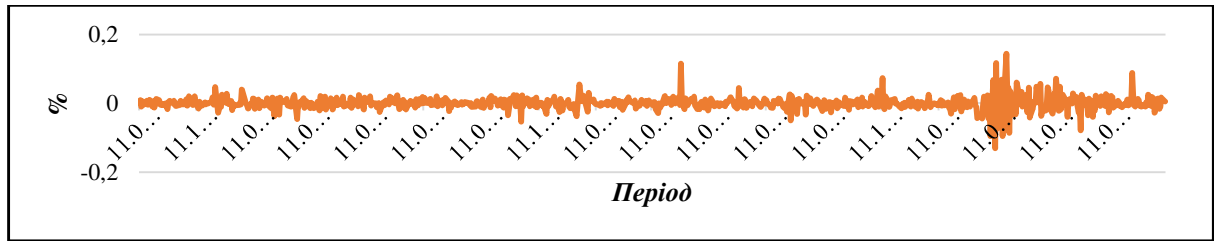


Рисунок 2.12 – Динаміка прибутковості Disney за період із вересня 2017 р. по вересень 2020 р. (%)

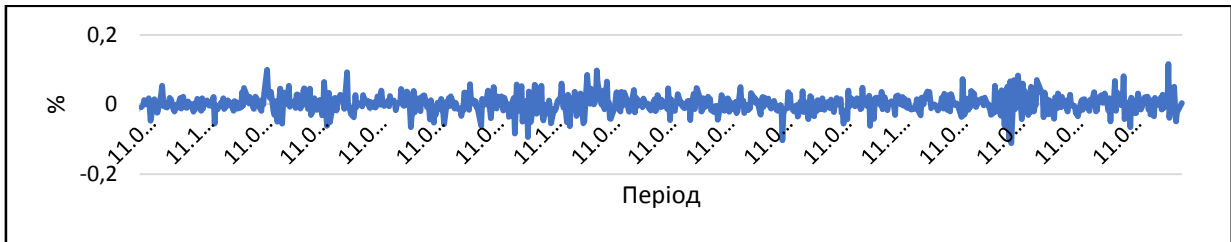


Рисунок 2.13 – Динаміка прибутковості Netflix за період із вересня 2017 р. по вересень 2020 р. (%)

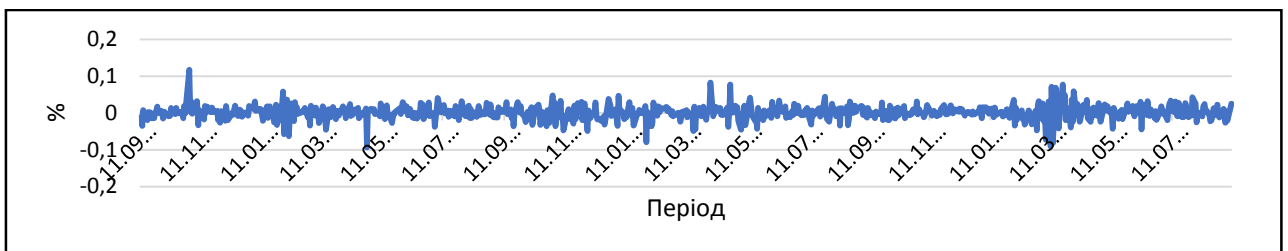


Рисунок 2.14 – Динаміка прибутковості Sony за період із вересня 2017 р. по вересень 2020 р. (%)

*Джерело: побудовано автором на основі [34-35]*

У табл. 2.9 наведені результати порівняння динаміки прибутковості часових рядів  $p_a^1, p_a^2, p_a^3, p_a^4, p_a^5, p_a^6$ , щоденні значення протягом 2017-2020 рр.

Таблиця 2.9 – Зведена таблиця порівняння динаміки щоденної прибутковості часових рядів  $p_a^1, p_a^2, p_a^3, p_a^4, p_a^5, p_a^6$  за весь період дослідження.

Показники оцінки динаміки	$p_a^1$	$p_a^2$	$p_a^3$	$p_a^4$	$p_a^5$	$p_a^6$
Середнє	0.002	0.003	0.0008334	0.0006	0.002	0.0011
Медіана	0.001	0.001	0.001	0.0002	0.0006	0.002
Мода	0.000001	0.04	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	0
Мінімум	-0.13	-0.21	-0.13	-0.13	-0.11	-0.09
Максимум	0.12	0.20	0.096	0.14	0.12	0.12

## Продовження таблиці 2.9

Показники оцінки динаміки	$p_d^1$	$p_d^2$	$p_d^3$	$p_d^4$	$p_d^5$	$p_d^6$
Розмах	0.25	0.41	0.21	0.27	0.23	0.21
Ексцес	6.91	1.02	5.82	12.26	2.25	4.8
Асиметричність	-0.14	0.21	-0.22	0.45	0.06	-0.06
Коефіцієнт варіації	13.33	14.08	22.59	31.77	15.54	18.22
Коефіцієнт осциляції	156.17	339.27	255.04	443.75	104.96	97.07
Гістограма розподілу						

*Джерело: побудовано автором особисто*

Проведений статистичний аналіз прибутковості, в особливості гістограма розподілу ЧР свідчить про відсутність випадковості ЧР. Наближення до нормального закону розподілу має ЧР  $p_d^5$ , оскільки розрахункові значення 0.06 і 2.25 асиметрії та ексцесу наближаються до 0. Найбільшу невідповідність нормальному закону має ЧР  $p_d^1$  та  $p_d^3$ , де розрахункові значення асиметрії та ексцесу -0,13 і 6,9 та -0,22 та 5,82 відповідно.

Додатково порівняємо щотижневу і щомісячну прибутковість акцій компаній, для цього введемо такі позначення:

$$P_Z = \langle p_w^{i,k} \rangle, \quad (2.5)$$

де  $p_w^{i,k} = \frac{(z_{w+1}^i - z_w^i)}{z_w^i} * 100\%$  – прибутковість і-ої акції у рік k;

$$i \in \overline{1,6};$$

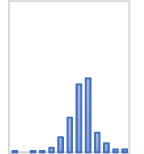
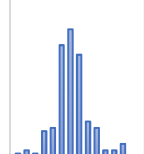
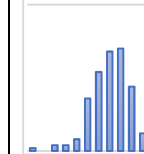
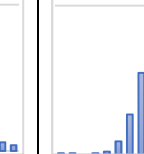
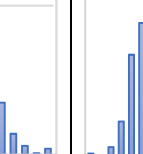
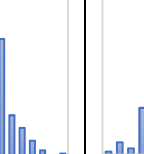
$$k = \overline{2017,2020};$$

$p_w^1$  – прибутковість акції компанії Apple Inc., за тиждень w;  $w = \overline{2,157}$ ;  
 $p_w^2$  – прибутковість акції компанії Tesla Inc., за тиждень w;  $w = \overline{2,157}$ ;  $p_w^3$  –  
прибутковість акції компанії Alphabet Inc., за тиждень w;  $w = \overline{2,157}$ ;  $p_w^4$  –  
прибутковість акції компанії The Walt Disney Company, за тиждень w;  $w = \overline{2,157}$ ;  
 $p_w^5$  – прибутковість акції компанії Netflix Inc., за тиждень w;  $w = \overline{2,157}$ ;

$=\overline{2, 157}$ ;  $p_w^6$  – прибутковість акції компанії Sony Corporation, за тиждень  $w$ ;  $w = \overline{2, 157}$ .

У табл. 2.10 наведені результати порівняння динаміки прибутковості часових рядів  $p_w^1, p_w^2, p_w^3, p_w^4, p_w^5, p_w^6$ , щотижневі значення протягом 2017-2020 рр[70].

Таблиця 2.10 – Зведена таблиця порівняння динаміки щотижневої прибутковості часових рядів  $p_w^1, p_w^2, p_w^3, p_w^4, p_w^5, p_w^6$  за весь період дослідження.

Показники оцінки динаміки	$p_w^1$	$p_w^2$	$p_w^3$	$p_w^4$	$p_w^5$	$p_w^6$
Середнє	0.008	0.0149	0.004	0.003	0.008	0.005
Медіана	0.011	0.009	0.005	-0.0001	0.005	0.005
Мода	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
Мінімум	-0.18	-0.26	-0.12	-0.16	-0.16	-0.11
Максимум	0.15	0.32	0.10	0.13	0.25	0.19
Розмах	0.32	0.576	0.22	0.29	0.40	0.299
Ексцес	2.94	0.55	1.51	4.05	2.05	3,94
Асиметричність	-0.40	0.06	-0.31	0.30	-0.07	0,40
Коефіцієнт варіації	5.65	6.66	9.07	14.10	6.92	7.63
Коефіцієнт осциляції	22.47	11.02	78.18	204.59	49.38	55.04
Гістограма розподілу						

*Джерело: побудовано автором особисто*

Проаналізуємо результати статистичного аналізу, гістограми розподілів ЧР свідчить про відсутність випадковості для ЧР  $p_w^4, p_w^5$  та  $p_w^6$ . Розрахункові значення коефіцієнтів асиметрії мають -0,30, 0,71, -0,40 та ексцесу — 4,05, 2,05, 2,938 наближаються до 0. Найбільшу невідповідність нормальному закону має ЧР  $p_w^1, p_w^2$ , та  $p_w^3$ [70].

Введемо позначення для щомісячної прибутковості акцій:

$$P_Z = \langle p_m^{i,k} \rangle, \quad (2.6)$$

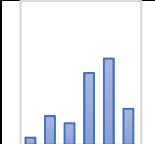
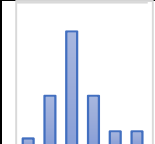
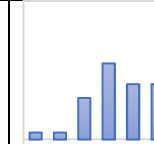
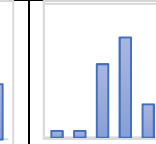
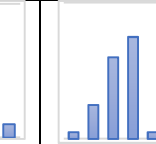
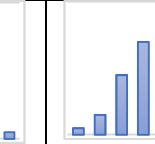
де  $p_m^{i,k} = \frac{(z_{(m+1)}^i - z_m^i)}{z_m^i} * 100\%$  – прибутковість і-ої акції у рік k;

$$i \in \overline{1,6};$$

$$k = \overline{2017,2020};$$

$p_m^1$  – прибутковість акції компанії Apple Inc., за місяць  $m$ ;  $m = \overline{2,36}$ ;  $p_m^2$  – прибутковість акції компанії Tesla Inc., за місяць  $m$ ;  $m = \overline{2,36}$ ;  $p_m^3$  – прибутковість акції компанії Alphabet Inc., за місяць  $m$ ;  $m = \overline{2,36}$ ;  $p_m^4$  – прибутковість акції компанії The Walt Disney Company, за місяць  $m$ ;  $m = \overline{2,36}$ ;  $p_m^5$  – прибутковість акції компанії Netflix Inc., за місяць  $m$ ;  $m = \overline{2,36}$ ;  $p_m^6$  – прибутковість акції компанії Sony Corporation, за місяць  $m$ ;  $m = \overline{2,36}$ [70]. У табл. 2.11 наведені результати порівняння динаміки прибутковості часових рядів  $p_m^1, p_m^2, p_m^3, p_m^4, p_m^5, p_m^6$ , щомісячні значення протягом 2017-2020 рр.

Таблиця 2.11 – Зведена таблиця порівняння динаміки щомісячної прибутковості часових рядів  $p_m^1, p_m^2, p_m^3, p_m^4, p_m^5, p_m^6$  за весь період дослідження.

Показники оцінки динаміки	$p_m^1$	$p_m^2$	$p_m^3$	$p_m^4$	$p_m^5$	$p_m^6$
Середнє	0.033	0.071	0.014	0.012	0.033	0.02
Медіана	0.054	0.039	0.017	0.006	0.039	0.03
Мода	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
Мінімум	-0.18	-0.30	-0.13	-0.18	-0.19	-0.12
Максимум	0.21	0.74	0.13	0.23	0.41	0.19
Розмах	0.40	1.04	0.26	0.41	0.60	0.31
Екссес	-0.94	1.02	-0.51	2.62	3.20	-0.04
Асиметричність	-0.28	0.95	0.02	0.35	1.94	-0.12
Коефіцієнт варіації	2.97	3.26	4.74	6.48	3.35	3.68
Коефіцієнт осциляції	22.04	34.72	8.70	63.80	48.17	16.20
Гістограма розподілу						

Джерело: побудовано автором особисто

Проведений статистичний аналіз щомісячної прибутковості (табл. 2.10), в особливості гістограма розподілу ЧР свідчить про відсутність випадковості у більшості ЧР. Гістограми розподілів для ЧР  $p_m^2$  та  $p_m^6$  вказують на майже ідеальний нормальний розподіл. Це наближення до нормального закону розподілу також зазначають розрахункові значення асиметрії та ексцесу, які наближаються до 0. Найбільшу невідповідність нормальному закону має ЧР  $p_m^5$ , де розрахункові значення асиметрії та ексцесу 0,94 та 3,20 [70].

В цілому результати статистичного аналізу мають узагальнюючий характер і не можуть враховувати глибинну структуру і пам'ять часових рядів, зв'язки параметрів системи в часі та наявність нестійких траєкторій тощо. Тому для більш детального дослідження динаміки ЧР проведемо ще фрактальний аналіз, який буде враховувати недоліки статистичного аналізу і є також основою комплексного аналізу [70].

## 2.2 Сутність та використання методів фрактального аналізу для характеристики динаміки фінансових інструментів

Головним завданням статистичного аналізу фондової біржі є виявлення тенденцій даних трендів від моменту їх зародження до закінчення. Однак, не всі динамічні ряди піддаються трендовому аналізу, зокрема, таке явище як фрактал його певною мірою порушує. Тому варто зосередити увагу на розгляді самого фрактала, його сутності та особливостей торгівлі на біржі, коли виникає явище фрактала.

Фрактал (лат. fractus — подрібнений, дробовий) — нерегулярна, самоподібна структура. В широкому розумінні фрактал означає фігуру, малі частини якої в довільному збільшенні є подібними до неї самої. Термін "фрактал" придумав у 1975р. французький математик Бенуа Мандельброт(1924-2010), використавши його в книзі «Фрактальна геометрія природи» [56].



Окрім цього фракталом називають геометричну фігуру, яка складається з безлічі частинок, які подібні до фігури в цілому. Невелика частина фрактала містить інформацію про увесь фрактал. Роль фракталів в комп'ютерній графіці сьогодні дуже велика. З їх допомогою можна намалювати лінії й фігури дуже складної форми. Фрактальна геометрія, з точки зору комп'ютерної графіки, незамінна, коли потрібно створити гори, штучні хмари, поверхню моря тощо. Тобто це чудовий спосіб відобразити складні об'єкти.

В економічних дослідженнях, зокрема дослідженнях фондового ринку, фракталом можна вважати об'єкт або, так звані, «тимчасові послідовності», які подібні один до одного в різних діапазонах часу: 3-х хвилинному, 30-ти хвилинному, 3-х денному, тощо. Такі об'єкти можуть відрізнятися один від одного, якщо їх досліджувати в різних шкалах, але, якщо проводити їх особливий аналіз, то вони мали б мати подібні властивості чи характеристики для всіх визначених тимчасових діапазонів.

В економіці фракталами прийнято вважати переломи ринку. Фрактал – один з п'яти індикаторів торгової стратегії Білла Вільямса, що дозволяє виявляти дно або вершину ринку [52]. Фракталом вважається об'єкт, який [50, 51]:

–характеризується нетривіальною структурою на всіх масштабах розгляду. Тобто збільшення масштабу для фракталу не спричиняє спрощення його структури, тобто на всіх масштабах ми будемо бачити однаково складне явище (на відміну від простих структур, напр., коло при значному масштабуванні апроксимується лінією);

–фрактал вважається самоподібним або наближено самоподібним за своєю структурою;

–не має цілої розмірності;

–фрактал можна побудувати за допомогою рекурсії.

Фрактальний аналіз доцільно використовувати в тих випадках, коли процеси на ринках не можна представити у вигляді класичних моделей, тому

що вони можуть розвиватись хаотично, тобто стан системи, в основному визначається положенням, в якому вона знаходиться на даний момент. Тобто за допомогою фракталів можна описувати нестабільні системи і процеси і, а також, що дуже важливо, здійснювати прогнозування щодо таких об'єктів [35].

В класичній теорії дослідження фондових ринків виділяють два основних методи аналізу ринку цінних паперів – технічний і фундаментальний. Фрактальний аналіз дослідники відносять до технічного аналізу. На відміну від фундаментального технічний аналіз дозволяє, без розгляду суті економічних явищ, за допомогою вивчення графіків динаміки ринку за пройдени періоди часу, даних біржової статистики, виявлення тенденції зміни курсів фондових інструментів в минулому і спроби передбачення майбутнього руху цін.

Для формування фрактала необхідні мінімум п'ять стовбчиків (барів), розташованих таким чином, щоб середній в цій п'ятірці був максимальним (або мінімальним). При утворенні як верхніх, так і нижніх фракталів може враховуватися одна і та ж група барів. Крім того, в окремих випадках один бар може утворити одночасно і верхній і нижній фрактал.

Складовою фрактального аналізу є аналіз щодо діагностики детермінованого хаосу, що складається з проведення тесту на дрейфуючий аттрактор, графічного тесту Гілмора, побудови псевдофазового простору, визначення показника Херста, застосування модифікованого методу фрактального аналізу – послідовного R/S-аналізу та обчислення глибини пам'яті [57].

Оскільки поведінка цін на акції на фондових ринках, переважно, не є нормально-розподіленою чи близькою до нормального розподілу, і для аналізу саме таких систем використовується найчастіше метод нормованого розмаху Херста [53] та метод послідовного R/S-аналізу. Позначимо динамічний ряд як  $A_1$ , визначення показника Херста та перевірка його значущості на базі тесту на перемішування. Якщо ЧР  $X$  властива

довготривала пам'ять, то деяка кількість початкових точок отриманої із застосуванням методу  $A_1$   $R/S$  -траєкторії [51] даного ЧР утворять чітко виражений лінійний тренд. При деякому значенні  $k = k_0$   $R/S$  -траєкторія досить різко змінює свій нахил, тобто в точці  $(x_{k_0}, y_{k_0})$  траєкторія одержує значний за абсолютною величиною від'ємний приріст  $\delta_k = y_{k+1} - y_k$  – має місце зрив із тренда і повернення до колишнього тренда не відбувається. При цьому вважається, що в точці  $k_0$  ефект “довготривалої пам'яті про початок розглянутого ЧР” дисипатує. Тобто в даному випадку зрив із тренда демонструє втрату пам'яті про початкові умови, а також сигналізує (можливо з лагом, тобто з деяким запізненням) про вичерпання циклу або квазіциклу, що міститься в початковому відрізку цього ЧР. За [51] дотримуємося твердження, що після закінчення довжини циклу (квазіциклу) втрачається пам'ять про початкові умови, тобто втрачається довготривала корельованість наступних спостережень стосовно початкового. Але, як відомо [57, 58], етап 1 забезпечує отримання лише усередненої характеристики властивості інерційності (трендостійкості) для ЧР у цілому і не враховує мінливий характер динаміки відповідного показника.

Область значень показника Херста  $H$  – це інтервал  $(0,1)$ . Значення  $H \in [0;0,5)$  відповідає антиперсистентному або ергодичному ЧР. Такий ЧР характеризується мінливістю. Значення  $H = 0,5$  вказує на випадковий ЧР. Події випадкові та некорельовані. Сучасне не впливає на майбутнє. Якщо  $H \in (0,5;1]$ , то розглянутий ЧР є персистентним або трендостійким і характеризується ефектом довгострокової пам'яті. Події більш корельовані, чим ближче значення  $H$  до одиниці.

Застосування модифікованого методу фрактального аналізу – методу  $A_2$  – послідовного  $R/S$ -аналізу. Суть методу  $A_2$  полягає в побудові і послідовному нарощуванні  $H$  -траєкторії й  $R/S$  -траєкторії [57, 59] даного ЧР (що й визначило його назву) за обчислювальною схемою, що відрізняє його від методу  $A_1$ . Перевага методу  $A_2$  перед  $A_1$  полягає в його здатності

врахувати мінливий характер динаміки, виявити множину циклів (квазіциклів), які характерні для ЧР, що досліджується, а також забезпечити обчислення нижньої оцінки глибини пам'яті (про початок цього ЧР). Відмінністю умов застосування методу  $A_2$  від відомого методу  $A_1$  є відсутність суттєвих обмежень на довжину ЧР.

Після визначення показника Херста та застосування модифікованого методу фрактального аналізу переходимо до обчислення чисельних характеристик інерційності (трендостійкості) ряду динаміки: глибини пам'яті та характеристик квазіциклічності на основі методу  $A_3$  [57, 59]. Особливість результату застосування методу  $A_3$  полягає в тому, що одержана оцінка представляється у вигляді нечіткої множини.

Нечітке поняття «глибина пам'яті ЧР» визначається у такий спосіб [58, 59]. Об'єктна змінна – характеристика пам'яті ЧР. Припустимі лінгвістичні значення: «глибина пам'яті ЧР» ( $L(X)$ ), «не є глибиною пам'яті ЧР» ( $\bar{L}(X)$ ).

Множина базових значень –  $N = \{l_i, i = 1, 2, \dots\}$  – множина натуральних чисел. Значення функції належності  $\mu_L(l_i) = \mu(l_i)$  визначає ступінь належності натурального числа  $l_i$  («глибини  $l_i$ ») нечіткій множині  $L(X)$ , що відповідає поняттю «глибина пам'яті ЧР  $X$ ». Функція  $\mu_L(l_i)$  відображає базове значення  $l_i$  та нечітке значення  $L(X)$  в інтервал  $[0; 1]$ . Таким чином, будемо визначати поняття «глибина пам'яті ЧР  $X$ » у вигляді нечіткої множини (НМ)  $L(X) = \{(l_i, \mu_L(l_i)); l_i \in N\}, \mu_L: N \rightarrow [0; 1]$ .

Носієм нечіткої множини  $L(X)$  є множина натуральних чисел, функція належності яких  $\mu_L(l_i) > 0$ , яку позначають  $\text{supp } L(X)$  (support):  $\text{supp } L(X) = L^0 = \{l_i \in N, i = 1, 2, \dots : \mu_L(l_i) > 0\}$ . Зауважимо, що нечітка множина  $L(Z)$  є дискретною множиною. Обчислювальна схема методу  $A_3$  одержання нечіткої оцінки – нечіткої множини «глибини пам'яті ЧР у цілому» являє собою ітераційну процедуру виявлення точки втрати пам'яті часового ряду для множини вкладених відрізків ряду  $X = X^0 \supset X^1 \supset \dots \supset X^r \supset X^{n-3}$ , що складають сімейство  $S(X)$  [57, 59].

Нечітка множина «глибини пам'яті для ЧР  $X$  у цілому», (позначимо її через  $L(X)$ ) формується шляхом попарного об'єднання в пари елементів  $l \in L^0$  та відповідного йому значення  $\mu(l)$  функції належності, тобто:

$$L(X) = \{(l, \mu(l)), l \in L^0\}, \quad (2.7)$$

Для оцінки властивості невизначеності динаміки можна використовувати показник інформаційної ентропії нечіткої множини глибини пам'яті  $L(X)$  (позначимо її  $H_{\text{ентр}_L}$ ) щодо різноманітності варіантів поведінки ряду динаміки. З урахуванням того, що цей показник відповідає введеним К. Шенноном в теорії інформації «мірі невизначеності», будемо визначати його за формулою:

$$H_{\text{ентр}_L} = - \sum_{l_i \in \text{supp}L(X)} \mu(l_i) * \log_2 \mu(l_i). \quad (2.8)$$

Необхідно зауважити, що шкала оцінювання властивості невизначеності розглядається як порядкова за типом.

При аналізі динаміки доцільно проаналізувати не тільки всю нечітку множину глибини пам'яті  $L(X)$ , але й її підмножину  $e$  – значимих глибин, тобто множину  $L_{\text{зн}}^\varepsilon(X)$ . Це дещо знижує невизначеність, що можна оцінити значенням інформаційної ентропії за умови нехтування значень глибин, які не є  $e$  – значимими, тобто показником:

$$H_{\text{ентр}_L}^\varepsilon = - \sum_{l_i \in \text{supp}L_{\text{зн}}^\varepsilon(X)} \mu(l_i) * \log_2 \mu(l_i). \quad (2.9)$$

Аналогічно теорії інформації, також можна ввести показник надлишковості нечіткої множини глибини пам'яті  $L(X)$ , яку можна розглядати як міру «зашумленості» часового ряду та розраховувати за такою формулою:

$$SH(X) = 1 - \frac{H_{\text{ентр}_L}^\varepsilon}{H_{\text{ентр}_L}} . \quad (2.10)$$

Отже, з викладеного матеріалу, бачимо, що фрактальний аналіз ринку цінних паперів – це новий, але дуже перспективний напрямок прогнозування ринків, в основу якого покладена найбільш досконала, на думку багатьох науковців, з існуючих на даний момент, математична модель. На відміну від класичного технічного аналізу, фрактальний аналіз є науково обґрунтованим методом прогнозування ціни.

Але слід пам'ятати, що заробити на ринку, використовуючи тільки фрактальний аналіз, досить складно. Оскільки фрактальний аналіз досить добре поєднується з різними індикаторами, то його можна сміливо розглядати як ще один інструмент, який забезпечить підвищення точності аналізу кон'юнктури ринку.

Перейдемо до аналізу ситуації на фондовому ринку із використанням методології фрактального аналізу. Зауважмо, що лютий та березень 2020 року стали найгіршими місяцями для світових фондових ринків із 2008 року. Біржові індекси втратили десятки відсотків, і експерти заговорили про те, що 11-річний цикл зростання з останньої фінансової кризи підійшов до кінця.

Причина падіння - спалах коронавірусу, яка переросла в пандемію. На тлі спалаху COVID19 інвестори переглянули свої погляди на майбутнє світової економіки. Введені обмежувальні заходи в різних країнах негативно вплинули практично на всі галузі, пов'язані з споживчою активністю: туризм, торгівля, громадське харчування, розваги та інші. В умовах карантину люди витрачають і пересуваються менше. Учасники торгів стали позбуватися від акцій авіакомпаній, нафтовиків, виробників споживчої електроніки і інших компаній, чекаючи падіння виручки і доходів. Індекси провідних світових бірж обвалилися. Наприклад, один тільки італійський індекс FTSE MIB з 19 лютого по 11 березня втратив 29,8%.

У зв'язку із пандемією було би цікаво проаналізувати динаміку цін на акції шести корпорацій до пандемії та після. Відповідно до рисунків 2.1-2.6

можна побачити досить стабільну ситуацію всіх корпорацій до 2020 року, коливання цін на акції компаній досить незначні, майже невлімові, проте із лютого-березня 2020 року ця ситуація змінюється.

Розглянемо результати проведеного фрактального аналізу. Вони свідчать, що усі часові ряди протягом всього періода дослідження із вересня 2017 р. до лютого 2020 р.[35] є персистентними, тобто мають довгострокову пам'ять. Значення показника Херста для всіх часових рядів знаходиться в інтервалі  $H \in [0,89; 0,95]$  (табл. 2.12). Для перемішаних значень показник Херста знаходиться в діапазоні  $H \in [0,56; 0,66]$  (табл. 2.12).

Таблиця 2.12– Результати застосування методу нормованого розмаху Херста для цін ЧР (до пандемії) за допомогою програми R\_S\_analyzer

ЧР цін	H	H <sub>перемішане</sub>	ЧР цін	H	H <sub>перемішане</sub>
$Z_d^1$	<b>0.92</b>	0.64	$Z_d^4$	<b>0.92</b>	0.66
$Z_d^2$	<b>0.89</b>	0.57	$Z_d^5$	<b>0.95</b>	0.64
$Z_d^3$	<b>0.91</b>	0.63	$Z_d^6$	<b>0.92</b>	0.56

Візуальне представлення результатів фрактального аналізу на основі методу нормованого розмаху Херста за допомогою програми R\_S\_analyzer представлено на рис. 2.15.

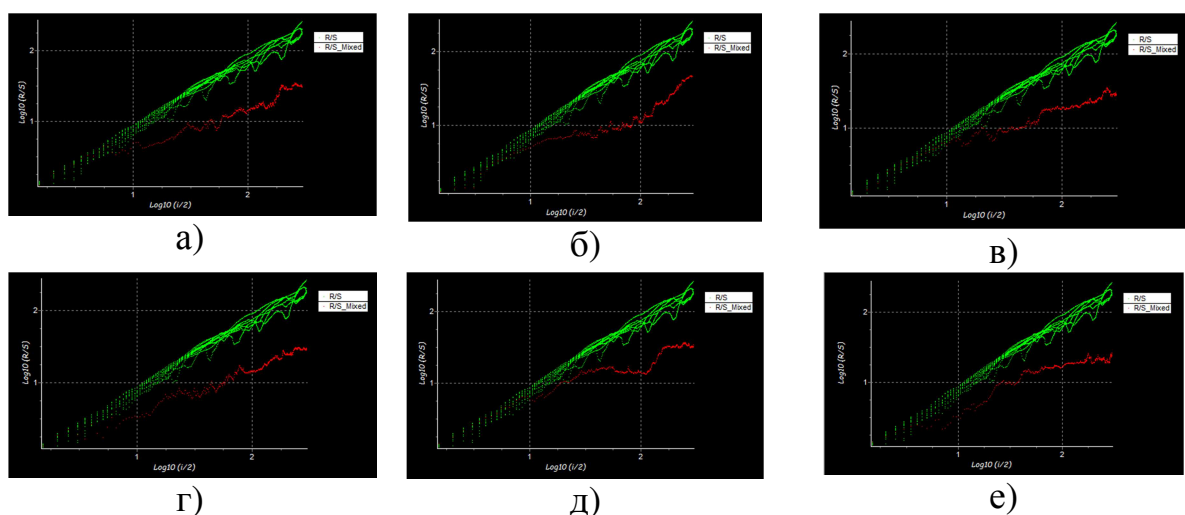


Рисунок 2.15 – Візуальне представлення результатів фрактального аналізу – R/S траєкторій для а) ЧР  $Z_d^1$ ; б) ЧР  $Z_d^2$ ; в) ЧР  $Z_d^3$ ; г) ЧР  $Z_d^4$ ; д) ЧР  $Z_d^5$ ; е) ЧР  $Z_d^6$  (до пандемії)

*Джерело: Побудовано автором особисто*

Результати фрактального аналізу ЧР (під час пандемії) свідчать, що динаміка усіх фінансових інструментів протягом всього періода дослідження із лютого 2020 р. по вересень 2020 р. є персистентною, тобто мають довгострокову пам'ять. Значення показника Херста для всіх часових рядів знаходиться в інтервалі  $H \in [0,90; 0,92]$  (табл. 2.13). Для перемішаних значень показник Херста знаходиться в діапазоні  $H \in [0,61; 0,71]$  (табл. 2.13).

Таблиця 2.13 – Результати застосування методу нормованого розмаху Херста для цін ЧР (під час пандемії) за допомогою програми R\_S\_analizer

ЧР цін	H	H <sub>перемішане</sub>	ЧР цін	H	H <sub>перемішане</sub>
$Z_d^1$	<b>0.92</b>	0.65	$Z_d^4$	<b>0.92</b>	0.65
$Z_d^2$	<b>0.90</b>	0.64	$Z_d^5$	<b>0.91</b>	0.65
$Z_d^3$	<b>0.92</b>	0.71	$Z_d^6$	<b>0.90</b>	0.61

Візуальне представлення результатів фрактального аналізу на основі методу нормованого розмаху Херста за допомогою програми R\_S\_analizer представлено на рисунку 2.16.

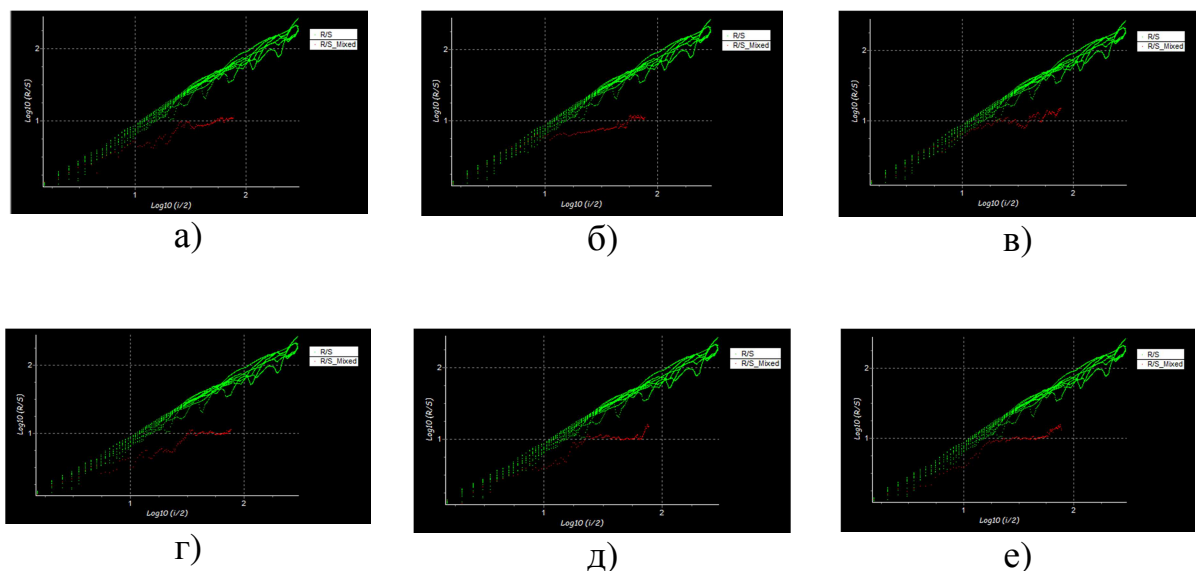


Рисунок 2.15 – Візуальне представлення результатів фрактального аналізу – R/S траєкторій для а) ЧР  $Z_d^1$ ; б) ЧР  $Z_d^2$ ; в) ЧР  $Z_d^3$ ; г) ЧР  $Z_d^4$ ; д) ЧР  $Z_d^5$ ; е) ЧР  $Z_d^6$  (до пандемії)

*Джерело: Побудовано автором особисто*



Аналогічно проаналізуємо результати фрактального аналізу для щоденних та щомісячних цін ЧР, які також свідчать, що часові ряди усіх фінансових інструментів протягом всього періода дослідження із вересня 2017 р. по вересень 2020 р. є персистентними, проте значення показників Херста значно зменшуються, а показник  $H_{\text{перемішане}}$  зростає. Значення показника Херста для всіх часових рядів (щотижневі значення до пандемії) знаходиться в інтервалі  $H \in [0,84; 0,90]$ , під час пандемії  $H \in [0,80; 0,86]$  (табл. 2.14). Для щомісячних значень до пандемії показник Херста знаходиться в діапазоні  $H \in [0,75; 0,83]$ , під час пандемії  $H \in [0,56; 0,66]$  (табл. 2.14). Візуальне представлення результатів фрактального аналізу на основі методу нормованого розмаху Херста за допомогою програми R\_S\_analyzer (див. Додаток А).

Для дослідження динаміки і визначення такої характеристики фрактальної динаміки як довгострокова пам'ять (тобто її глибина) був використаний метод послідовного R/S-аналізу. В результаті побудовано нечітку множину глибини пам'яті кожного ЧР (див. Додаток Б) та розраховані центр тяжіння нечіткої множини глибини пам'яті і глибина пам'яті, що зустрічається найчастіше з нечіткої множини глибини пам'яті ЧР (Додаток Б).

Таблиця 2.14 – Результати застосування методу нормованого розмаху Херста для цін ЧР (після та під час пандемії) за допомогою програми R\_S\_analyzer

ЧР цін	Н – до пандемії	Н – після пандемії	ЧР цін	Н – до пандемії	Н – після пандемії
$Z_w^1$	<b>0.87</b>	<b>0.82</b>	$Z_w^4$	<b>0.87</b>	<b>0.86</b>
$Z_w^2$	<b>0.83</b>	<b>0.80</b>	$Z_w^5$	<b>0.91</b>	<b>0.85</b>
$Z_w^3$	<b>0.86</b>	<b>0.83</b>	$Z_w^6$	<b>0.87</b>	<b>0.84</b>
$Z_m^1$	<b>0.73</b>	<b>0.60</b>	$Z_m^4$	<b>0.80</b>	<b>0.56</b>
$Z_m^2$	<b>0.74</b>	<b>0.58</b>	$Z_m^5$	<b>0.80</b>	<b>0.66</b>
$Z_m^3$	<b>0.72</b>	<b>0.60</b>	$Z_m^6$	<b>0.74</b>	<b>0.60</b>

При дослідженні динаміки цін на акції до часу пандемії було виявлено, що найчастіше для ЧР  $Z_d^1$  пам'ять зберігається впродовж 5 та 6 днів, де центр тяжіння нечіткої множини глибини пам'яті 21,8, а глибина пам'яті, що зустрічається найчастіше з нечіткої множини глибини пам'яті ЧР – 7, для ЧР  $Z_d^2$  впродовж 4 та 5 днів, де  $L_{нз}=8$  та  $L_{цт}=21.7$ , для ЧР  $Z_d^3$  — 5, 8 днів, де центр тяжіння 18.7, а глибина пам'яті, що зустрічається найчастіше з нечіткої множини глибини пам'яті ЧР – 6, для ЧР  $Z_d^4$  впродовж 6 та 7 днів, де центр тяжіння нечіткої множини глибини пам'яті 17.4, а глибина пам'яті, що зустрічається найчастіше з нечіткої множини глибини пам'яті ЧР – 5, для ЧР  $Z_d^5$  впродовж 6 та 8 днів, де  $L_{нз}=5$  та  $L_{цт}=19.7$ , а для ЧР  $Z_d^6$  впродовж 5 та 9 днів, де центр тяжіння 17,8 і глибина пам'яті, що зустрічається найчастіше складає 8 відповідно (кількість днів наведена у порядку збільшення значення функції приналежності  $\mu$ ,  $\mu \geq 0,60$ ).

Проаналізуємо результати послідовного R/S-аналізу для динаміки цін на акції у період пандемії. Довготривала пам'ять змінилася для всіх досліджуваних ЧР, де у ЧР  $Z_d^1$  пам'ять зберігається впродовж 7 та 11 днів, для ЧР  $Z_d^2$  впродовж 7 та 9 днів, для ЧР  $Z_d^3$  5 та 8 днів, для ЧР  $Z_d^4$  впродовж 4, 5 та 10 днів, для ЧР  $Z_d^5$  впродовж 8 та 9 днів, а для ЧР  $Z_d^6$  впродовж 5 та 7 днів, (кількість днів наведена у порядку збільшення значення функції приналежності  $\mu$ ,  $\mu \geq 0,60$ ). Відповідно до отриманих результатів можна сказати, що у період пандемії довготривала пам'ять у деяких ЧР зміщується.

За даними аналізу ЧР можна зробити наступні висновки:

1) Результати фрактального аналізу свідчать, що ЧР  $Z_d^1$  властива гранична (майже мінімальна) глибина пам'яті  $l=5$  та 6 зі значенням функції приналежності  $\mu(5,6) \approx 0.75$ , яке можна вважати досить значним і таким, що сигналізує про слабку трендостійкість, тобто про втрату властивості зберігати тренд. Проте значення  $H$  цього ЧР дорівнює 0.93 до пандемії, що свідчить про меншу зашумленість ряду і про його трендостійкість. Дослідження динаміки ЧР у період пандемії вказують на незначне зміщення

граничної глибини пам'яті  $l=7$  та 11 днів зі значенням функції приналежності  $\mu(5,6)\approx 0.67$ , де в цілому можна сказати, що трендостійкості ряду слабшає. Значення  $H$  під час пандемії дорівнює 0,92;

2) ЧР  $Z_d^2$  властива гранична глибина пам'яті  $l=4$  та 5 зі значенням функції приналежності  $\mu(4,5)\approx 0.70$ , яке можна вважати таким, що сигналізує про слабку трендостійкість. Проте значення  $H$  цього ЧР дорівнює 0.89, що свідчить про меншу зашумленість ряду і про його трендостійкість. Дослідження динаміки ЧР у період пандемії вказують на зміщення граничної глибини пам'яті  $l=7$  та 9 днів зі значенням функції приналежності  $\mu(7,9)\approx 0.68$ , де в цілому можна сказати, що аналогічно першому часовому ряду трендостійкість зменшується;

3) ЧР  $Z_d^3$  властива гранична глибина пам'яті  $l=5$  та 8 зі значенням функції приналежності  $\mu(5,8)\approx 0.63$ , яке можна вважати таким, що сигналізує про слабку трендостійкість. Проте значення  $H$  цього ЧР дорівнює 0.91, що свідчить про меншу зашумленість ряду і про його трендостійкість. Дослідження динаміки ЧР під час пандемії, гранична глибини пам'яті не змінилася і дорівнює 5 та 8 зі значенням функції приналежності  $\mu(5,8)\approx 0.74$ , що значно краще, проте все таки свідчить про відсутність трендостійкості. Значення  $H$  складає 0,92;

4) 4. ЧР  $Z_d^4$  властива гранична глибина пам'яті  $l=6$  та 7 зі значенням функції приналежності  $\mu(6,7)\approx 0,66$ , яке можна вважати таким, що сигналізує про слабку трендостійкість. Дослідження динаміки ЧР під час пандемії, гранична глибини пам'яті змінилася і дорівнює 4, 5 та 10 зі значенням функції приналежності  $\mu(4,5,10)\approx 0,80$ , свідчить про наявність трендостійкості. Значення  $H$  цього ЧР дорівнює 0.93 (до та під час пандемії), що свідчить про меншу зашумленість ряду і про його трендостійкість;

5) ЧР  $Z_d^5$  властива гранична глибина пам'яті  $l=6$  та 8 зі значенням функції приналежності  $\mu(6,8)\approx 0.77$ , яке можна вважати таким, що сигналізує про слабку трендостійкість. Проте значення  $H$  цього ЧР (до пандемії) дорівнює 0.95, що свідчить про меншу зашумленість ряду і про його

трендостійкість. Дослідження динаміки ЧР під час пандемії, гранична глибини пам'яті не змінилася і дорівнює 4,8 та 9 зі значенням функції приналежності  $\mu(4,8,9)\approx 0.73$ , свідчить про наявність трендостійкості. Значення  $H$  цього ЧР (під час пандемії) дорівнює 0.91;

б) ЧР  $Z_d^6$  властива гранична глибина пам'яті  $l=5$  та 9 зі значенням функції приналежності  $\mu(5,9)\approx 0.70$ , яке можна вважати таким, що сигналізує про слабку трендостійкість. Проте значення  $H$  цього ЧР дорівнює 0.92, що свідчить про меншу зашумленість ряду і про його трендостійкість. Дослідження динаміки ЧР під час пандемії, гранична глибини пам'яті змінилася і дорівнює 5 та 7 зі значенням функції приналежності  $\mu(5,7)\approx 0.60$ , свідчить про відсутність трендостійкості. Значення  $H$  0,90.

Окрім комплексного фрактального аналізу цін на акції різних корпорацій додатково зробимо відповідний аналіз прибутковості акцій. Результати якого свідчить про випадковість часових рядів (табл. 2.15). Про це говорить значення показника Херста.

Таблиця 2.15 – Результати застосування методу нормованого розмаху Херста для прибутковості ЧР за допомогою програми R\_S\_analizer

ЧР цін	H – до пандемії	H – після пандемії	ЧР цін	H – до пандемії	H – після пандемії
$P_d^1$	<b>0.62</b>	<b>0.59</b>	$P_d^4$	<b>0.56</b>	<b>0.63</b>
$P_d^2$	<b>0.57</b>	<b>0.70</b>	$P_d^5$	<b>0.64</b>	<b>0.61</b>
$P_d^3$	<b>0.57</b>	<b>0.60</b>	$P_d^6$	<b>0.59</b>	<b>0.61</b>

Візуальне представлення результатів фрактального аналізу на основі методу нормованого розмаху Херста за допомогою програми R\_S\_analizer представлено на рис. 2.16.

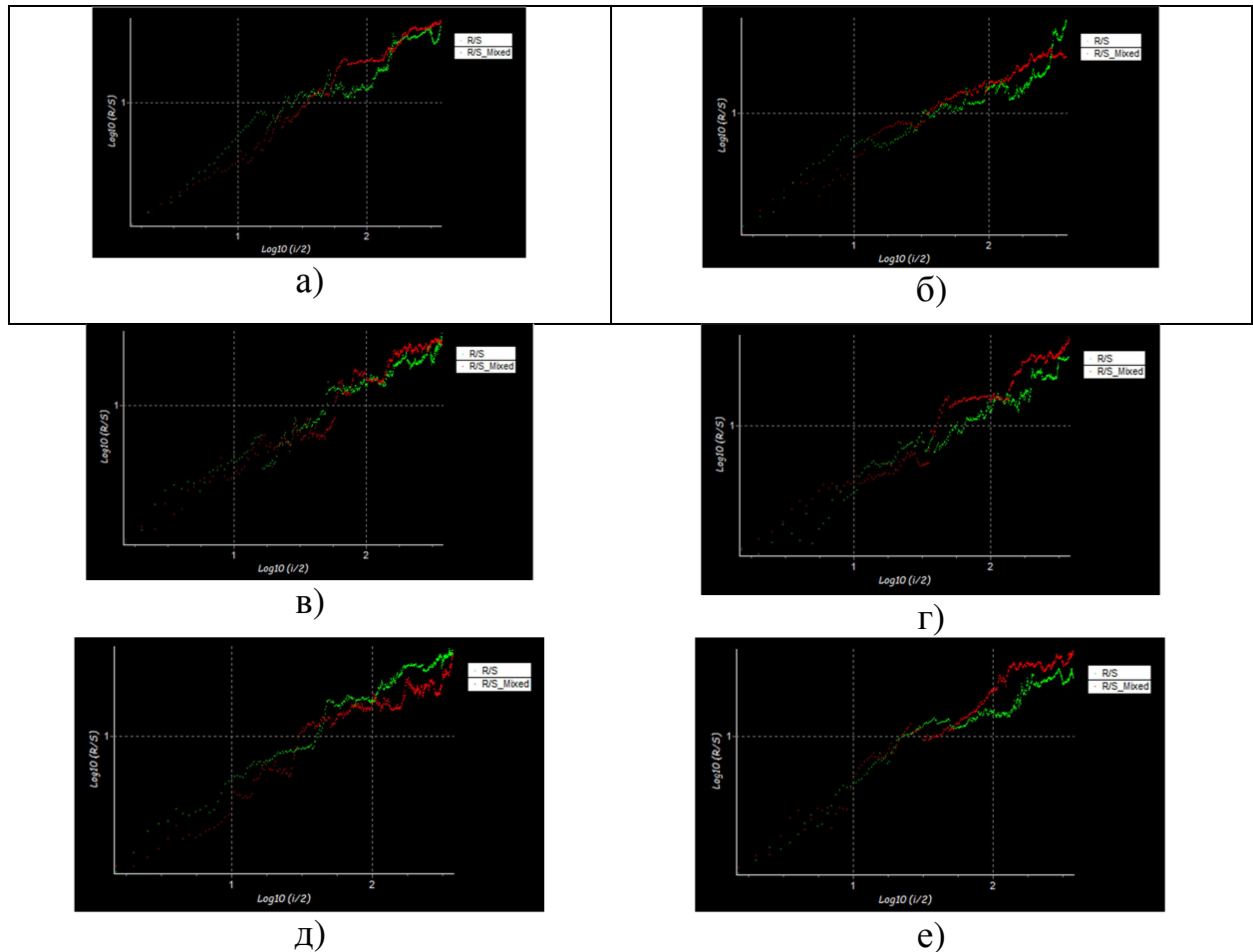


Рисунок 2.16 – Візуальне представлення результатів фрактального аналізу – R\S траєкторій для а) ЧР  $P_d^1$ ; б) ЧР  $P_d^2$ ; в) ЧР  $P_d^3$ ; г) ЧР  $P_d^4$ ; д) ЧР  $P_d^5$ ; е) ЧР  $P_d^6$  (щоденні значення)

*Джерело: Побудовано автором особисто*

У зв'язку з цим було побудовано та досліджено сімейство ЧР:

$$P_{d+s} = \langle p_{d+s} \rangle, \quad (2.11)$$

де  $p_{d+s} = \frac{(z_{(d+s)} - z_d)}{z_d} * 100\%$  – прибутковість ціни в день  $d+s$  ( $z_{(d+s)}$ ) відносно ціни у день  $d$  ( $z_{td}$ ), тобто прибутковість із лагом  $s = 7, 10, 14, 21, 28, 30, 37, 42$ .

В результаті дослідження ЧР «відтермінованої» прибутковості встановлено, що характер динаміки прибутковості змінюється від стохастичного до персистентного в залежності від величини часового лагу та

набуває характеристик притаманних «материнському» ЧР ціни. Але лаг для кожного часового ряду є різним:

- ЧР  $P^1(\text{Apple}), P^6(\text{Sony})$  набувають персистентності при величині лагу 14 днів, а показник Херста дорівнює вже 0,70;
- ЧР  $P^3(\text{Alphabet}), P^5(\text{Netflix})$  набувають персистентності при величині лагу 10 днів, а показник Херста дорівнює вже 0,74;
- ЧР  $P^4(\text{Disney})$  набуває персистентності при величині лагу 7 днів, а показник Херста дорівнює вже 0,71;
- ЧР  $P^2(\text{Tesla})$  набуває персистентності при величині лагу 21 день, а показник Херста дорівнює вже 0,70;

Графічне відображення значень показника Херста для ЧР прибутковості з різним лагом наведено на рис. 2.17.

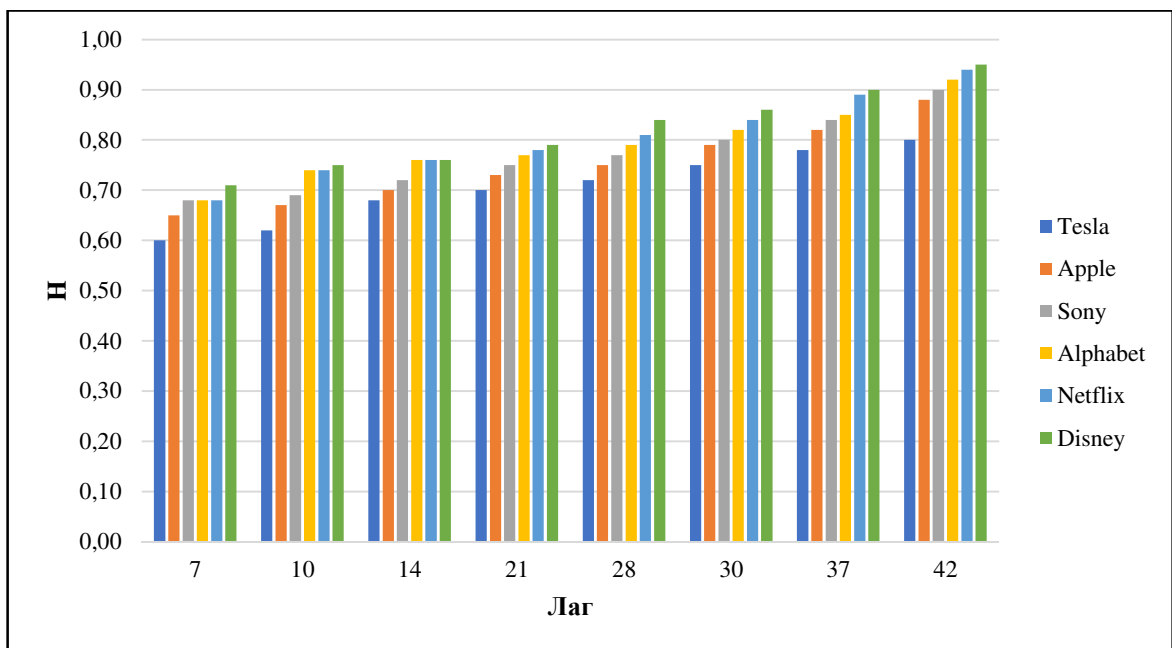


Рисунок 2.17 – Значення показника Херста для прибутковості акцій компаній Apple, Tesla, Alphabet, Disney, Netflix та Sony із різним лагом

*Джерело: Побудовано автором особисто*

Отже, найшвидше набуває персистентності часовий ряд  $P^4(\text{Disney})$ . Спостерігаємо, що зі збільшенням лагу показник Херста зростає та стає

придатним для прогнозування методами фрактального аналізу. Це дає можливість інвестору уніфікувати інструментарій аналізу та спрогнозувати прибутковість відповідно до характеристик динаміки ціни конкретного інвестиційного інструменту.

### 2.3 Формування системи показників для розробки методу порівняльного аналізу

Формування системи показників для розробки методу порівняльного аналізу передбачає обрати найбільш значимі коефіцієнти проведеного комплексного аналізу, які найкраще характеризують дохідність та ризиковість акцій усіх корпорацій. Для відбору таких показників потрібно порівняти один із одним всі розраховані коефіцієнти для щоденних, щотижневих та щомісячних цін на акції та їх прибутковості, отримані під час статистичного та фрактального аналізу.

Порівняємо всі розраховані показники динаміки ціни часових рядів  $z_d^1, z_d^2, z_d^3, z_d^4, z_d^5, z_d^6$ , де  $d$  – це значення, яке приймає ціна у відповідний день із 11 вересня 2017 року по 8 вересня 2020-го року,  $z_w^1, z_w^2, z_w^3, z_w^4, z_w^5, z_w^6$ , де  $w$  – це значення, яке приймає ціна у відповідний тиждень та  $z_m^1, z_m^2, z_m^3, z_m^4, z_m^5, z_m^6$ , де  $m$  – це значення, яке приймає ціна у певний місяць із вересня по вересень 2017-2020 рр.. Серед усіх отриманих коефіцієнтів під час статистичного аналізу найбільше відрізняються: коефіцієнт ексцеса, коефіцієнт асиметричності та коефіцієнт осциляції, розрахованих для усіх значень ціни: щоденної, щотижневої та щомісячної відповідно. Проаналізуємо отримані результати статистичного аналізу для прибутковості акцій усіх корпорацій, де аналогічно найбільше відрізняються серед усіх коефіцієнтів: коефіцієнт ексцеса, коефіцієнт асиметричності та коефіцієнт осциляції (табл. 2.16).

Коефіцієнт ексцесу (Kurtosis) – це міра гостроти піку в розподілі випадкової величини. Ексцес характеризує розподіли, в яких значення

величин або зосереджені близько до середньої величини, або навпаки розподілені далеко від неї [60].

Таблиця 2.16 — Зведена система показників для розробки методу порівняльного аналізу

<i>Статистичні показники</i>												
Показники оцінки динаміки	$z_d^1$	$z_d^2$	$z_d^3$	$z_d^4$	$z_d^5$	$z_d^6$						
Коефіцієнт ексцеса	2.78	8	0.06	-0.97	0.59	1						
Коефіцієнт асиметричності	1.68	2.78	0.85	0.05	1.15	0.69						
Коефіцієнт осциляції	1.74	5.04	0.66	0.01	1.14	3.85						
Показники оцінки динаміки	$z_w^1$	$z_w^2$	$z_w^3$	$z_w^4$	$z_w^5$	$z_w^6$						
Коефіцієнт ексцеса	2.53	7.59	-0.06	-1.00	0.24	0.01						
Коефіцієнт асиметричності	1.65	2.74	0.82	0.07	1.17	0.67						
Коефіцієнт осциляції	1.54	4.40	3.59	0.56	1.10	0.08						
Показники оцінки динаміки	$z_m^1$	$z_m^2$	$z_m^3$	$z_m^4$	$z_m^5$	$z_m^6$						
Коефіцієнт ексцеса	2.69	8.57	0.04	-0.86	0.55	-0.19						
Коефіцієнт асиметричності	1.72	2.83	1	0.05	2.34	0.76						
Коефіцієнт осциляції	1.51	4.55	2.50	0.16	1.00	0.64						
<i>Показники фрактального аналізу</i>												
<i>До коронакризи</i>							<i>Під час</i>					
Показники оцінки динаміки	$z_d^1$	$z_d^2$	$z_d^3$	$z_d^4$	$z_d^5$	$z_d^6$	$z_d^1$	$z_d^2$	$z_d^3$	$z_d^4$	$z_d^5$	$z_d^6$
$I_{\text{цт}}$	21,8	21,7	18,8	17,6	19,7	17,9	30,8	23,8	28,1	21,4	18,8	28,3
$H_{\text{entr}_L}$	22,1	23,1	19,5	18,1	20,2	18,8	20,1	18	17,6	20,3	16,1	18,8
$H^e_{\text{entr}_L}$	4,7	6,3	4,7	4,8	7,3	7,4	4,4	4,5	4,9	7,1	6,2	5,53

*Джерело: Побудовано автором особисто*



Коефіцієнт ексцесу емпіричного розподілу розраховується за формулою:

$$E_k = \frac{m_4}{\sigma_e^4} - 3, \quad (2.12)$$

де  $m_4$  – центральний емпіричний момент четвертого порядку:

$$m_4 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_e)^4}{n}, \quad (2.13)$$

– для незгрупованих даних, і для згрупованих:

$$m_4 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_e)^4 * n_i}{n}. \quad (2.14)$$

Якщо  $E_k > 0$ , то емпіричний розподіл є вищим («гостровершинним») - щодо «еталонного» нормального розподілу з параметрами.

Якщо ж  $E_k < 0$  – то більш низьким і пологим. І чим більше по модулю  $E_k$ , тим «аномальніше» висота в ту чи іншу сторону.

Коефіцієнт ексцесу нормального розподілу дорівнює нулю. Вважається що:

$|E_k| < 0.2$  – майже відсутній ексцес;

$|E_k| = 0.2 - 0.3$  – слабкий ексцес;

$|E_k| = 0.3 - 0.6$  – помірний ексцес;

$|E_k| = 0.6 - 1.0$  – сильний ексцес;

$|E_k| > 1$  – дуже сильний ексцес.

Як правило, дохід від акцій розподілені з позитивним ексцесом. Якщо ми використовуємо розподіл з позитивним ексцесом, то ми недооцінюємо ризик дуже поганого або дуже хорошого сценарію.

Асиметрія характеризує міру скошеності полігону або гістограми вліво чи вправо щодо найвищого ділянки. Найпростішим критерієм симетрії є рівність середньої, моди і медіани: але в житті такого ідеального збігу, звичайно, не буває (навіть тіло людини трохи асиметрично), і тому у «майже симетричних» розподілів ці показники повинні розташовуватися дуже близько один до одного [60].

Ознакою правобічної асиметрії є той факт, що  $\bar{x} > M_0$ , і це не дивно – адже справа знаходиться значна кількість варіант, і тому середня зміщена вправо. І тому англійський статистик Карл Пірсон, який ще не раз нас порадує своїми методами, запропонував наступну формулу для розрахунку коефіцієнта асиметрії:

$$A_s = \frac{\bar{x} - M_0}{\sigma}, \quad (2.15)$$

де  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення статистичної сукупності. Що теж логічно, адже у різних розподілів - різний «розкид» значень і різні уявлення про міру асиметрії.

Лівостороння асиметрія, навпаки, характеризуються подовженим лівим «хвостом» і нерівністю  $\bar{x} < M_0$ . З формули 2.11 випливає, що в лівосторонньому випадку коефіцієнт асиметрії негативний (тому що  $\bar{x} < M_0$ ), а в правосторонньому – позитивний ( $\bar{x} > M_0$ ), і чим більше по модулю  $A_s$  – тим сильніше скіс розподілу [60].

У нормального розподілу коефіцієнт асиметрії дорівнює нулю. Прийнято вважати, що:

$$|A_s| \leq 0.25 \text{ – асиметрія незначна;}$$

$0.25 < |A_s| \leq 0.5$  – асиметрія помірною;

$|A_s| > 0.5$  – асиметрія значна.

Економічний сенс коефіцієнта асиметрії полягає в тому, що при позитивному значенні коефіцієнта (правобічна асиметрія) найвищі доходи є більш ймовірними, ніж найнижчі. При негативному значенні коефіцієнта (лівостороння асиметрія) навпаки – найнижча прибутковості будуть більш ймовірними, ніж найвища [60].

Коефіцієнт осциляції – це частка розмаху варіації випадкової величини в середній величині, є відносною мірою абсолютного розкиду значень у статистичній сукупності [60].

$$\rho_x = \frac{R_x}{\bar{x}}, \quad (2.16)$$

де  $n$  – число спостережень;  $x_i$  –  $i$ -е спостережуване значення випадкової величини;  $R_x$  – розмах варіації випадкової величини  $x$ ;  $\rho_x$  – коефіцієнт осциляції,  $R_x = x_{max} - x_{min}$ ,  $x_{max} = \max_{i \in N_n} \{x_i\}$ ,  $x_{min} = \min_{i \in N_n} \{x_i\}$ , а  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ .

Таким чином, коефіцієнт осциляції показує рівень ризику, що може виявитися корисним при включенні нового активу в портфель. Показник дозволяє зіставити очікувану прибутковість і ризик [60].

Із результатів отриманих після фрактального аналізу найбільше вирізнялися: показник інформаційної ентропії нечіткої множини глибини пам'яті та її підмножини, а також центр тяжіння нечіткої множини глибини пам'яті (табл. 2.16).

Показники ентропії в цілому вказують на неочікуваність виникнення певної події, непередбачуваність часового ряду, а всі неочікувані зміни, коливання динамічних рядів, які важко або неможливо передбачити, впливають на рівень ризику. Чим важче прогнозувати динаміку ряду,

передбачити його поведінку, тим вищий рівень ризику. Глибина пам'яті, в свою чергу, є важливою характеристикою при дослідженні ряду на трендостійкість, що також впливає на можливість прогнозування часового ряду, тобто якщо ряд має пам'ять, його динаміку можна передбачити і таким чином зменшити ризик, наприклад, для інвестора у втраті власних коштів, що були вкладені в певний фінансовий інструмент.

Розподілемо дані показники на дві групи, що характеризують «Дохідність» та «Ризик» (рис. 2.18)

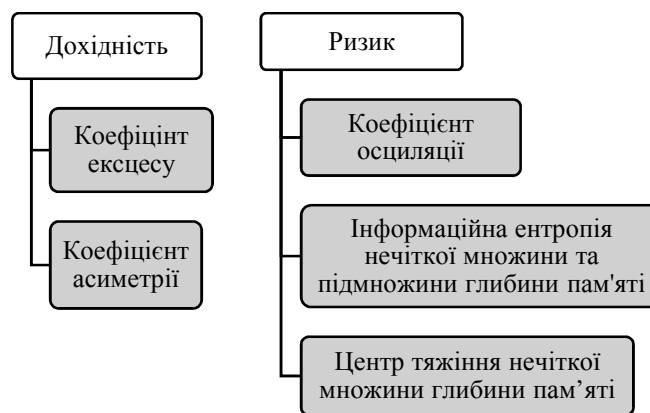


Рисунок 2.18 — Поділ показників на дві групи, формування бази вхідних даних для побудови нечіткої моделі

*Джерело: побудовано автором особисто*

Перейдемо до розробки методу порівняльного аналізу з урахуванням розподілу розрахованих коефіцієнтів на дві групи.

### РОЗДІЛ 3

## ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ

### 3.1 Розробка методу порівняльного аналізу динаміки фінансових інструментів

Інвестиційний процес являє собою прийняття інвестором рішення щодо цінних паперів, в які здійснюються інвестиції, обсягів і термінів інвестування [61]. Найважливішими критеріями відбору для прийняття рішень інвестором куди вкладати кошти, в той чи інший фінансовий інструмент виступають дохідність та ризик цих фінансових інструментів.

Схема методу порівняльного аналізу динаміки обраних фінансових інструментів на фондовому ринку наведена на Додатку В. *Перший етап* передбачає, що після формування системи показників для розробки методу порівняльного аналізу (див. пункт 2.3) обрані критерії слід розподілити на дві групи, ті які характеризують дохідність цінного паперу, в данному випадку акції, та ті, які характеризують ризик. Для того, щоб визначити в які акції потрібно інвестувати і на який термін та в які не рекомендується інвестування, нам потрібно порівняти обрані показники. Проте існує проблема порівняння різних критеріїв між собою, оскільки вони виконують різні функції, мають різні характеристики, деякі визначені у абсолютних значеннях, інші – у відносних. Одним із методів порівняння абсолютно різних між собою показників є методологія нечіткого моделювання.

Фундаментом цього методу є теорія нечіткої логіки (Fuzzy Logic), яка визначає сучасний підхід до опису бізнес-процесів, в яких присутня невизначеність. Застосування сучасного програмного забезпечення дозволяє більш точно в порівнянні з іншими методиками порівняння критеріїв і значно

скорочує час на відповідні розрахунки. Одним з таких інструментів є система MATLAB, що включає пакет нечіткої логіки (Fuzzy Logic Toolbox).

Підхід, заснований на теорії нечітких множин, спочатку розвивався з метою формалізації дій оператора, керуючого об'єктом в умовах невизначеності з використанням нечітких інструкцій. В рамках цього підходу було введено поняття нечіткої лінгвістичної змінної, значення якої можуть бути виражені в термінах типу: 'низька', 'помірна', 'велика', 'дуже висока' і т.п.

Основним інструментом формалізму нечіткої логіки є функція приналежності, яка задає ймовірність події, що елементи деякої множини  $X$  належать заданому непевному безлічі  $A$ .

Основними видами функцій приналежності є: трикутні, трапецієподібні, кусочно-лінійні, гаусові, сігмоїдної та ін.

Вдалим застосуванням теорії нечітких множин є контролери нечіткої логіки. Їх функціонування дещо відрізняється від роботи звичайних контролерів; для опису системи замість диференціальних рівнянь використовуються знання експертів. Ці знання можуть бути виражені за допомогою лінгвістичних змінних, які описані нечіткими множинами.

Загальна структура мікроконтролера, що використовує нечітку логіку, показана на рис. 3.1 [62]

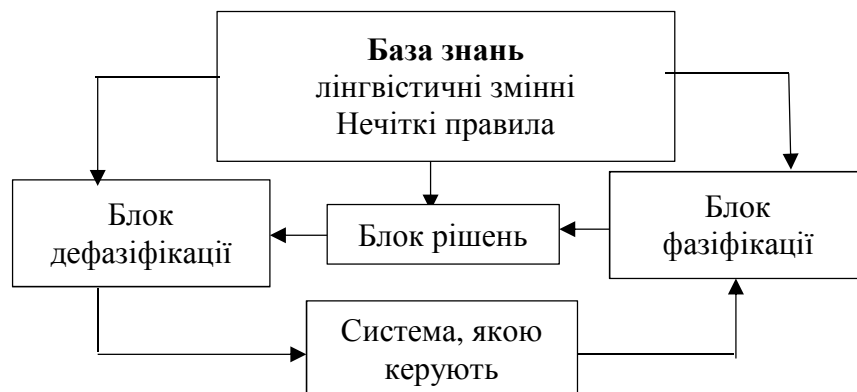


Рисунок 3.1 – Загальна структура нечіткого мікроконтролера

*Джерело: Побудовано автором особисто*

Вона містить у своєму складі наступні складові:

1. Блок фазифікації;
2. База знань;
3. Блок рішень;
4. Блок дефазифікації.

*Другим етапом* після формування таблиці критеріїв та розподіл їх на дві групи (формування фактично бази знань), ми переходимо у блок фазифікації, який перетворює чіткі величини, які виміряні на виході об'єкта керування у нечіткі величини, що описані лінгвістичними змінними в базі знань.

*Третій етап* – це перехід до блоку рішень, який використовує нечіткі умовні (if - then) правила, що закладено в базу знань, для перетворення нечітких вхідних даних в керуючі впливи, які мають також нечіткий характер [62].

*Четвертий етап* – дефазифікація, це блок, який перетворює нечіткі дані з виходу блоку рішень в чіткі величини, які використовуються для керування об'єктом. Дефазифікація вихідної змінної. Дефазифікація – процес, зворотний до фазифікації [62]. Дефазифікація в системах нечіткого виведення - це процедура знаходження звичайного (НЕ нечіткого) значення, яке може бути використано зовнішніми по відношенню до системи нечіткого виведення елементами. Для реалізації дефазифікації використовуються кілька методів [63]:

Метод максимуму функції приналежності. В цьому випадку для унімодальної функції приналежності результат дефазифікації визначається по координаті її максимуму (рис. 3.2, а), для трапецеїдальних результат визначається по середині верхнього підстави (рис. 3.2, б). Для функцій приналежності з декількома екстремумами метод максимуму не дає однозначного рішення [63].

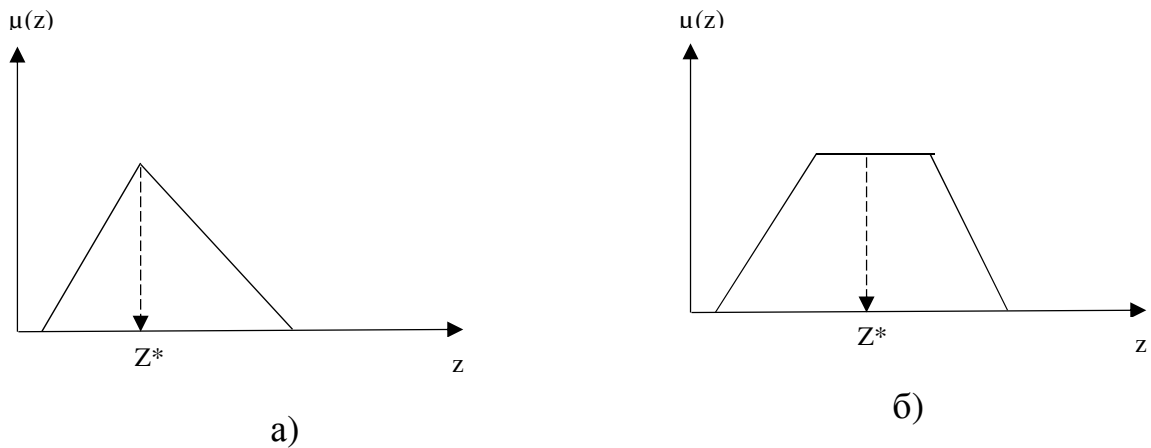


Рисунок 3.2 – Приклад застосування методу максимуму функції приналежності

*Джерело: побудовано автором на основі [65-68]*

Метод центру площі. Шукане значення  $z^*$  визначається з рівняння. Іншими словами, визначається абсциса прямої, що ділить площу по кривій функції приналежності на дві рівні частини. Метод центру площі досить незручний при реалізації, не може бути використаний, якщо функція приналежності задана дискретними значеннями, і є неоднозначною, так як можлива побудова декількох прямих (бісектрис площі), що поділяють площу на рівні частини [63].

Метод центру ваги. Ідея цього методу полягає в тому, що функцію приналежності розглядають як систему матеріальних точок, маси яких дорівнюють значенням функції приналежності [63, 64].

На *четвертому етапі* фактично буде отримана бальна оцінка дохідності та ризику. Після цього етапу ми перейдемо до *останнього етапу* – це проведення порівняльного аналізу обраних фінансових інструментів за отриманими оцінками ризику та дохідності у попередньому етапі і розробляємо рекомендації для інвесторів щодо обраних фінансових інструментів, у які акції і на який період можна вкласти кошти.



### 3.2 Застосування методу порівняльного аналізу для динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку на прикладі ІТ галузі та індустрії розваг

Відповідно до схеми з етапами проведення порівняльного аналізу (Додаток В) перейдемо до побудови нечіткої моделі дохідності та ризику для кожного ЧР окремо. Виконаємо кожен з етапів побудови нечіткої моделі для оцінки дохідності та ризику для кожного фінансового інструменту.

Для нечіткої моделі оберемо змінні, вибір яких обґрунтовано побудованою в підрозділі 2.3. Об'єднаємо змінні у групи. До першої групи «Дохідність» належать такі змінні як:

Коефіцієнт ексцесу, який ми позначимо як  $K_{d,w,m}^i$ , де  $i = \overline{1;6}$  – kurtosis coefficient. Даний показник вказує як розподіляється дохід від акції. Цей показник знаходиться в межах  $K_d^1 \in [0; 2.78]$  для ЧР  $Z_d^1$ ,  $K_d^2 \in [0; 8]$  для ЧР  $Z_d^2$ ,  $K_d^3 \in [0; 0.06]$  для ЧР  $Z_d^3$ ,  $K_d^4 \in [-0.97; 0]$  для ЧР  $Z_d^4$ ,  $K_d^5 \in [0; 0.59]$  для ЧР  $Z_d^5$ ,  $K_d^6 \in [0; 1]$  для ЧР  $Z_d^6$  для щоденних ціни;

$K_w^1 \in [0; 2.53]$  для ЧР  $Z_w^1$ ,  $K_w^2 \in [0; 7.59]$  для ЧР  $Z_w^2$ ,  $K_w^3 \in [-0.06; 0]$  для ЧР  $Z_w^3$ ,  $K_w^4 \in [-1; 0]$  для ЧР  $Z_w^4$ ,  $K_w^5 \in [0; 0.24]$  для ЧР  $Z_w^5$ ,  $K_w^6 \in [0; 1]$  для ЧР  $Z_w^6$  для щотижневих ціни;

$K_m^1 \in [0; 2.69]$  для ЧР  $Z_m^1$ ,  $K_m^2 \in [0; 8.57]$  для ЧР  $Z_m^2$ ,  $K_m^3 \in [0; 0.04]$  для ЧР  $Z_m^3$ ,  $K_m^4 \in [-0.86; 0]$  для ЧР  $Z_m^4$ ,  $K_m^5 \in [0; 0.55]$  для ЧР  $Z_m^5$ ,  $K_m^6 \in [-0.19; 0]$  для ЧР  $Z_m^6$  для місячних ціни.

Наступним показником буде коефіцієнт асиметрії, який ми позначимо як  $AS_{d,w,m}^i$ , де  $i = \overline{1;6}$  – asymmetry coefficient. Економічний сенс коефіцієнта асиметрії полягає в тому, що при позитивному значенні коефіцієнта (правобічна асиметрія) найвищі доходи є більш ймовірними, ніж найнижчі. При негативному значенні коефіцієнта (лівостороння асиметрія) навпаки – найнижча прибутковості будуть більш ймовірними, ніж найвища. Даний показник знаходиться в межах  $AS_d^1 \in [0; 1.68]$  для ЧР  $Z_d^1$ ,  $AS_d^2 \in [0; 2.78]$  для

ЧР  $Z_d^2, AS_d^3 \in [0; 0.85]$  для ЧР  $Z_d^3, AS_d^4 \in [0; 0.05]$  для ЧР  $Z_d^4, AS_d^5 \in [0; 1.15]$  для ЧР  $Z_d^5, AS_d^6 \in [0; 0.69]$  для ЧР  $Z_d^6$  для щоденних ціни;

$AS_w^1 \in [0; 1.65]$  для ЧР  $Z_d^1, AS_w^2 \in [0; 2.74]$  для ЧР  $Z_d^2, AS_w^3 \in [0; 0.82]$  для ЧР  $Z_d^3, AS_w^4 \in [0; 0.07]$  для ЧР  $Z_d^4, AS_w^5 \in [0; 1.17]$  для ЧР  $Z_d^5, AS_w^6 \in [0; 0.67]$  для ЧР  $Z_d^6$  для щотижневих ціни;

$AS_d^1 \in [0; 1.72]$  для ЧР  $Z_d^1, AS_d^2 \in [0; 2.83]$  для ЧР  $Z_d^2, AS_d^3 \in [0; 1]$  для ЧР  $Z_d^3, AS_d^4 \in [0; 0.05]$  для ЧР  $Z_d^4, AS_d^5 \in [0; 2.34]$  для ЧР  $Z_d^5, AS_d^6 \in [0; 0.76]$  для ЧР  $Z_d^6$  для щомісячних ціни.

Друга група «Ризик» визначається такими показниками як коефіцієнт осциляції. Позначимо його як  $OS_{d,w,m}^i$ , де  $i = \overline{1;6}$  – oscillation coefficient. Коефіцієнт осциляції показує рівень ризику, що може виявитися корисним при включенні нового активу в портфель. Даний показник знаходиться в межах  $OS_d^1 \in [0; 1.74]$  для ЧР  $Z_d^1, OS_d^2 \in [0; 5.04]$  для ЧР  $Z_d^2, OS_d^3 \in [0; 0.66]$  для ЧР  $Z_d^3, OS_d^4 \in [0; 0.01]$  для ЧР  $Z_d^4, OS_d^5 \in [0; 1.14]$  для ЧР  $Z_d^5, OS_d^6 \in [0; 3.85]$  для ЧР  $Z_d^6$  для щоденних ціни;

$OS_w^1 \in [0; 1.54]$  для ЧР  $Z_d^1, OS_w^2 \in [0; 4.40]$  для ЧР  $Z_d^2, OS_w^3 \in [0; 3.59]$  для ЧР  $Z_d^3, OS_w^4 \in [0; 0.56]$  для ЧР  $Z_d^4, OS_w^5 \in [0; 1.10]$  для ЧР  $Z_d^5, OS_w^6 \in [0; 0.08]$  для ЧР  $Z_d^6$  для щотижневих ціни;

$OS_d^1 \in [0; 1.51]$  для ЧР  $Z_d^1, OS_d^2 \in [0; 4.55]$  для ЧР  $Z_d^2, OS_d^3 \in [0; 2.50]$  для ЧР  $Z_d^3, OS_d^4 \in [0; 0.16]$  для ЧР  $Z_d^4, OS_d^5 \in [0; 1]$  для ЧР  $Z_d^5, OS_d^6 \in [0; 0.64]$  для ЧР  $Z_d^6$  для щомісячних ціни.

Наступним показником, що визначає ризик є показник інформаційної ентропії нечіткої множини глибини пам'яті. Позначимо його як  $H(before\_covid19)_{entr\_L}^i$ , де  $i = \overline{1;6}$  – information entropy before covid19. Information entropy after covid19 будемо позначати як  $H(after\_covid19)_{entr\_L}^i$ , де  $i = \overline{1;6}$ .  $H(before\_covid19)_{entr\_L}^1 \in [0; 22.1]$  для ЧР  $Z_d^1, H(before\_covid19)_{entr\_L}^2 \in [0; 23.1]$  для ЧР  $Z_d^2, H(before\_covid19)_{entr\_L}^3 \in [0; 19.5]$  для ЧР  $Z_d^3, H(before\_covid19)_{entr\_L}^4 \in$

$[0; 18.1]$  для ЧР  $Z_d^4, H(before\_covid19)_{entr\_L}^5 \in [0; 20.2]$  для ЧР  $Z_d^5, H(before\_covid19)_{entr\_L}^6 \in [0; 18.8]$  для ЧР  $Z_d^6$  для періоду до коронакризи;

$H(after\_covid19)_{entr\_L}^1 \in [0; 20.1]$  для ЧР  $Z_d^1, H(after\_covid19)_{entr\_L}^2 \in [0; 18]$  для ЧР  $Z_d^2, H(after\_covid19)_{entr\_L}^3 \in [0; 17.6]$  для ЧР  $Z_d^3, H(after\_covid19)_{entr\_L}^4 \in [0; 20.3]$  для ЧР  $Z_d^4, H(after\_covid19)_{entr\_L}^5 \in [0; 16.1]$  для ЧР  $Z_d^5, H(after\_covid19)_{entr\_L}^6 \in [0; 18.8]$  для ЧР  $Z_d^6$  після та під час корони відповідно.

Третім показником буде інформаційна ентропія нечіткої підмножини глибини пам'яті. Позначимо його як  $H(before\_covid19)_{entr\_L}^{i,e}$ , де де  $i = \overline{1;6}$  – information1 entropy before Covid19. Позначимо його як  $H(after\_covid19)_{entr\_L}^{i,e}$ , де де  $i = \overline{1;6}$  – information2 entropy after covid19. Information2 entropy after covid19 будемо позначати як  $H(after\_covid19)_{entr\_L}^i$ , де де  $i = \overline{1;6}$ .  $H(before\_covid19)_{entr\_L}^{1,e} \in [0; 4.7]$  для ЧР  $Z_d^1, H(before\_covid19)_{entr\_L}^{2,e} \in [0; 4.7]$  для ЧР  $Z_d^2, H(before\_covid19)_{entr\_L}^{3,e} \in [0; 3.6]$  для ЧР  $Z_d^3, H(before\_covid19)_{entr\_L}^{4,e} \in [0; 4.8]$  для ЧР  $Z_d^4, H(before\_covid19)_{entr\_L}^{5,e} \in [0; 7.3]$  для ЧР  $Z_d^5, H(before\_covid19)_{entr\_L}^{6,e} \in [0; 4]$  для ЧР  $Z_d^6$  для періоду до коронакризи;

$H(after\_covid19)_{entr\_L}^{1,e} \in [0; 4.4]$  для ЧР  $Z_d^1, H(after\_covid19)_{entr\_L}^{2,e} \in [0; 5.5]$  для ЧР  $Z_d^2, H(after\_covid19)_{entr\_L}^{3,e} \in [0; 4.9]$  для ЧР  $Z_d^3, H(after\_covid19)_{entr\_L}^{4,e} \in [0; 7.1]$  для ЧР  $Z_d^4, H(after\_covid19)_{entr\_L}^{5,e} \in [0; 6.2]$  для ЧР  $Z_d^5, H(after\_covid19)_{entr\_L}^{6,e} \in [0; 4]$  для ЧР  $Z_d^6$  після та під час корони відповідно.

І останнім показником, який буде відноситися до групи ризику, буде центр тяжіння нечіткої множини глибини пам'яті. Позначимо його як  $COG_{befor\_covid19}^i$ , де  $i = \overline{1;6}$  – center of gravity до коронавірусу. Позначимо його як  $COG_{after\_covid19}^i$ , де  $i = \overline{1;6}$  – center of gravity під час коронавірусу.  $COG_{befor\_covid19}^1 \in [0; 22.8]$  для ЧР  $Z_d^1, COG_{befor\_covid19}^2 \in [0; 21.7]$  для ЧР  $Z_d^2,$

$COG_{befor\_covid19}^3 \in [0; 18.8]$  для ЧР  $Z_d^3$ ,  $COG_{befor\_covid19}^4 \in [0; 17.6]$  для ЧР  $Z_d^4$ ,  $COG_{befor\_covid19}^5 \in [0; 19.7]$  для ЧР  $Z_d^5$ ,  $COG_{befor\_covid19}^6 \in [0; 28.3]$  для ЧР  $Z_d^6$  для періоду до коронакризи та  $COG_{after\_covid19}^1 \in [0; 30.8]$  для ЧР  $Z_d^1$ ,  $COG_{after\_covid19}^2 \in [0; 23.8]$  для ЧР  $Z_d^2$ ,  $COG_{after\_covid19}^3 \in [0; 28.1]$  для ЧР  $Z_d^3$ ,  $COG_{after\_covid19}^4 \in [0; 21.4]$  для ЧР  $Z_d^4$ ,  $COG_{after\_covid19}^5 \in [0; 18.8]$  для ЧР  $Z_d^5$ ,  $COG_{after\_covid19}^6 \in [0; 17.9]$  після та під час корони відповідно.

Таким чином, визначення вхідних змінних нечіткої моделі завершено.

При визначенні вихідної змінної зауважимо, що оцінку рівня дохідності та ризику для кожної акції із обраних, доцільно представити у вигляді лінгвістичної змінної. За таких умов, як вихідну змінну оберемо дві якісні(нечіткі) оцінки «дохідність» та «ризик».

Введемо позначення:

$$Profitability^i = \{(P_q^i, \mu_{P_q^i}), i = \overline{1;6}; q = \overline{1,3}\}, \quad (3.1)$$

де  $P_q^i \in T^{Profitability^i}$  – лінгвістичне значення вихідної змінної  $Profitability^i$ ,

$T^{Profitability^i}$  – терм-множина,  $T^{Profitability^i} = \{H, C, B\} = \{P_q^i, i = \overline{1;6}; q = \overline{1,3}\}$ , тобто низька, середня та велика дохідність.

$\mu_{P_q^i}$  – значення функції приналежності вихідної змінної  $LQIP$  лінгвістичному значенню  $P_q^i \in T^{Profitability^i}$ .

$$Risk^i = \{(R_q^i, \mu_{R_q^i}), i = \overline{1;6}; q = \overline{1,3}\}, \quad (3.2)$$

де  $R_q^i \in T^{Risk^i}$  – лінгвістичне значення вихідної змінної  $Risk^i$ .

$T^{Risk^i}$  – терм-множина,  $T^{Risk^i} = \{H, C, B\} = \{R_q^i, i = \overline{1;6}; q = \overline{1,3}\}$ , тобто низька, середня та велика дохідність.

$\mu_{R_q^i}$  – значення функції приналежності вихідної змінної  $LQIP$  лінгвістичному значенню  $R_q^i \in T^{Risk^i}$ .

Перейдемо до процедури фазифікації вхідних змінних, за якою визначимо вхідні показники як нечіткі змінні. Для цього визначимося з терм-множинами, що визначають лінгвістичні значення вхідних змінних, та видом й параметрами функцій належності вхідних змінних до відповідних термів (лінгвістичних значень).

Області визначення вхідних змінних визначаються діапазонами їх можливих значень [65]:

Для групи «Дохідність»:

$$-0.97 \leq K_d^i \leq 8;$$

$$-1 \leq K_w^i \leq 7.59;$$

$$-0.86 \leq K_m^i \leq 8.57;$$

$$0 \leq AS_d^i \leq 2.78;$$

$$0 \leq AS_w^i \leq 2.74;$$

$$0 \leq AS_m^i \leq 2.83.$$

Для групи «Ризик»:

$$0 \leq OS_d^i \leq 5.04;$$

$$0 \leq OS_w^i \leq 4.40;$$

$$0 \leq OS_m^i \leq 4.55;$$

$$0 \leq H(before_{covid19})_{entr_L}^i \leq 23.1;$$

$$0 \leq H(after_{covid19})_{entr_L}^i \leq 20.3;$$

$$0 \leq H(before_{covid19})_{entr_L}^{i,e} \leq 7.3;$$

$$0 \leq H(after_{covid19})_{entr_L}^{i,e} \leq 7.1;$$

$$0 \leq COG_{before_{covid19}}^i \leq 28.3;$$

$$0 \leq COG_{after_{covid19}}^i \leq 30.8, \quad i = \overline{1;6}.$$

*Визначення лінгвістичних значень вхідних змінних.*

Для оцінювання всіх вхідних змінних, що характеризують дохідність та ризик акції, сформуємо єдину шкалу – терм-множину  $T^{Profitability}^i = \{H, C, B\} = \{P_q^i, i = \overline{1;6}; q = \overline{1,3}\}$  та  $T^{Risk}^i = \{H, C, B\} = \{R_q^i, i = \overline{1;6}; q = \overline{1,3}\}$  яка містить терми:  $H$  – низька дохідність та низький рівень ризику,  $C$  – середній рівень ризику та середня дохідність,  $B$  – високий рівень показника.

Перейдемо до визначення лінгвістичних значень змінних, де будуть проаналізовані інтервали значень, що приймають змінні, всі інтервали були отримані на основі експертного аналізу. При визначенні лінгвістичних значень першої змінної та другої змінних –  $K_{d,w,m}^i$  та  $AS_{d,w,m}^i$  – коефіцієнт ексцесу та асиметрії зауважимо, що значення дохідності приймає низькі значення  $[0;0.35]$ : якщо kurtosis coefficient та asymmetry coefficient приймають значення від  $[-1;0]$ ; якщо kurtosis coefficient та asymmetry coefficient приймають значення від  $[0;1]$ , будемо вважати, що дохідність є середньою і вона приймає значення  $[0.35;0.65]$ ; якщо kurtosis coefficient та asymmetry coefficient приймають значення від  $<1$ , тоді дохідність буде мати високий рівень і прийматиме значення  $[0.65;1]$ .

При визначенні лінгвістичних значень третьої, четвертої та п'ятої змінної –  $OS_{d,w,m}^i$ ,  $H(before\_covid19)_{entr\_L}^i$ ,  $H(after\_covid19)_{entr\_L}^i$ ,  $H(before\_covid19)_{entr\_L}^{i,e}$ ,  $H(after\_covid19)_{entr\_L}^{i,e}$ ,  $COG_{befor\_covid19}^i$  та  $COG_{after\_covid19}^i$  – коефіцієнт осциляції, інформаційна ентропія множини та підмножини, а також центр тяжіння, зауважимо, що значення ризику приймає низькі значення  $[0;0.35]$ : якщо oscillation coefficient приймають значення від  $[0;2]$ , інформаційні ентропія множини до почату коронакризи прийматимуть значення  $[0;15]$ , інформаційні ентропія множини після/під час коронакризи прийматимуть значення  $[0;10]$ , інформаційні ентропія підмножини до почату коронакризи прийматимуть значення  $[0;3.5]$ , інформаційні ентропія підмножини після/під час коронакризи прийматимуть

значення  $[0;4]$ , а показник центр тяжіння до коронокризи прийматиме  $[0;10]$  значення, а під час коронокризи  $[0;17]$ ;

якщо *oscillation coefficient* приймають значення від  $[2.01; 3.5]$ , інформаційні ентропія множини до почату коронокризи прийматимуть значення  $[16; 22]$ , інформаційні ентропія множини після/під час коронокризи прийматимуть значення  $[11;20]$ , інформаційні ентропія підмножини до почату коронокризи прийматимуть значення  $[3.51;5.5]$ , інформаційні ентропія підмножини після/під час коронокризи прийматимуть значення  $[4;6]$ , а показник центр тяжіння до коронокризи прийматиме  $[11;21]$  значення, а під час коронокризи  $[18;26]$ , будемо вважати, що ризик є середнім і вона приймає значення  $[0.35;0.70]$ ;

якщо *oscillation coefficient* приймають значення від  $[3.5; 6]$ , інформаційні ентропія множини до почату коронокризи прийматимуть значення  $[23; 30]$ , інформаційні ентропія множини після/під час коронокризи прийматимуть значення  $[21;25]$ , інформаційні ентропія підмножини до почату коронокризи прийматимуть значення  $[5.5;8]$ , інформаційні ентропія підмножини після/під час коронокризи прийматимуть значення  $[6;8]$ , а показник центр тяжіння до коронокризи прийматиме  $[22;30]$  значення, а під час коронокризи  $[27;35]$ , тоді ризик буде мати високий рівень і прийматиме значення  $[0.71;1]$ .

#### *Побудова функцій належності змінних.*

Оскільки такі показники як коефіцієнти ексцесу, асиметрії, осциляції, інформаційної ентропії множини та підмножини, а також центр тяжіння нечіткої множини задані у вигляді замкнутого інтервалу дійсних чисел, і можна точно сказати що вибраному діапазоні дані показники будуть мати середній рівень, або високий, тому для позначення виду функцій належності для вхідних змінних було обрано трапецієвидну функцію належності, яка формується з використанням кусково-лінійної апроксимації та дозволяє задавати ядро нечіткої множини у вигляді інтервалу і, тим самим, найприроднішим способом здійснювати невпевнену класифікацію. Основна

зручність таких функцій полягає в тому, що експерт «апріорі» може задати межі, належність до яких однозначно визначає відповідність змінної до заданого терму [66,72].

Трапецієвидна функція належності для групи «Дохідність» має наступний вигляд [67,72]:

$$\mu^T(K_{d,w,m}^i, AS_{d,w,m}^i) = \begin{cases} 0, x < a_1 \cup x > a_4 \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, a_1 \leq x < a_2 \\ 1, a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4-x}{a_4-a_3}, a_3 < x \leq a_4 \end{cases}, a_1 \leq a_2 \leq a_3 \leq a_4, (3.3)$$

де  $K_{d,w,m}^i, AS_{d,w,m}^i$  – значення показників,

T – лінгвістичний терм із множини {Н, С, В}.

Функції належності всіх визначених термів для змінних моделі у межах  $(a_2, a_3)$  приймають значення, яке як і максимум дорівнює одиниці.

Таким чином, функції належності до відповідних термів для усіх вхідних змінних  $K_{d,w,m}^i, AS_{d,w,m}^i, i = \overline{1,6}$  задаються відповідним вектором  $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ , конкретні значення яких визначено на основі аналізу експертних оцінок та емпіричних даних розміщено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Параметри функцій належності вхідних змінних  $K_{d,w,m}^i, AS_{d,w,m}^i$ , де  $i = \overline{1,6}$

Вхідна змінна	Назва змінної	Лінгвістичне значення показника (терм)	Визначення терм множини $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$
$K_d^i$	Коефіцієнт ексцесу	Низька	[-1.24 -0.62 0.13 3.43]
		Середня	[0.13 3.43 3.88 6.88]
		Висока	[3.88 6.88 8.91 10.2]
$K_w^i$		Низька	[-3.21 -1.86 0.64 2.22]
		Середня	[0.64 2.22 3.65 6.52]
		Висока	[3.65 6.52 7.95 10]
$K_m^i$	Низький	[-3.52 -2.13 0.41 1.8]	
	Середній	[0.41 1.8 4.25 7.39]	
	Високий	[4.25 7.39 8.97 12.11]	
$AS_d^i$	Коефіцієнт асиметрії	Низька	[0 0.16 0.58 1.04]
		Середня	[0.58 1.04 1.56 2.43]
		Висока	[1.56 2.43 2.89 3.82]



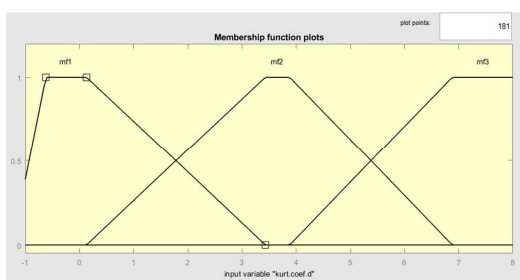
## Продовження таблиці 3.1

Вхідна змінна	Назва змінної	Лінгвістичне значення показника (терм)	Визначення терм множини $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$
$AS_w^i$		Низька	[-0.05 0 0.25 0.81]
		Середня	[0.25 0.81 1.48 1.89]
		Висока	[1.48 1.89 2.04 2.81]
$AS_m^i$		Низький	[0 0.11 0.58 1.06]
		Середній	[0.58 1.06 1.53 2.47]
		Високий	[1.53 2.47 2.94 4]

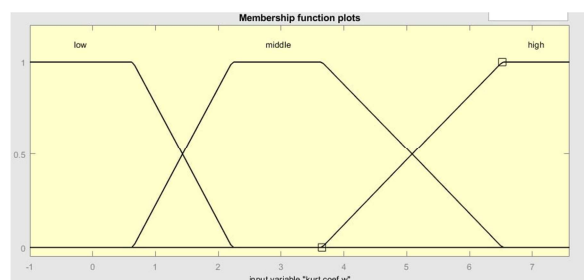
Джерело: Побудовано автором особисто

Як інструмент реалізації нечіткої моделі, що будується, обрана комп'ютерна система MATLAB. Графічне представлення функцій належності для вхідних змінних  $K_{d,w,m}^i, AS_{d,w,m}^i, i = \overline{1,6}$  засобами системи MATLAB наведено на рис. 3.3 [67,72].

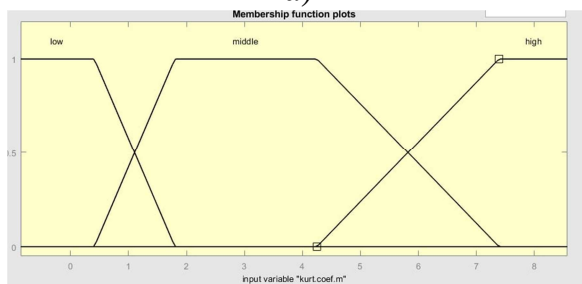
Для вихідної змінної  $Profitability^i$  на основі експертних оцінок було обрано також функцію належності трапецієвидного виду. Для цього введемо бальну (як проміжну між лінгвістичною та числовою) оцінку ефективності використання веб-сайту  $L$ :  $Profitability^i \xrightarrow{L} [0; 1]$ .



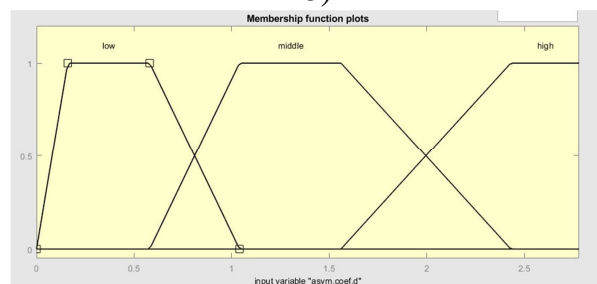
а)



б)



в)



г)

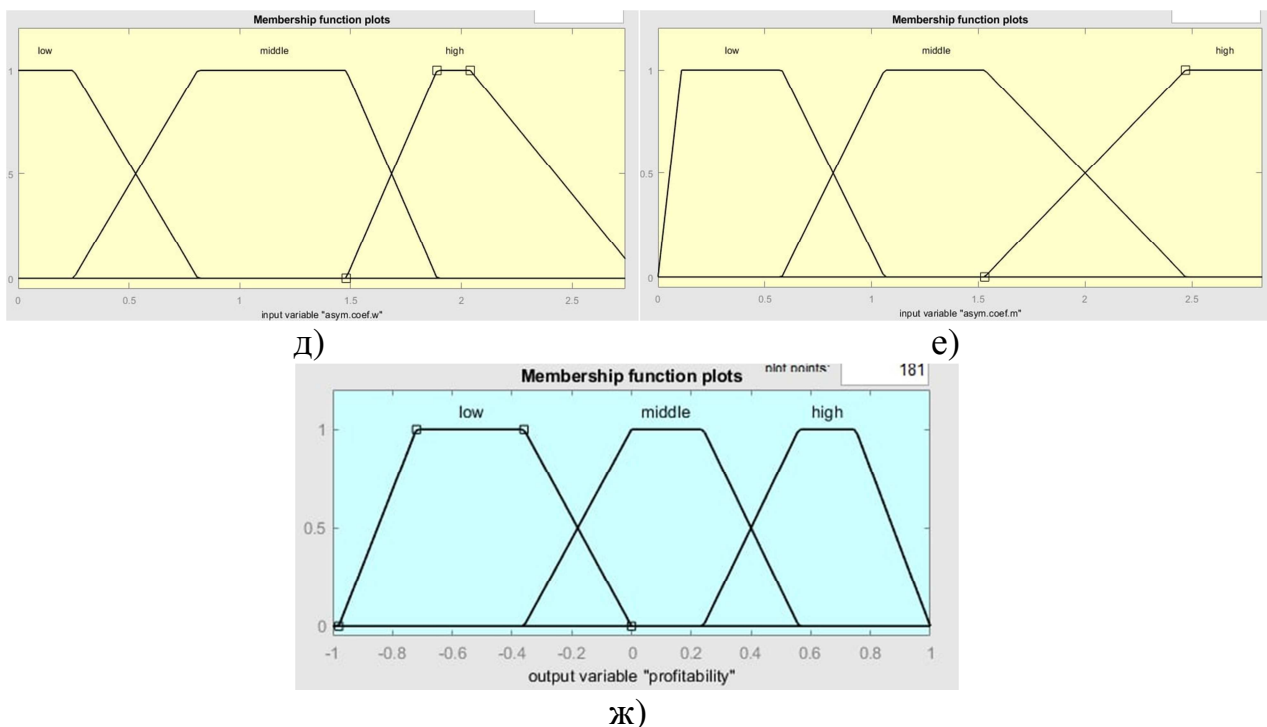


Рисунок 3.3 – Графічне представлення функцій належності вхідних змінних:

а)-в) змінної  $K_{d,w,m}^i$ ,

г)-е) змінної  $AS_{d,w,m}^i$ ,

ж) змінної  $Profitability^i$ .

Джерело: Побудовано автором особисто

Аналогічно завданню вхідних змінних, поставимо у відповідність лінгвістичним значенням «Низький», «Середній» та «Високий» якісної оцінки  $LQIP$  рівня дохідності їх числові (бальні) значення  $L$  на нормованій шкалі  $[0;1]$  (вектор  $B^{Eq} = (b_1, b_2, b_3, b_4)$ ) та результати розмістимо у табл. 3.2.

Зауважимо, що числові значення вихідної змінної  $Profitability^i$  не мають фізичного змісту, а лише виконують «перехідну» функцію між лінгвістичною та бальною оцінкою за порядковими за своєю природою шкалами.

Таблиця 3.2 – Параметри функції належності вихідної змінної  $Profitability^i$

Позначення вихідної змінної	Назва вихідної змінної	Лінгвістичне значення (терм) $E_q \in T^{Profitability^i}$	Визначення терм множини за шкалою $L$ $B^{E_q} = (b_1, b_2, b_3, b_4)$
$Profitability^i$	Дохідність акцій	Низький	[0 0.22 0.30 0.41]
		Середній	[0.30 0.41 0.58 0.66]
		Високий	[0.58 0.66 0.72 0.99]

*Джерело: Побудовано автором особисто*

Результат визначення нормальної функції належності для вихідної змінної  $Profitability^i$  або дохідності акцій представлено на рис. 3.3-ж у вигляді візуалізації, отриманої з використанням прикладного програмного пакету Matlab [68,72].

*Формування набору правил щодо висновку про дохідність акцій.*

Множину правил визначення рівня дохідності акцій у Додатку Г.1. Наприклад, правила прийняття рішень, що свідчать про низький рівень дохідності акції компаній, у термінах нечіткої логіки позначатимуть лінгвістичне висловлювання:

ЯКЩО ( $K_d^i = \text{«НИЗЬКЕ»}$ ) ТА ( $K_w^i = \text{«НИЗЬКЕ»}$ ) ТА ( $K_m^i = \text{«НИЗЬКЕ»}$ ) ТА ( $AS_d^i = \text{«НИЗЬКЕ»}$ ) ТА ( $AS_w^i = \text{«НИЗЬКЕ»}$ ) ТА ( $AS_m^i = \text{«НИЗЬКЕ»}$ ) АБО ( $K_d^i = \text{«НИЗЬКЕ»}$ ) ТА ( $K_w^i = \text{«НИЗЬКЕ»}$ ) ТА ( $K_m^i = \text{«НИЗЬКЕ»}$ ) ТА ( $AS_d^i = \text{«НИЗЬКЕ»}$ ) ТА ( $AS_w^i = \text{«НИЗЬКЕ»}$ ) ТА ( $AS_m^i = \text{«СЕРЕДНЄ»}$ ) АБО ( $K_d^i = \text{«НИЗЬКЕ»}$ ) ТА ( $K_w^i = \text{«НИЗЬКЕ»}$ ) ТА ( $K_m^i = \text{«НИЗЬКЕ»}$ ) ТА ( $AS_d^i = \text{«НИЗЬКЕ»}$ ) ТА ( $AS_w^i = \text{«СЕРЕДНЄ»}$ ) ТА ( $AS_m^i = \text{«СЕРЕДНЄ»}$ ).

Візуальне представлення поверхні значень лінгвістичної змінної «Дохідність» подано на рис. 3.4 [69,72].

В моделі деякі змінні відображають стан зовнішнього середовища, на які неможливо здійснювати прямий вплив.

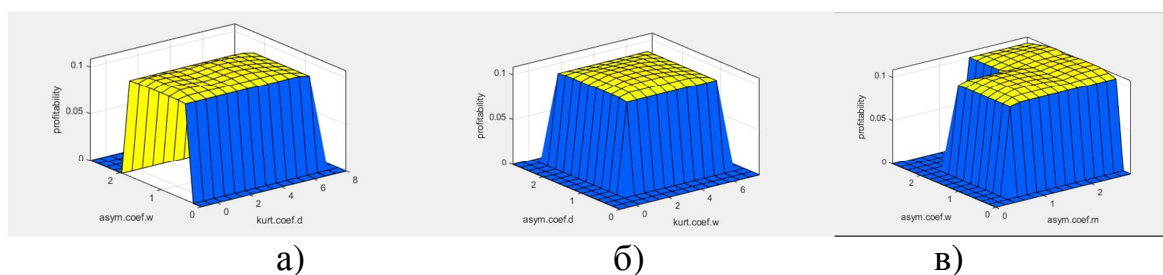


Рисунок 3.4 – Візуальне представлення поверхні значень лінгвістичної змінної «Дохідність» по відношенню до:

- а) змінних  $AS_w^i$  та  $K_d^i$ ,
- б) змінних  $AS_d^i$  та  $K_w^i$ ,
- в) змінних  $AS_m^i$  та  $AS_m^i$

*Джерело: Побудовано автором особисто*

Перейдемо до процедури дефазифікації. Найпростішим способом виконання процедури дефазифікації є вибір чіткого числа, відповідного максимуму функції належності. На основі правила знаходження центру ваги фігури, а також за допомогою програми MATLAB, знаходимо вихідне значення шуканої змінної «Дохідність» для кожної акції по черзі (табл.3.3).



Рисунок 3.5 – Фрагмент процедури дефазифікації

*Джерело: Побудовано автором особисто*

Таблиця 3.3 – Процедура дефазифікації  $Profitability^i$  для кожної акції

$Profitability^i$						
Показники оцінки динаміки	$z_d^1$	$z_d^2$	$z_d^3$	$z_d^4$	$z_d^5$	$z_d^6$
Коефіцієнт ексцеса	2.78	8	0.06	-0.97	0.59	1
Коефіцієнт асиметричності	1.68	2.78	0.85	0.05	1.15	0.69
Показники оцінки динаміки	$z_w^1$	$z_w^2$	$z_w^3$	$z_w^4$	$z_w^5$	$z_w^6$

## Продовження таблиці 3.3

<i>Profitability<sup>i</sup></i>						
Показники оцінки динаміки	$z_d^1$	$z_d^2$	$z_d^3$	$z_d^4$	$z_d^5$	$z_d^6$
Коефіцієнт ексцеса	2.53	7.59	-0.06	-1.00	0.24	0.01
Коефіцієнт асиметричності	1.65	2.74	0.82	0.07	1.17	0.67
Показники оцінки динаміки	$z_m^1$	$z_m^2$	$z_m^3$	$z_m^4$	$z_m^5$	$z_m^6$
Коефіцієнт ексцеса	2.69	8.57	0.04	-0.86	0.55	-0.19
Коефіцієнт асиметричності	1.72	2.83	1	0.05	2.34	0.76
Дохідність акцій	38,5%	75,2%	40,8%	19,8%	36,1%	8,2%
Рівень дохідності	середній	високий	середній	низький	середній	низький

*Джерело: Побудовано автором особисто*

Таким чином, 38.5% – це середній рівень дохідності акції компанії Apple Inc., який може бути отриманий при таких значенні вхідних функцій ексцесу та асиметрії для щоденних, щотижневих та щомісячних значень цін, визначених як [2.78;2.53;2.69;1.68;1.65;1.72]. Для корпорації Tesla Inc. рівень дохідності високий, що складає 75.2%, за заданих функція. Дохідність акцій Alphabet Inc. становить лише 40.8% за заданими параметрами, що також є середнім показником. Для компанії The Walt Disney Company дохідність акцій становить лише 19.8%, що є низьким показником. Netflix Inc. має середню дохідність – 36.1%, а корпорація Sony – низьку дохідність із 8.2% відповідно.

Для групи «Ризик» буде також використана трапецієвидна функція належності, що має наступний вигляд [67,72]:

$$\mu^T(OS_{d,w,m}^i, H^i, H^{i,e}, COG^i) = \begin{cases} 0, x < a_1 \cup x > a_4 \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, a_1 \leq x < a_2 \\ 1, a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4-x}{a_4-a_3}, a_3 < x \leq a_4 \end{cases}, \quad a_1 \leq a_2 \leq a_3 \leq a_4, \quad (3.4)$$

де  $OS_{d,w,m}^i, H^i, H^{i,e}, COG$  – значення показників,

$T$  – лінгвістичний терм із множини  $\{H, C, B\}$ .

Функції належності всіх визначених термів для змінних моделі у межах  $(a_2, a_3)$  приймають значення, яке як і максимум дорівнює одиниці.

Таким чином, функції належності до відповідних термів для усіх вхідних змінних  $OS_{d,w,m}^i, H^i, H^{i,e}, COG^i, i = \overline{1,6}$  задаються відповідним вектором  $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ , конкретні значення яких визначено на основі аналізу експертних оцінок та емпіричних даних розміщено у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Параметри функцій належності вхідних змінних  $OS_{d,w,m}^i, H^i, H^{i,e}, COG^i$ , де  $i = \overline{1,6}$

Вхідна змінна	Назва змінної	Лінгвістичне значення показника (терм)	Визначення терм множини $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$
$OS_d^i$	Коефіцієнт осциляції	Низька	[0 0.21 0.71 1.89]
		Середня	[0.71 1.89 2.73 3.41]
		Висока	[2.73 3.41 4.252 5.04]
$OS_w^i$		Низька	[0 0.18 0.83 1]
		Середня	[0.83 1 1.83 2.5]
		Висока	[1.83 2.5 3.55 4.44]
$OS_m^i$		Низький	[0 0.89 1.56 2.05]
		Середній	[1.56 2.05 2.84 3.66]
		Високий	[2.84 3.66 4.55 5]
$H_{before}^i$	Інформаційна ентропія множини (до коронакризи)	Низька	[0 3.6 5.8 8.6]
		Середня	[5.8 8.6 12.51 19.21]
		Висока	[12.51 19.21 20.07 23.76]
$H_{after}^i$	Інформаційна ентропія множини (під час коронакризи)	Низька	[0 3.86 5.83 7.53]
		Середня	[5.83 7.53 10.85 15.74]
		Висока	[10.85 15.74 18.9 20.64]
$H_{before}^{i,e}$	Інформаційна ентропія підмножини (до коронакризи)	Низький	[0.03 0.57 1.23 2.5]
		Середній	[1.23 2.5 3.91 4.88]
		Високий	[3.91 4.88 5.62 8]
$H_{after}^{i,e}$	Інформаційна ентропія підмножини (під час коронакризи)	Низький	[0 0.59 0.95 1.66]
		Середній	[0.95 1.66 2.84 3.56]
		Високий	[2.84 3.56 5.81 7.1]
$COG_{before}^i$	Центр тяжіння (до коронакризи)	Низький	[0 3.17 5.79 8.61]
		Середній	[5.79 8.61 13.33 18.76]
		Високий	[13.33 18.76 25.49 28.3]

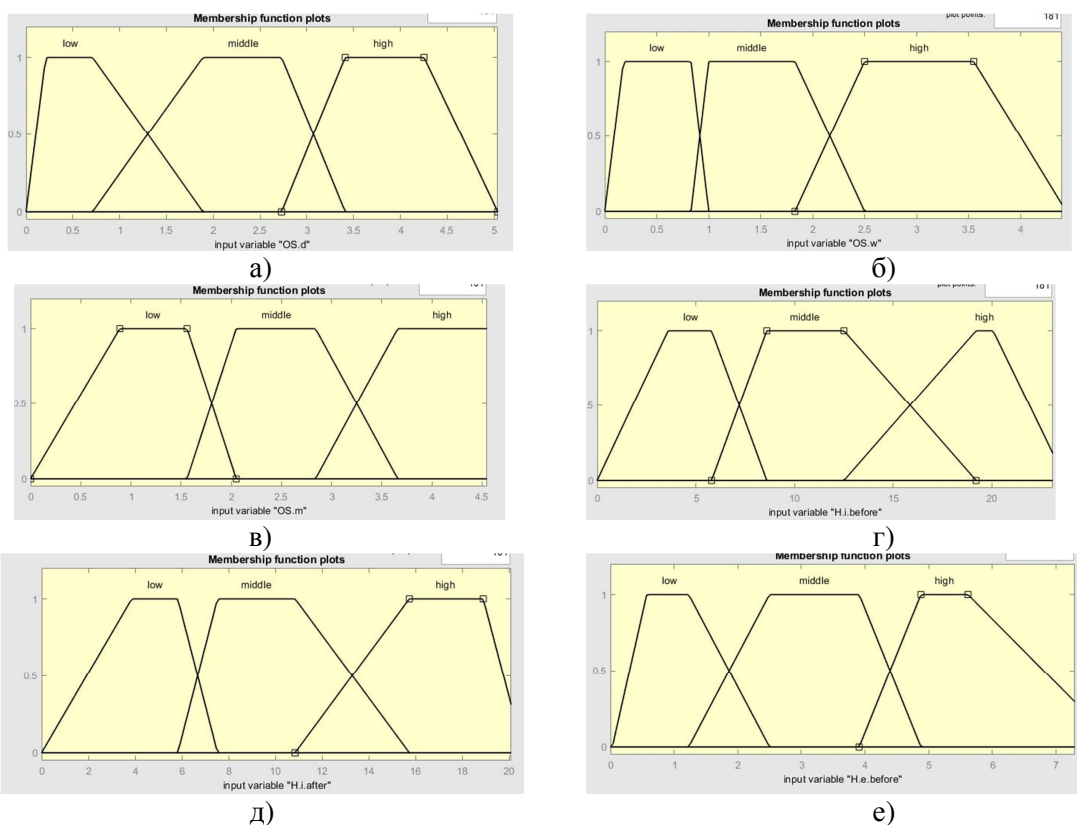
## Продовження таблиці 3.4

Вхідна змінна	Назва змінної	Лінгвістичне значення показника (терм)	Визначення терм множини $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$
$COG_{after}^i$	Центр тяжіння (під час коронакризи)	Низький	[0 5.28 7.58 11.55]
		Середній	[7.58 11.55 16.68 21.95]
		Високий	[16.68 21.95 27.09 31]

Джерело: Побудовано автором особисто

Як інструмент реалізації нечіткої моделі, що будується, обрана комп'ютерна система MATLAB. Графічне представлення функцій належності для вхідних змінних  $OS_{d,w,m}^i, H^i, H^{i,e}, COG^i, i = \overline{1,6}$  засобами системи MATLAB наведено на рис. 3.6 [67,72].

Для вихідної змінної  $Risk^i$  на основі експертних оцінок було обрано також функцію належності трапецієвидного виду. Для цього введемо бальну (як проміжну між лінгвістичною та числовою) оцінку ефективності використання веб-сайту  $L : Risk^i \xrightarrow{L} [0; 1]$ .



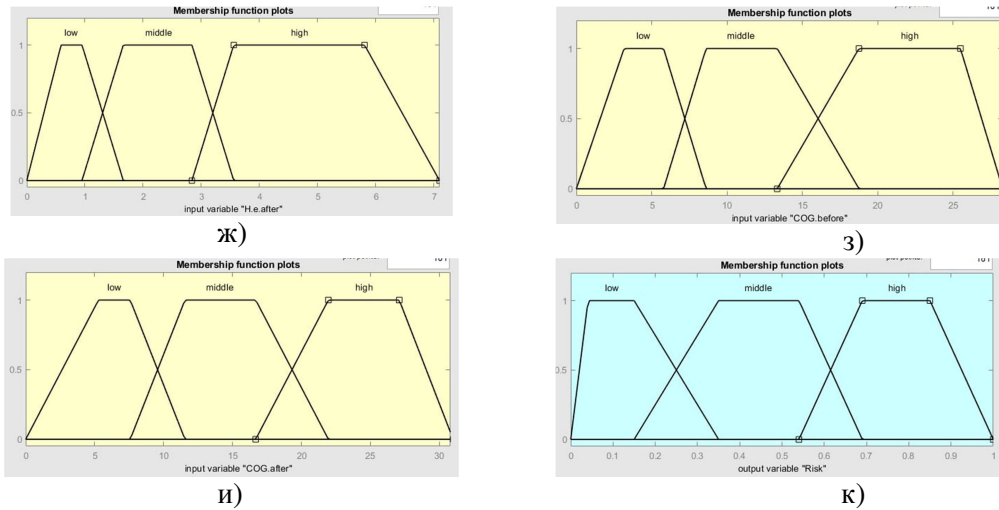


Рисунок 3.6 – Графічне представлення функцій належності вхідних змінних:

а)-в) змінної  $OS_{d,w,m}^i$ ,

г)-д) змінних  $H_{before}^i$  та  $H_{after}^i$ ,

е)-ж) змінних  $H_{before}^{i,e}$  та  $H_{after}^{i,e}$ ,

з)-и) змінних  $COG_{before}^i$  та  $COG_{after}^i$ ,

к) змінної  $Risk^i$ .

*Джерело: Побудовано автором особисто*

Аналогічно завданню вхідних змінних, поставимо у відповідність лінгвістичним значенням «Низький», «Середній» та «Високий» якісної оцінки  $LQIP$  рівня ризику їх числові (бальні) значення  $L$  на нормованій шкалі  $[0; 1]$  (вектор  $B^{Eq} = (b_1, b_2, b_3, b_4)$ ) та результати розмістимо у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Параметри функції належності вихідної змінної  $Risk^i$

Позначення вихідної змінної	Назва вихідної змінної	Лінгвістичне значення (терм) $E_q \in T^{Profitability}^i$	Визначення терм множини за шкалою $L$ $B^{Eq} = (b_1, b_2, b_3, b_4)$
$Risk^i$	Ризик акцій	Низький	[0 0.041 0.15 0.35]
		Середній	[0.15 0.35 0.54 0.69]
		Високий	[0.54 0.69 0.85 1]

*Джерело: Побудовано автором особисто*



Зауважимо, що числові значення вихідної змінної  $Risk^i$  не мають фізичного змісту, а лише виконують «перехідну» функцію між лінгвістичною та бальною оцінкою за порядковими за своєю природою шкалами.

Результат визначення нормальної функції належності для вихідної змінної  $Risk^i$  або дохідності акцій представлено на рис. 3.6-к у вигляді візуалізації, отриманої з використанням прикладного програмного пакету Matlab [68,72].

*Формування набору правил щодо висновку про дохідність акцій.*

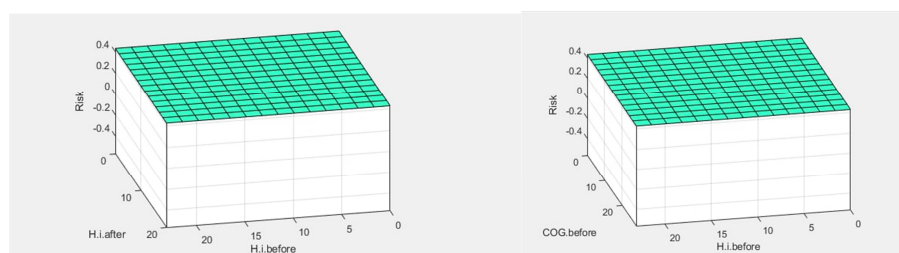
Множину правил визначення рівня дохідності акцій у Додатку Г.2. Наприклад, правила прийняття рішень, що свідчать про низький рівень ризику акції компаній, у термінах нечіткої логіки позначатимуть лінгвістичне висловлювання:

ЯКЩО  $(OS_d^i = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(OS_w^i = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(OS_m^i = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(H_{before}^i = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(H_{after}^i = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(H_{before}^{i,e} = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(H_{after}^{i,e} = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(COG_{before}^i = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(COG_{after}^i = \text{«НИЗЬКЕ»})$  АБО ЯКЩО  $(OS_d^i = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(OS_w^i = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(OS_m^i = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(H_{before}^i = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(H_{after}^i = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(H_{before}^{i,e} = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(H_{after}^{i,e} = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(COG_{before}^i = \text{«НИЗЬКЕ»})$  ТА  $(COG_{after}^i = \text{«СЕРЕДНЄ»})$ .

Візуальне представлення поверхні значень лінгвістичної змінної «Ризик» подано на рис. 3.7 [69,72].

В моделі деякі змінні відображають стан зовнішнього середовища, на які неможливо здійснювати прямий вплив.

Перейдемо до *процедури дефазифікації*. Найпростішим способом виконання процедури дефазифікації є вибір чіткого числа, відповідного максимуму функції належності.



а)

б)

Рисунок 3.7 – Візуальне представлення поверхні значень лінгвістичної змінної «Ризик» по відношенню до:

а) змінних  $H_{after}^i$  та  $H_{before}^i$ ,

б) змінних  $COG_{before}^i$  та  $H_{before}^i$ .

*Джерело: Побудовано автором особисто*

На основі правила знаходження центру ваги фігури, а також за допомогою програми MATLAB, знаходимо вихідне значення шуканої змінної «Ризик» для кожної акції по черзі (табл.3.6).



Рисунок 3.8 – Фрагмент процедури дефазифікації

*Джерело: Побудовано автором особисто*

Таблиця 3.6 – Процедура дефазифікації  $Risk^i$  для кожної акції

Статистичні показники						
Показники оцінки динаміки	$z_d^1$	$z_d^2$	$z_d^3$	$z_d^4$	$z_d^5$	$z_d^6$
Коефіцієнт осциляції	1.74	5.04	0.66	0.01	1.14	3.85
Показники оцінки динаміки	$z_w^1$	$z_w^2$	$z_w^3$	$z_w^4$	$z_w^5$	$z_w^6$
Коефіцієнт осциляції	1.54	4.40	3.59	0.56	1.10	0.08

Продовження таблиці 3.6

Показники оцінки динаміки	$z_m^1$	$z_m^2$	$z_m^3$	$z_m^4$	$z_m^5$	$z_m^6$
Коефіцієнт осциляції	1.51	4.55	2.50	0.16	1.00	0.64
Показники фрактального аналізу						
До коронакризи				Під час		
Показники оцінки динаміки	$z_d^1$	$z_d^2$	$z_d^3$	$z_d^4$	$z_d^5$	$z_d^6$
$I_{\text{ЦТ}}$	21,8	21,7	18,8	17,6	19,7	17,9
$H_{\text{entr}_L}$	22,1	23,1	19,5	18,1	20,2	18,8
$H^E_{\text{entr}_L}$	4,7	6,3	4,7	4,8	7,3	7,4
	$z_d^1$	$z_d^2$	$z_d^3$	$z_d^4$	$z_d^5$	$z_d^6$
Ризик акцій	15,90%	20,90%	7,90%	15,10%	13,02%	36,10%
Рівень ризику	низький	низький	низький	низький	низький	середній

*Джерело: Побудовано автором особисто*

Таким чином, 15.9% – це низький рівень ризику акції компанії Apple Inc., який може бути отриманий за заданих параметрів коефіцієнту осциляції, центру тяжіння та інформаційної ентропії множини та підмножини (табл. 3.6). Для корпорації Tesla Inc. рівень ризику низький і складає 20.9%, за заданих функцій. Рівень ризику акцій Alphabet Inc. низький і становить лише 7.9% за заданими параметрами. Для компанії The Walt Disney Company ризиковість акцій становить 15.1%, що є низьким показником. Netflix Inc. має низький ризик – 13.02%, а корпорація Sony – середню ризиковість із 36.1% відповідно.

Зведені результати доходу та ризику акцій корпорацій зображено на рисунку 3.9

На рис. 3.9 можна чітко побачити відношення ризику до доходності акцій. Прибутковими можна назвати лише акції чотирьох компаній – це є акції компанії Apple Inc., Tesla Inc., Alphabet Inc., The Walt Disney Comp. та Netflix Inc.

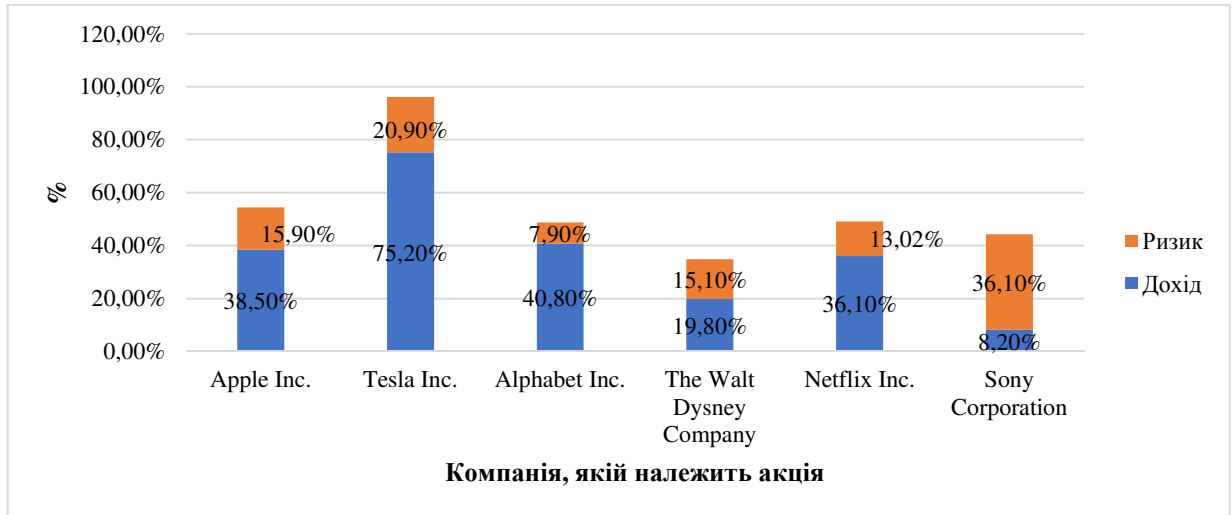


Рисунок 3.9 – Результати нечіткого моделювання

*Джерело: Побудовано автором особисто*

Цінні папери Sony Corp. за результатами нечіткого моделювання є досить ризиковими для інвесторів. Розробимо рекомендації для інвесторів щодо вибору фінансових інструментів для інвестування.

3.3 Аналіз та узагальнення результатів порівняльного аналізу динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку

Відсутність стратегії інвестування може стати причиною втрати коштів та повним розчаруванням у виборі конкретного фондового ринку інвестором. Для зменшення рівня ризику необхідно перед здійсненням інвестицій обрати на який термін будуть вкладені кошти. Відповідно до терміну або строку вкладення виділяють три стратегії:

Короткострокове інвестування може тривати від пари днів до 3-х місяців.

Середньострокове триває від 3 місяців до 3 років.

Довгострокове – від 3 років [68].

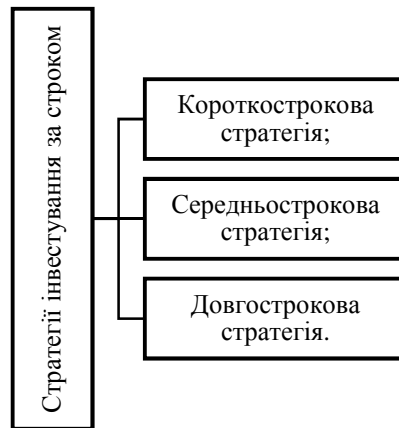


Рисунок 3.10 – Види стратегічного інвестування

*Джерело: Побудовано автором особисто*

Короткострокове інвестування часто називають спекуляцією. Оскільки, коли ви купуєте акції, щоб продати їх через пару днів або тижнів, заробивши на різниці – цей процес більше нагадує гру в казино, ніж інвестування. Може повезти, а може не пощастити. Незважаючи на це, короткі спекулятивні стратегії – популярний спосіб заробітку на акціях [68].

Середньострокове [68]. Його часто вибирають з прив'язкою до іншої фінансової мети. Для середньострокової стратегії не настільки важливі поточні коливання ціни на акції, скільки найближчі плани обраних компаній: положення на ринку, стратегія в бізнесі, великі контракти на найближчі роки і т.д [68].

Довгострокове. Мається на увазі покупку акцій на термін від декількох років до десятиліть і довше. Знаменитий Уоррен Баффетт [68], наприклад, вважає, що оптимальний термін інвестування в акції – вічність. Треба відзначити, що зв'язати великі суми в вічності може не кожен інвестор. Для цього потрібно вибирати акції, які будуть приносити пасивний дохід, щоб вилучати його при необхідності або реінвестувати [68].

Розробимо рекомендації щодо вибору стратегії інвестування для кожного обраного цінного паперу.

Першим фактором для обрання відповідної стратегії інвестування у акції звичайно виступає ціна. А саме волатильність цінного паперу та сектору в цілому. Сектори ЗМІ та розваги, автомобільний та технологічний мають середню волатильність, тобто зміна ціни, швидкість її зміни є середньою.

Результати візуального аналізу за рис. 2.1-2.6 свідчать, що всі обрані фінансові інструменти мають досить високу волатильність. Аналітично це було підтверджено і в розрахунках під час проведення статистичного аналізу (табл. 3.7). Відповідно до результатів візуального та статистичного аналізу можна рекомендувати короткострокову стратегію інвестування (табл. 3.8) для усіх обраних фінансових інструментів з можливістю вкладання коштів на незначний період.

Таблиця 3.7 – Історична волатильність кожної акції

	Apple	Tesla	Alphabet	Disney	Netflix	Sony
Історична волатильність	40,6%	107,4%	39,7%	40,3%	43,9%	81,5%

*Джерело: Побудовано автором особисто*

Розглянемо другу стратегію інвестування – середньострокову. Для цього ми перейдемо до аналізу результатів фрактального аналізу. Всі ряди є персистентними як до пандемії так і зараз, тобто трендостійкими (див. табл. 2.11-2.13), це є зрозумілим, оскільки всі компанії прямують до досягнення максимуму у вартості свого цінного паперу. Проте прибутковість не є персистентною і для дослідження швидкості становлення прибутковості трендостійкою був використаний показник відтермінованої прибутковості із різним часовим лагом (див рис. 2.17). Завдяки якому було визначено, що найшвидше набувають персистентності ЧР Tesla Inc., потім Apple Inc. та Sony, тобто в ці акції можна вкладати кошти більше ніж на тиждень-два. Оскільки через 7-14 днів, дохідність становиться персистентною і її можна буде спрогнозувати на строк більше ніж три місяці. Ці акції будуть приносити пасивний прибуток і його можна буде реінвестувати знову. Окрім цього дані

корпорації є досить амбіційними і мають грандіозні плани на майбутнє, як наприклад, освоєння космосу та побудова шатлів, створення першого свого електроавтомобілю тощо, тому ціни на їхні цінні папери будуть тільки рости.

Netflix та Disney залишаються кращим варіантом для короткострової стратегії, тому що через пандемією, яка буде охоплювати світ ще протягом одного-двох років, ціни акцій цих компаній будуть постійно нестабільними. Ціна буде коливатися в залежності від росту попиту на послуги дистанційного перегляду фільмів, сералів і шоу, або повернення знову попиту до перегляду кіно у звичайних кінотеатрах. У зв'язку з чим існує постійний ризик втрати коштів, якщо вкласти їх на строк більше ніж 3 місяці.

Alphabet Inc. має найбільш стабільні результати, дану корпорацію досить часто обирають для інвестування на довгі строки, результати волатильності найнижчі, оскільки ціна не коливається досить сильно, динаміка часового ряду є персистентною, відтермінована прибутковість набуває персистентності із лагом у 10 днів. Результати дослідження глибини пам'яті (див. Додаток Б.3) свідчить про стабільність корпорації навіть під час впливу природних зовнішніх факторів таких як вірус COVID19. Гранична глибина пам'яті не змінюється, що не можна сказати про інші фінансові інструменти, де глибина пам'яті змінюється.

Проаналізуємо результати нечіткого моделювання та сформуємо кінцеві рекомендації щодо трьох обраних стратегій. Sony Corp. єдина компанія, у якої рівень ризику значно перевищує дохідність відповідно до результатів нечіткого моделювання (рис. 3.9), тому ми не рекомендуємо інвестування у дану компанію. Волатильність ціни акції досить висока, на ринку компанія займає досить незначне місце у кіноіндустрії у порівнянні із Disney та Netflix і основним заробітком є музикальна індустрія. Ціна акцій найнижча. Можливе у майбутньому повне злиття із Disney. Для всіх інших корпорацій рівень ризику менше рівня дохідності, тобто фактично ми не будемо змінювати рекомендації. Alphabet Inc. – найбільш стабільна компанія, для якої можна рекомендувати довгострокове інвестування на строк більше

за 3 роки. Tesla Inc. та Apple Inc. – «найамбіціозніші» корпорації, які є досить стійкими, швидко відновлюються і швидко розвиваються. Середньострокове інвестування від 3 місяців до 3 років найкраща можливість для інвестора збільшити свої прибутки. Рекомендації для Netflix Inc. та The Walt Disney Corp. також залишемо без зміни, ідеальна стратегія для інвестування – це короткострокове від декількох днів до трьох місяців.

Таблиця 3.8 – Вибір стратегії інвестування

Назва компанії	Короткострокова стратегія	Середньострокова стратегія	Довгострокова стратегія
Apple	+	+	
Tesla	+	+	
Alphabet	+	+	+
Disney	+		
Netflix	+		
Sony			
Вид аналізу	Волатильність	Відтермінована дохідність	Глибина пам'яті та нечітке моделювання

*Джерело: Побудовано автором особисто*

Зауважимо, що дані рекомендації сформовано лише за результатами даного дослідження і вони можуть змінюватися в залежності від зміни динаміки фінансових інструментів під впливом різних зовнішніх та внутрішніх факторів.



## ВИСНОВКИ

Для дослідження було обрано довгострокові пайові фінансові інструменти – акції, які належать до американського фондової біржі NYSE MKT LLC, таких компаній як Apple Inc., Tesla Inc., Alphabet Inc., The Walt Disney Comp., Netflix Inc. та Sony Corp.

Аналіз ролі та значення фондового ринку з точки зору інвестиційної діяльності, особливості його сегментів та фінансових інструментів на них виявив, що у 2020 році сектор ЗМІ та розваги, в особливості сервіси HBO, Disney+ і Netflix, сектор фармацевтики та медицини, а також технологічний та автомобільний сектор, завдяки Tesla, стали найбільш популярними у світі серед інвесторів.

Комплексне застосування методів фрактального та статистичного аналізу дало змогу отримати нове знання щодо характеру та параметрів динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку. Проведено статистичний та комплексний фрактальний аналіз обраних фінансових інструментів за період із вересня 2017 р. по вересень 2020 р. Отже, можна зробити наступні висновки:

– майже всі динамічні ряди досить добре описуються поліноміальним (квадратичними) трендами. Про це свідчить коефіцієнт детермінації, який майже для всіх часових рядів знаходиться у межах  $[0.43; 0.83]$  для щоденних значень, для щотижневих –  $[0.43; 0.83]$ , а для щомісячних –  $[0.42; 0.86]$  відповідно. Гістограма розподілу ЧР  $z_d^5$  вказує на відповідність нормальному закону розподілу, і ми отримуємо майже ідеальну частотну гістограму із зміною періоду часу  $t$ , в інших випадках гістограми розподілу говорять про відсутність випадковості розподілу. Значення коефіцієнту ексцесу мають як позитивні так і від’ємні значення. Наприклад, ЧР  $z_d^4$  має від’ємне значення, це може говорити, про те що інвестування в саме ці акції може буде ризиковим для інвестора, також волатильність цього ЧР досить

велика. Проте коефіцієнти всіх ЧР є позитивними, і це навпаки може свідчити про те, що всі динамічні ряди можуть принести прибутки;

– аналогічні результати ми отримуємо і при статистичному аналізі прибутковості, де ЧР  $p_d^5$ , частотна діаграма якого вказує на відповідність нормальному закону. Коефіцієнт ексцесу для всіх ЧР  $p_d^1, p_d^2, p_d^3, p_d^4, p_d^5, p_d^6$  більше одиниці, що говорить про наявність дуже сильного ексцес, тобто емпіричний розподіл є вищим («гостровершинним»). Як правило, дохід від акцій розподілені з позитивним ексцесом. Проте якщо ми використовуємо розподіл з позитивним ексцесом, то ми можемо недооцінити ризик дуже поганого або дуже хорошого сценарію. Коефіцієнт асиметрії для ЧР  $p_d^1, p_d^3, p_d^6$  від'ємний, це говорить про наявність лівосторонньої асиметрії і що найнижча прибутковість буде більш ймовірною, ніж найвища. Коефіцієнти асиметрії навпаки ЧР  $p_d^2, p_d^4, p_d^5$  позитивні, тобто для цих динамічних рядів найвищі прибутки будуть навпаки більш ймовірні, ніж найнижчі. Коефіцієнти варіації та осциляції в цілому вказують на те, що інвестування в дані цінні папери може носити певний ризик;

– результати фрактального аналізу свідчать, що всі ЧР протягом всього періода дослідження із вересня 2017 р. по вересень 2020 р є персистентними, тобто мають довгострокову пам'ять. В результаті застосування методу послідовного R/S-аналізу були побудовані нечіткі множини глибини пам'яті для кожного часового ряду.

Таким чином, результати статистичного аналізу мають узагальнюючий характер і не можуть враховувати глибинну структуру і пам'ять часових рядів, зв'язки параметрів системи в часі та наявність нестійких траєкторій. Фрактальний аналіз же не може враховувати наявність трендів, швидкість збільшення чи зменшення ціни, волатильність. Це підкреслює важливість комплексного застосування методів фрактального та статистичного аналізу для глибокого та повного вивчення динаміки часових рядів.

Важливою для аналізу є не тільки ціни фінансових інструментів, а й прибутковість. Аналіз прибутковості показав, що даним часовим рядам притаманні характеристики закону нормального розподілу. Показник Херста свідчить про відсутність довгострокової пам'яті. Минулі значення не пов'язані з майбутніми та мають випадковий характер динаміки.

У зв'язку з цим було побудовано та досліджено сімейство ЧР з різним лагом. В результаті дослідження ЧР «відтермінованої» прибутковості встановлено, що характер динаміки прибутковості змінюється від стохастичного до персистентного в залежності від величини часового лагу та набуває характеристик притаманних «материнському» ЧР ціни. Але лаг для кожного часового ряду є різним. Найшвидше набуває персистентності часовий ряд  $P^4(\text{Disney})$  при величині лагу 7 днів., а показник Херста дорівнює вже 0.71.

Для дослідження динаміки і визначення такої характеристики фрактальної динаміки як довгострокова пам'ять (тобто її глибина) був використаний метод послідовного R/S-аналізу. В результаті побудовано нечітку множину глибини пам'яті кожного ЧР та розраховані центр тяжіння нечіткої множини глибини пам'яті і глибина пам'яті, що зустрічається найчастіше з нечіткої множини глибини пам'яті ЧР (Додаток Б).

При дослідженні динаміки цін на акції до часу пандемії було виявлено, що найчастіше для ЧР  $Z_d^1$  пам'ять зберігається впродовж 5 та 6 днів, де центр тяжіння нечіткої множини глибини пам'яті 21,8, а глибина пам'яті, що зустрічається найчастіше з нечіткої множини глибини пам'яті ЧР – 7, для ЧР  $Z_d^2$  впродовж 4 та 5 днів, де  $L_{\text{нз}}=8$  та  $L_{\text{цт}}=21.7$ , для ЧР  $Z_d^3$  — 5, 8 днів, де центр тяжіння 18.7, а глибина пам'яті, що зустрічається найчастіше з нечіткої множини глибини пам'яті ЧР – 6, для ЧР  $Z_d^4$  впродовж 6 та 7 днів, де центр тяжіння нечіткої множини глибини пам'яті 17.4, а глибина пам'яті, що зустрічається найчастіше з нечіткої множини глибини пам'яті ЧР – 5, для ЧР  $Z_d^5$  впродовж 6 та 8 днів, де  $L_{\text{нз}}=5$  та  $L_{\text{цт}}=19.7$ , а для ЧР  $Z_d^6$  впродовж 5 та 9

днів, де центр тяжіння 17,8 і глибина пам'яті, що зустрічається найчастіше складає 8 відповідно (кількість днів наведена у порядку збільшення значення функції приналежності  $\mu$ ,  $\mu \geq 0,60$ ).

Проаналізуємо результати послідовного R/S-аналізу для динаміки цін на акції у період пандемії. Довготривала пам'ять змінилася для всіх досліджуваних ЧР, де у ЧР  $Z_d^1$  пам'ять зберігається впродовж 7 та 11 днів, для ЧР  $Z_d^2$  впродовж 7 та 9 днів, для ЧР  $Z_d^3$  5 та 8 днів, для ЧР  $Z_d^4$  впродовж 4, 5 та 10 днів, для ЧР  $Z_d^5$  впродовж 8 та 9 днів, а для ЧР  $Z_d^6$  впродовж 5 та 7 днів, (кількість днів наведена у порядку збільшення значення функції приналежності  $\mu$ ,  $\mu \geq 0,60$ ). Відповідно до отриманих результатів можна сказати, що у період пандемії довготривала пам'ять у деяких ЧР зміщується.

Сформовано систему показники для характеристики динаміки фінансових інструментів як базу для розробки методу порівняльного аналізу обраних сегментів фондового ринку. Дана система формується із показників, що найбільше відрізняються серед усіх розрахованих. А саме із коефіцієнту ексцесу, асиметрії, осциляції, показника інформаційної ентропії нечіткої множини глибини пам'яті та її підмножини, а також центру тяжіння нечіткої множини глибини пам'яті. Обрані показники були поділені на дві групи, що характеризують дохідність та ризик цінного паперу. На базі сформованої системи показників побудована схема етапів проведення порівняльного аналізу за рахунок побудови нечіткої моделі у програмному продукті Matlab для отримання бальної оцінки рівня дохідності та ризику.

У результаті нечіткого моделювання було отримані бальні оцінки, які визначають низький, середній та високий рівень дохідності та ризику акції відповідно. Де відповідно компанія Apple Inc., має середній рівень дохідності, а саме 38.5% за таких значенні вхідних функцій ексцесу та асиметрії для щоденних, щотижневих та щомісячних значень цін, визначених як [2.78;2.53;2.69;1.68;1.65;1.72]. Для корпорації Tesla Inc. рівень дохідності високий, що складає 75.2%, за заданих функціях. Дохідність акцій Alphabet Inc. становить лише 40.8% за заданими параметрами, що також є середнім

показником. Для компанії The Walt Disney Company дохідність акцій становить лише 19.8%, що є низьким показником. Netflix Inc. має середню дохідність – 36.1%, а корпорація Sony – низьку дохідність із 8.2% відповідно.

Результати нечіткого моделювання для визначення бальної оцінки ризику говорять, що компанія Apple Inc. має 15.9% , що відповідає рівню низького ризику, який може бути отриманий за заданих параметраї коефіцієнту осциляції, центру тяжіння та інформаційної ентропії множини та підмножини (табл. 3.6). Для корпорації Tesla Inc. рівень ризику низький і складає 20.9%, за заданих функцій. Рівень ризику акцій Alphabet Inc. низький і становить лише 7.9% за заданими параметрами. Для компанії The Walt Disney Company ризиковість акцій становить 15.1%, що є низьким показником. Netflix Inc. має низький ризик – 13.02%, а корпорація Sony – середню ризиковість із 36.1% відповідно. Таким чином було удосконалено методику порівняльного аналізу динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку сегменту IT- галузі та індустрії розваг за рахунок порівняння характеристик нечіткої глибини пам'яті часових рядів.

На базі отриманих результатів розроблені рекомендації щодо вибору стратегії інвестування для кожного обраного цінного паперу. По-перше, Sony Corp. єдина компанія, у якої рівень ризику значно перевищує дохідність відповідно до результатів нечіткого моделювання, тому ми не рекомендуємо інвестування у дану компанію. Волатильність ціни акції досить висока, на ринку компанія займає досить незначне місце у кіноіндустрії у порівнянні із Disney та Netflix і фактично основним заробітком є музикальна індустрія. Ціна акції найнижча. Можливе у майбутньому повне злиття із Disney.

По-друге, для всіх інших корпорацій рівень ризику менше рівня дохідності, тобто фактично ми не будемо змінювати рекомендації. Alphabet Inc. – найбільш стабільна компанія, для якої можна рекомендувати довгострокове інвестування на строк більше за 3 роки. Tesla Inc. та Apple Inc. – «найамбіціозніші» корпорації, які є досить стійкими, швидко відновлюються і швидко розвиваються. Середньострокове інвестування від 3

місяців до 3 років найкраща можливість для інвестора збільшити свої прибутки. По-третє, рекомендації для Netflix Inc. та The Walt Disney Corp. також залишемо без зміни, ідеальна стратегія для інвестування – це короткострове від декількох днів до трьох місяців.

Отже, використання значення глибини пам'яті (застосування методу послідовного R/S-аналізу), статистичного та фрактального аналізу, а також методології нечіткого моделювання дає змогу провести порівняльний аналіз динаміки обраних, непорівнянних фінансових інструментів на фондовому ринку за різними показниками та коефіцієнтами. Це дозволяє скорегувати та обрати стратегію інвестування інвестору, що має дуже вагоме практичне значення під час формування інвестиційного портфелю.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Іващенко О.А. Фінансово-інституційні інструменти управління ризиками у зовнішньоекономічній діяльності : навч. посіб. Київ : ЦУЛ, 2006. 21 с.
2. Ходаківська В.П. Ринок фінансових послуг : навч. посіб. Ірпінь : Академія ДПС України, 2001. 501 с.
3. Міллер Р. Л. Сучасні гроші та банківська справа: навч. посіб. Москва : ИНФРА, 2000. 856 с.
4. Базилевич В. Д. Розвиток фінансового ринку в сучасних умовах. *Фінанси України*. Київ, 2009. 6 с.
5. Опарин В.М. Фінансова система України : теоретико-методичні засади: монографія. Київ: КНЕУ, 2005. 150 с.
6. Бланк І. А. Фінансовий менеджмент : навч. посіб. Київ : Ніка-центр, 2002. 57 с.
7. Корнеєв, В. В. Фінансові посередники як інститути розвитку : монографія. Київ : Основа, 2007. 192 с.
8. Мозговий О.М. Фондовий ринок : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2008. 316 с.
9. Поддєрьогіна Я. А. Функціонування фондового ринку України: стан та перспективи розвитку. *Міжнародний науковий журнал*. 2016. № 3. С.134-142
10. Федоренко В.Г. Інвестознавство: підручник : навч. посіб. Київ : МАУП, 2004. 139 с.
11. Шелудько В. М. Фінансовий ринок: навч.посіб. Київ: Знання-Прес, 2003. 11 с.
12. Fabozzi Frank J., Markowitz Harry M. *The Theory and Practice of Investment Management*. Hoboken, NJ: Wiley. 2002. 235 p.
13. Markowits Harry M. Portfolio Selection. *Journal of Finance*. 1952. Vol. 7. № 1. P. 71–91. URL: [www.unctad.org/diae](http://www.unctad.org/diae). (дата зверення 11.09.2020)

14. Sharpe W. Portfolio Theory and Capital Markets. Fifth edition. New York: John Wiley & Sons, 2008. 340 p.
15. Гітман Л. Дж., Джонк М. Д. Основи інвестування : навч. посіб. Москва: Діло, 1997. 1008 с.
16. Тьюлз Р. Фондовий ринок: навч. посіб. Москва: ІНФРА, 2000. 648 с.
17. Офіційний сайт компанії Bloomberg. URL: [www.bloomberg.com](http://www.bloomberg.com) (дата зверення 11.09.2020)
18. Офіційний сайт Національної комісії з цінних паперів та фондового ринку (НКЦПФР) URL: [www.nssmc.gov.ua](http://www.nssmc.gov.ua) (дата зверення 11.09.2020)
19. Міжнародні стандарти фінансової звітності. URL: [www.minfin.gov.ua/document/92444/MSBO\\_32.pdf](http://www.minfin.gov.ua/document/92444/MSBO_32.pdf). (дата зверення 11.09.2020)
20. Шишпанова Н. О., Іванов А. О. Фінансовий ринок України: сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку. Львів: Modern Economics. 2017. С.66-72.
21. Пшик Б. І. Сучасні проблеми розвитку ринків небанківських фінансових послуг в Україні та шляхи їх вирішення. Ефективна економіка. 2017. № 9. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=5759>. (дата зверення 11.09.2020).
22. Торкановський В. С., Тарасевич Л.С., Білоглазова Г.Н. Ринок цінних паперів и його фінансові інститути: : навч. посіб. Москва : АО «Комплект», 1994. 44 с.
23. Кілячков А. А. Практикум по російському ринку цінних паперів : навч. посіб. Москва : Вид. БЕК, 1997. 71 с.
24. Черников Г. П. Фондова біржа: міжнародний досвід : навч. посіб. Москва, 1991. 150 с.
25. Оспіщева В. І. Фінанси: Курс для фінансистів : навч. посіб. Київ, 2008. 567 с.



26. Платформа доступу до фінансової аналітики Investing.com. URL: <https://www.investing.com/> (дата зверення 07.10.2020)
27. Торгова платформа Libertex. URL: <https://libertex.fxclub.org/> (дата зверення 07.10.2020)
28. Платформа доступу до фінансової аналітики Iq-option. URL: <https://iq-option.com/> (дата зверення 07.10.2020)
29. Платформа доступу до фінансової аналітики fxpro. URL: <https://www.fxpro.com/> (дата зверення 07.10.2020)
30. Платформа доступу до фінансової аналітики fidelity. URL: <https://www.fidelity.com> (дата зверення 07.10.2020)
31. Торгова платформа binomo. URL: <https://binomo.com> (дата зверення 07.10.2020)
32. Торгова платформа cbfinvest. URL: <https://www.cbfinvest.com/> (дата зверення 07.10.2020)
33. Платформа доступу до фінансової аналітики forex. URL: <http://www.forex.com/> (дата зверення 07.10.2020)
34. Торгова платформа dukascopy. URL: <https://www.dukascopy.com> (дата зверення 07.10.2020)
35. Торгова платформа investfunds. URL: <https://investfunds.ru/> (дата зверення 07.10.2020)
36. Торгова платформа investfunds. URL: <https://investfunds.ru/> (дата зверення 07.10.2020)
37. Офіційний веб-сайт Apple Inc. URL: <https://www.apple.com/> (дата зверення 07.10.2020)
38. Офіційний веб-сайт Tesla Inc. URL: <https://www.tesla.com/> (дата зверення 07.10.2020)
39. Офіційний веб-сайт Alphabet Inc. URL: <https://abc.xyz/> (дата зверення 07.10.2020)
40. Офіційний веб-сайт The Walt Disney Company. URL: <https://thewaltdisneycompany.com/> (дата зверення 07.10.2020)

41. Офіційний веб-сайт Netflix Inc. URL: <https://www.netflix.com/>  
(дата зверення 07.10.2020)
42. Офіційний веб-сайт Sony Corporation. URL: <https://www.sony.net/>  
(дата зверення 07.10.2020)
43. Матковський С. О., Марець О. Р. Теорія статистики : навч. посіб. Львів. : нац. ун-т ім. І. Франка, 2010. 534 с.
44. Сигел Э. Практическая бизнес-статистика : уч. пособие. Москва. : Издательский дом “Вильямс”, 2008. 1056 с.
45. Матковський С. О., Вдовин М. Л., Панчишин Т. В. Статистика : навч. посіб. Львів : нац. ун-т ім.І.Франка, 2010. 340 с.
46. Минько А. А. Статистика в бизнесе. Руководство менеджера и финансиста. Москва : Эксмо, 2008. 504 с.
47. Мхитаряна В. С. Статистика: учебник для бакалавров. Москва : Издательство Юрайт, 2013. 590 с.
48. Матковський С. О., Гринькевич О.С., Вдовин М. Л., Вільчинська О.М. Бізнес-статистика: навч. посібник. Київ : Алерта. 284 с.
49. Лапач С.Н. Статистика в науке и бизнесе : уч. пособие. Киев : МОРИОН, 2002. 640 с.
50. OpenIntro Statistics: Third Edition – July 2, 2015 by David M Diez, Christopher D Barr, Mine Çetinkaya-Rundel. URL: <https://www.openintro.org/stat/textbook.php> (дата зверення 17.10.2020)
51. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков. Применение теории хаоса в инвестициях и экономике. Москва : Интернет-Трейдинг, 2004. 304 с.
52. Гребенщиков, С.І. Як робити гроші на ринках Forex : навч. посібник. Москва : Альпіна Бізнес Букс, 2008. 140 с.
53. Херст, Г. Э. Долгосрочная вместимость водохранилищ. 1951. №116. С. 770-808.
54. Мандельброт Б., Хадсон Р. Л. (Не)послушные рынки: фрактальная революция в финансах. Москва : Вильямс, 2006. 400 с.

55. Вильямс Б. Торговый Хаос. Москва : ИК Аналитика, 2000. 328 с.
56. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. Москва : Институт компьютерных исследований, 2002. 656 с.
57. Максишко Н. К. Оцінювання системних характеристик економічної динаміки на базі результатів комплексного фрактального аналізу. 2011. №2(10). С. 119–130.
58. Максишко Н. К. Моделювання економіки методами дискретної нелінійної динаміки : монографія. Запоріжжя : Поліграф, 2009. 416 с.
59. Максишко Н. К. Анализ и прогнозирование эволюции экономических систем : монография. Запорожье : Полиграф, 2006. 248 с.
60. Берзон Н. И. Особенности применения показателей эффективности финансовых инвестиций. URL: <https://economics.hse.ru/data/2012/11/21/1248357213/fc1412-21.pdf> (дата звернення 15.11.2020)
61. Скрипниченко М. В. Портфельные инвестиции. Санкт-Петербург. 2014. 43 с. URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/1914.pdf>
62. Векшинский А.А., Л.Ф. Тивин. Интернет-маркетинг как новое направление в современной концепции маркетинга взаимодействия. 2012. №2. С. 102-108.
63. Чернов В. Г. Основны теории нечетких множеств: учебное пособие. Моксва. 2010. 96 с. URL: <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2087/3/00705.pdf> (Дата звернення 23.05.2019)
64. Дидэ. Методы анализа данных. Подход, основанный на методе динамических сгущений. Финансы и статистика. Москва, 1985. 240 с.
65. Чубукова И. А. DataMining: учеб. пособие. 2006. 382 с.
66. Кінаш І.А. Інтернет-маркетинг – стратегія розвитку сучасних машинобудівних підприємств. 2013. № 3. С. 331-334.
67. Кліфтон Б. Google Analytics. Професійний аналіз відвідуваності веб-сайтів. Вид-во: вильямс. 2009. 400 с.

68. Коваленко Є.О. Сучасні стратегії інвестування. URL: <https://lemonforte.ru/rassmotrim-osnovnye-strategii-investirovaniya-v-akcii/>

69. Шевченко М.С., Максишко Н.К. Комплексний аналіз динаміки фінансових інструментів сегменту ІТ галузі та індустрії розваг *Виклики та перспективи розвитку нової економіки на світовому, державному та регіональному рівнях: XV міжнар. наук.-практ. конф. (м. Запоріжжя, 15-16 жовт. 2020 р.)*. Запоріжжя, 2020. С. 319-320.

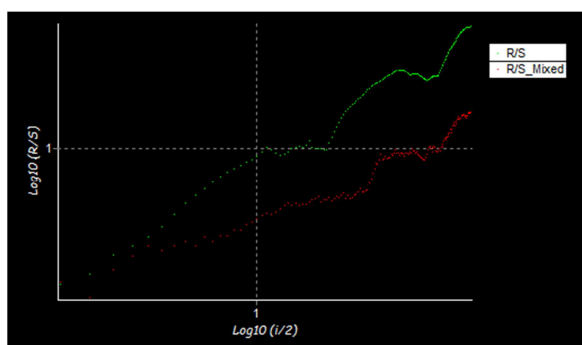
70. Шевченко М.С., Максишко Н.К. Статистичний аналіз динаміки фінансових інструментів сегменту ІТ галузі та індустрії розваг. *Нова Економіка: зб. наук. праць*. Запоріжжя, 2020. С. 68-82.

71. Шевченко М.С., Максишко Н.К. Біржові інвестиційні фонди: особливості інвестування. *Управління соціально-економічним розвитком регіонів та держави: XIV міжнар. наук.-практ. конф. (м. Запоріжжя, 17-18 квіт. 2020 р.)*. Запоріжжя, 2020. С. 319-320.

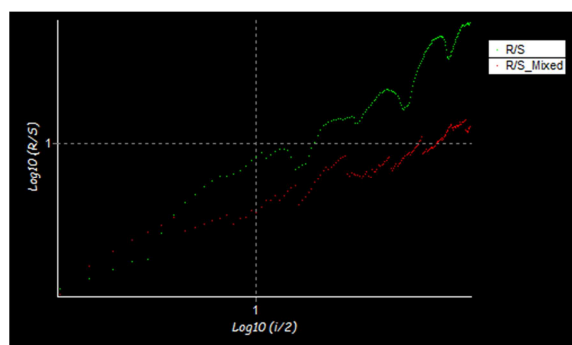
72. Шевченко М.С. Аналіз ефективності використання веб-сайта торговельним підприємством. Кваліфікаційна робота бакалавра. Запоріжжя, 2019.

## ДОДАТОК А

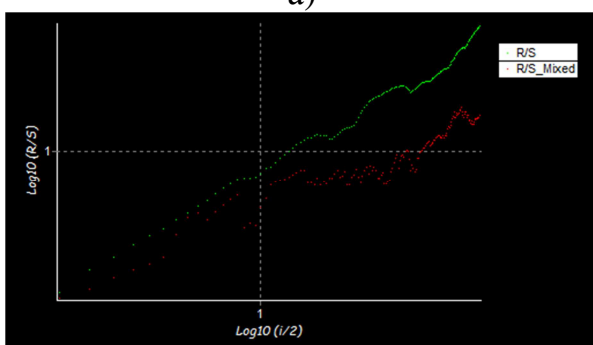
## Візуальне представлення результатів фрактального аналізу



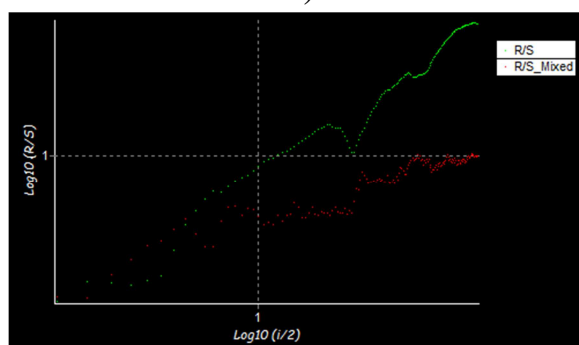
а)



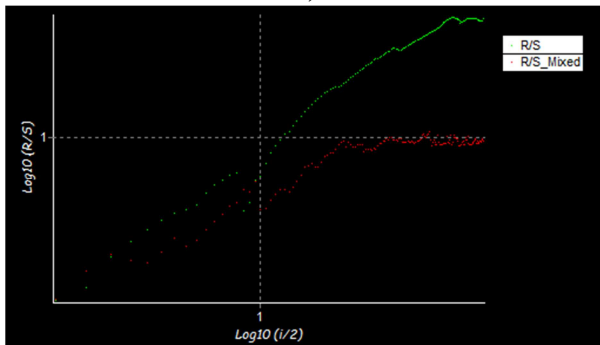
б)



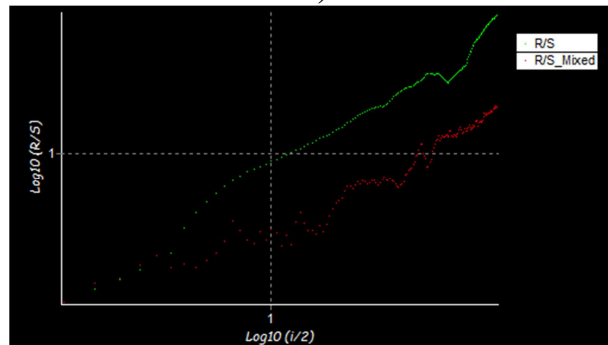
в)



г)

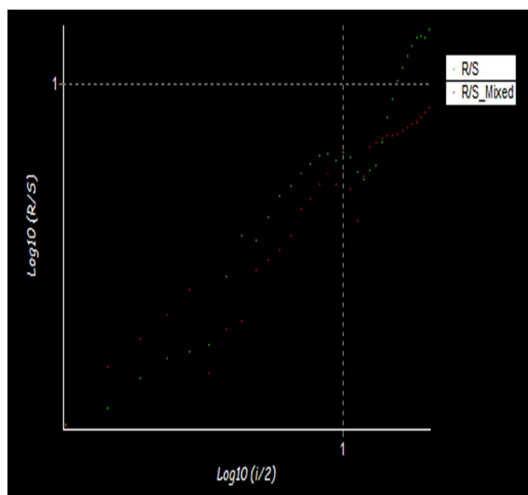


д)

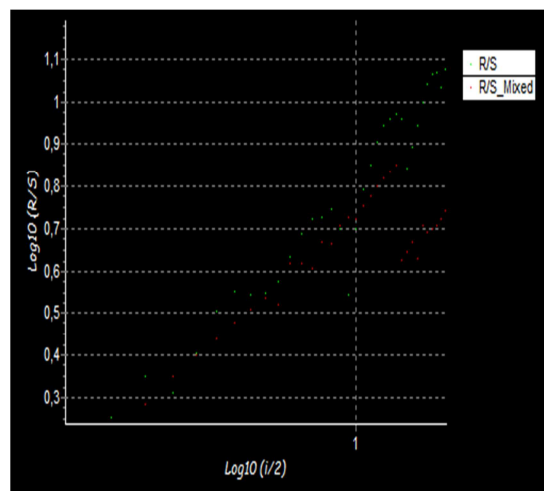


е)

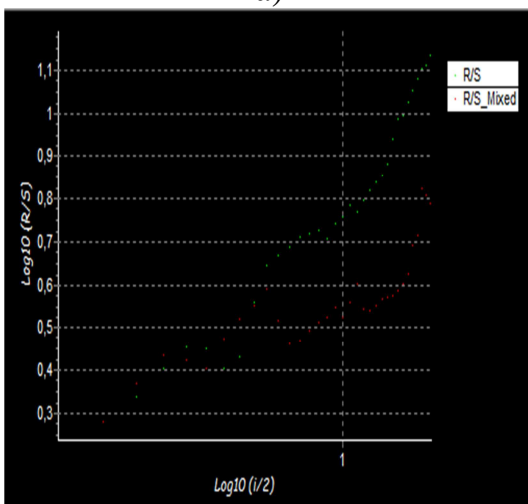
Рисунок А.1 – Візуальне представлення результатів фрактального аналізу – R/S траекторій для а) ЧР  $Z_w^1$ ; б) ЧР  $Z_w^2$ ; в) ЧР  $Z_w^3$ ; г) ЧР  $Z_w^4$ ; д) ЧР  $Z_w^5$ ; е) ЧР  $Z_w^6$  (щотижневі значення)



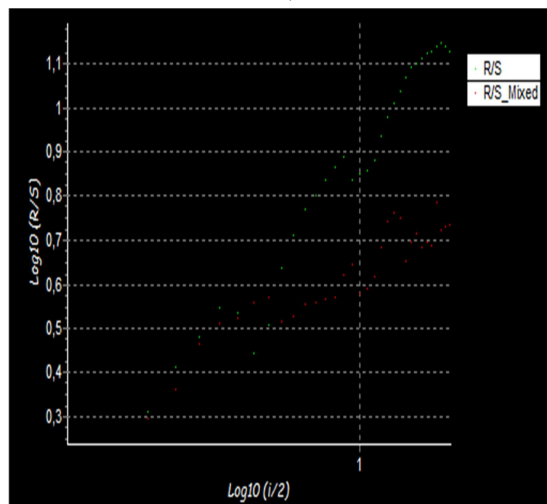
а)



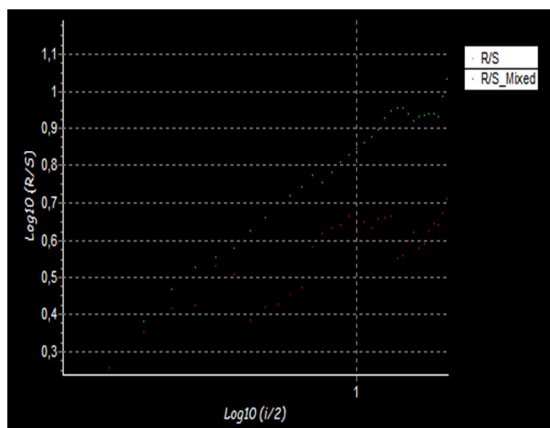
б)



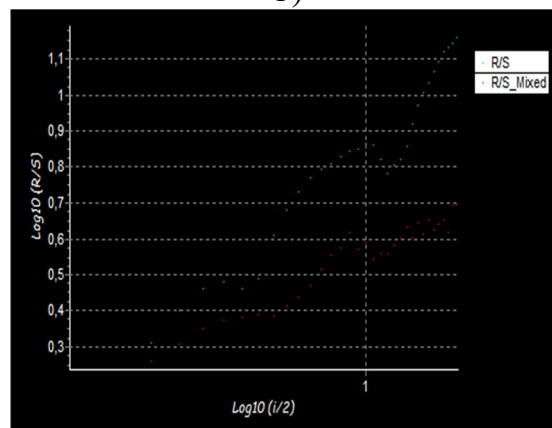
в)



г)



д)



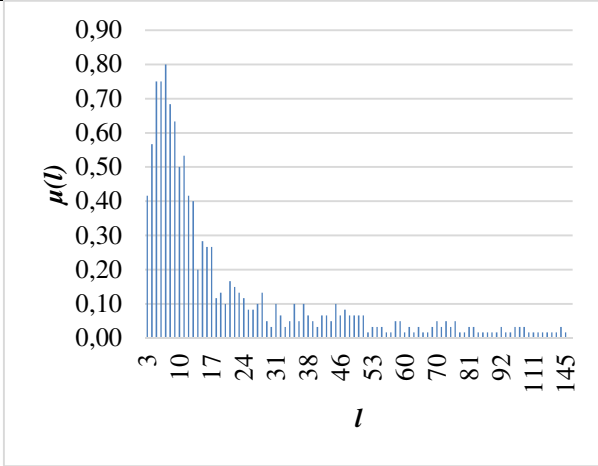
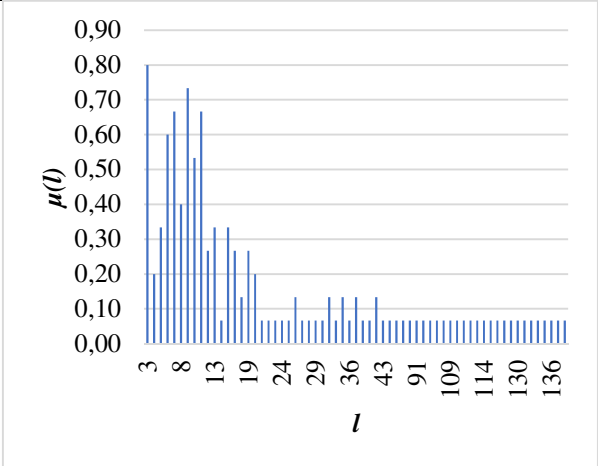
е)

Рисунок А.2 – Візуальне представлення результатів фрактального аналізу – R/S траєкторій для а) ЧР  $Z_m^1$ ; б) ЧР  $Z_m^2$ ; в) ЧР  $Z_m^3$ ; г) ЧР  $Z_m^4$ ; д) ЧР  $Z_m^5$ ; е) ЧР  $Z_m^6$  (щомісячні значення)

## ДОДАТОК Б

Нечітка множина глибини пам'яті часових рядів та розрахунок основних показників глибини пам'яті

Таблиця Б.1 – Зведені результати послідовного R/S-аналізу для цін на акції Apple Inc.

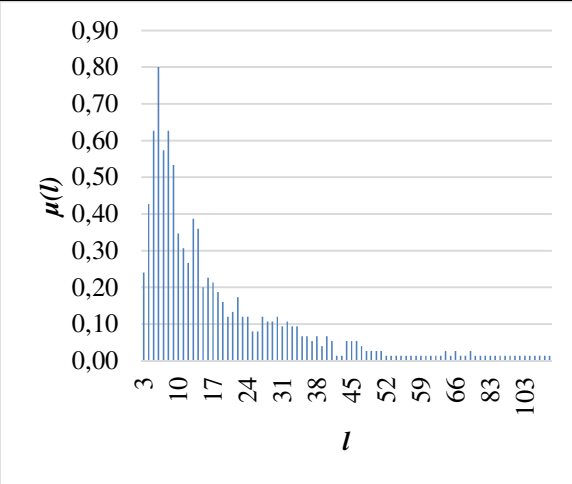
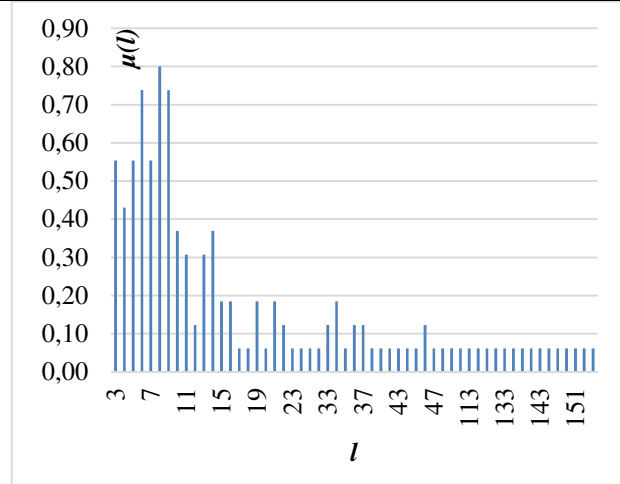
Нечітка множина глибини пам'яті ЧР $Z_d^1$			
До пандемії		Під час пандемії	
			
$l_{max}$	145	$l_{max}$	154
$l_{H3}$	7	$l_{H3}$	3
$l_{ЦТ}$	21,8	$l_{ЦТ}$	30,8
Кількість 0	226	Кількість 0	-
$H_{entr\_L}$	22,1	$H_{entr\_L}$	20,1
Значимі з $\varepsilon = 0,3$		Значимі з $\varepsilon = 0,3$	
$l_{max}$	13	$l_{max}$	16
$l_{H3}$	7	$l_{H3}$	3
$l_{ЦТ}$	7,7	$l_{ЦТ}$	8,2
$H^{\varepsilon}_{entr\_L}$	4,7	$H^{\varepsilon}_{entr\_L}$	4,4
$SH(L)$	0,8	$SH(L)$	0,8

Таблиця Б.2 – Зведені результати послідовного R/S-аналізу для цін на акції Tesla Inc.

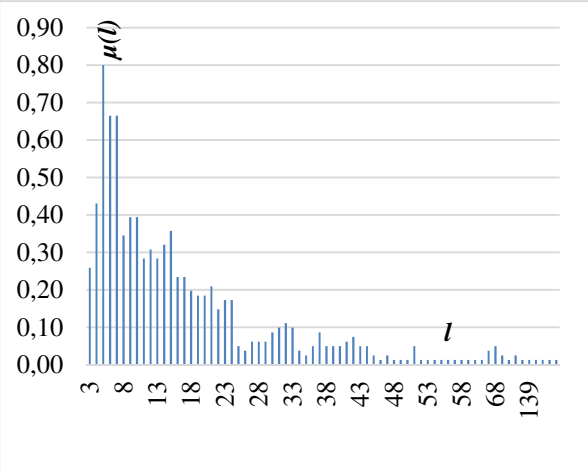
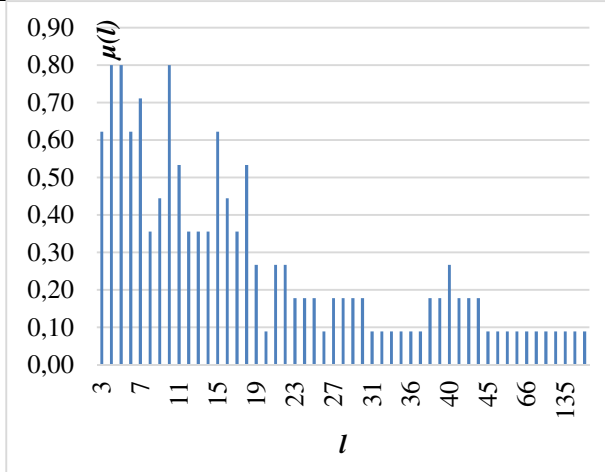
Нечітка множина глибини пам'яті ЧР $Z_d^2$			
До пандемії		Під час пандемії	
$l_{max}$	104	$l_{max}$	114
$l_{H3}$	8	$l_{H3}$	8
$l_{ЦТ}$	21,7	$l_{ЦТ}$	23,8
Кількість 0	-	Кількість 0	-
$H_{entr\_L}$	23,1	$H_{entr\_L}$	18,0
Значимі з $\varepsilon = 0,3$		Значимі з $\varepsilon = 0,3$	
$l_{max}$	22	$l_{max}$	20
$l_{H3}$	8	$l_{H3}$	8
$l_{ЦТ}$	9,8	$l_{ЦТ}$	8,8
$H_{entr\_L}^e$	6,3	$H_{entr\_L}^e$	4,5
$SH(L)$	0,7	$SH(L)$	0,7



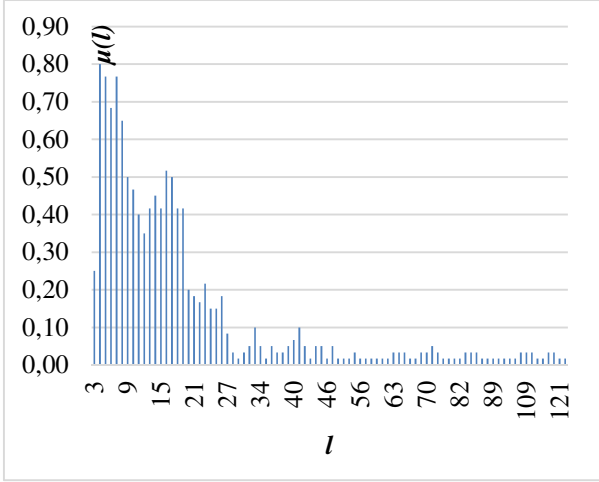
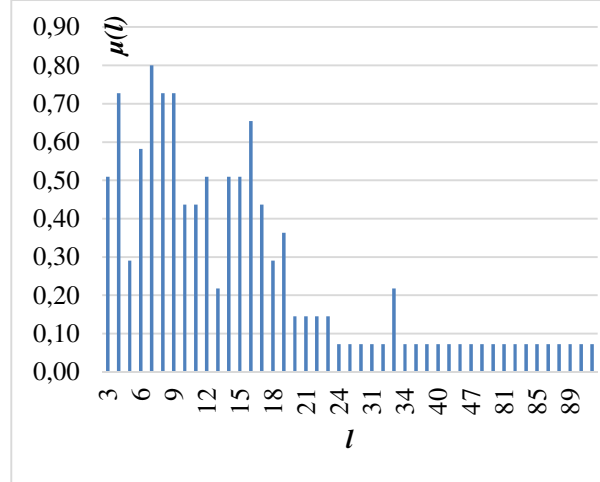
Таблиця Б.3 – Зведені результати послідовного R/S-аналізу для цін на акції Alphabet Inc.

Нечітка множина глибини пам'яті ЧР $Z_d^3$			
До пандемії		Під час пандемії	
			
$l_{max}$	153	$l_{max}$	153
$l_{H3}$	6	$l_{H3}$	7
$l_{ЦГ}$	18,8	$l_{ЦГ}$	28,1
Кількість 0	158	Кількість 0	-
$H_{entr\_L}$	19,5	$H_{entr\_L}$	17,6
Значимі з $\varepsilon = 0,3$		Значимі з $\varepsilon = 0,3$	
$l_{max}$	14	$l_{max}$	14
$l_{H3}$	6	$l_{H3}$	7
$l_{ЦГ}$	8,1	$l_{ЦГ}$	7,4
$H_{entr\_L}^\varepsilon$	4,7	$H_{entr\_L}^\varepsilon$	4,9
$SH(L)$	0,8	$SH(L)$	0,7

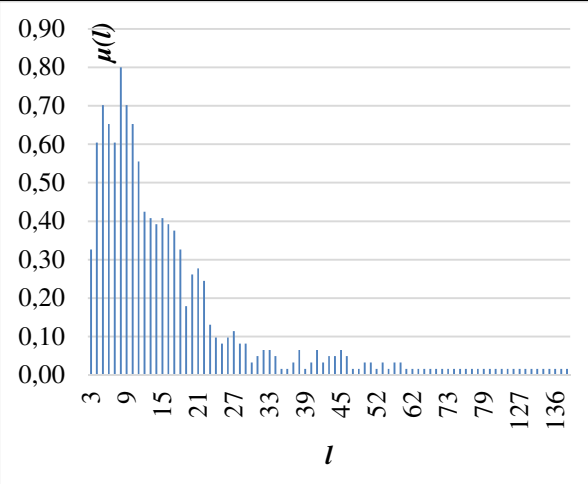
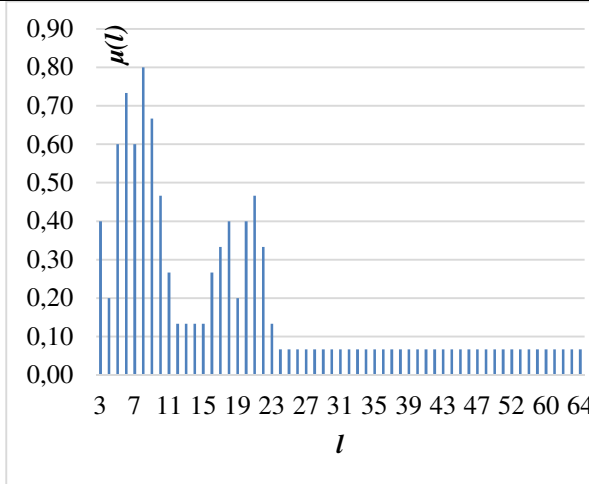
Таблиця Б.4 – Зведені результати послідовного R/S-аналізу для цін на акції Disney Comp.

Нечітка множина глибини пам'яті ЧР $Z_d^4$			
До пандемії		Під час пандемії	
			
$l_{max}$	152	$l_{max}$	138
$l_{H3}$	5	$l_{H3}$	4,5,10
$l_{ЦГ}$	17,6	$l_{ЦГ}$	21,4
Кількість 0	65	Кількість 0	-
$H_{entr L}$	18,1	$H_{entr L}$	20,3
Значимі з $\varepsilon = 0,3$		Значимі з $\varepsilon = 0,3$	
$l_{max}$	15	$l_{max}$	18
$l_{H3}$	5	$l_{H3}$	4,5,10
$l_{ЦГ}$	8,2	$l_{ЦГ}$	9,7
$H_{entr L}^c$	4,8	$H_{entr L}^c$	7,1
$SH(L)$	0,7	$SH(L)$	0,7

Таблиця Б.5 – Зведені результати послідовного R/S-аналізу для цін на акції Netflix Inc.

Нечітка множина глибини пам'яті ЧР $Z_d^5$			
До пандемії		Під час пандемії	
			
$l_{max}$	122	$l_{max}$	119
$l_{H3}$	5	$l_{H3}$	7
$l_{ЦТ}$	19,7	$l_{ЦТ}$	18,8
Кількість 0	264	Кількість 0	-
$H_{entr\_L}$	20,2	$H_{entr\_L}$	16,1
Значимі з $\varepsilon = 0,3$		Значимі з $\varepsilon = 0,3$	
$l_{max}$	19	$l_{max}$	19
$l_{H3}$	5	$l_{H3}$	7
$l_{ЦТ}$	10,9	$l_{ЦТ}$	10,2
$H_{entr\_L}^e$	7,3	$H_{entr\_L}^e$	6,2
$SH(L)$	0,6	$SH(L)$	0,6

Таблиця Б.6 – Зведені результати послідовного R/S-аналізу для цін на акції Sony Inc.

Нечітка множина глибини пам'яті ЧР $Z_d^6$			
До пандемії		Під час пандемії	
			
$l_{max}$	154	$l_{max}$	135
$l_{H3}$	8	$l_{H3}$	8
$l_{ЦТ}$	17,9	$l_{ЦТ}$	28,3
Кількість 0	219	Кількість 0	-
$H_{entr\_L}$	18,8	$H_{entr\_L}$	18,8
Значимі з $\varepsilon = 0,3$		Значимі з $\varepsilon = 0,3$	
$l_{max}$	18	$l_{max}$	22
$l_{H3}$	8	$l_{H3}$	8
$l_{ЦТ}$	9,7	$l_{ЦТ}$	10,95
$H^{\varepsilon}_{entr\_L}$	7,4	$H^{\varepsilon}_{entr\_L}$	5,53
$SH(L)$	0,6	$SH(L)$	0,7

## ДОДАТОК В

Основні етапи проведення порівняльного аналізу динаміки фінансових інструментів на фондовому ринку

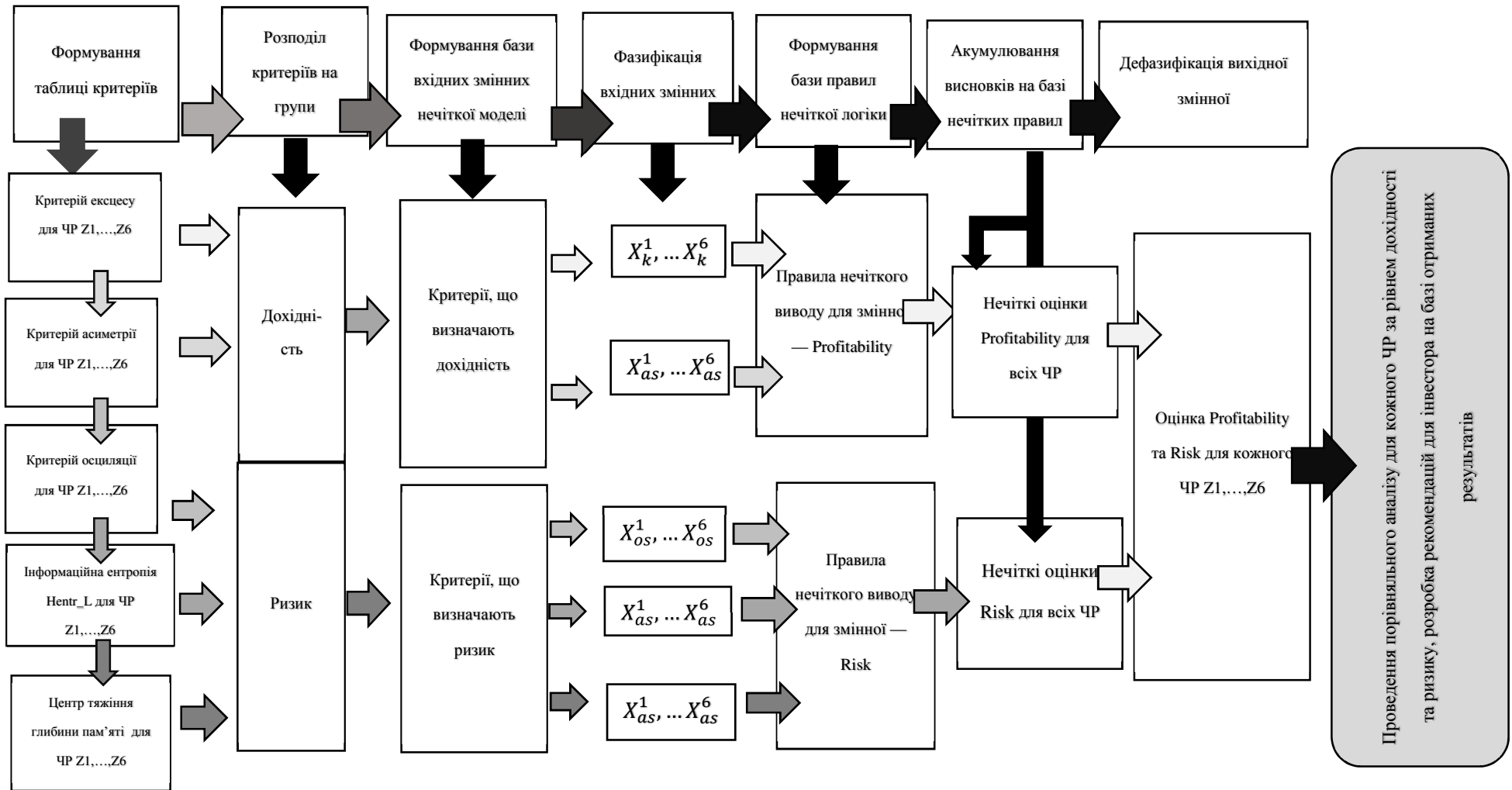


Рисунок В. 1 — Загальна схема етапів проведення порівняльного аналізу динаміки фінансових інструментів

## ДОДАТОК Г

Множина правил визначення рівня дохідності та ризику

Таблиця Г.1— Множина правил визначення рівня дохідності акцій

№	Коефіцієнт ексцесу			Коефіцієнт асиметрії			Дохідність Profitability
	$Z_d^i$	$Z_m^i$	$Z_w^i$	$Z_d^i$	$Z_m^i$	$Z_w^i$	
1	Низька	Низька	Низька	Низька	Низька	Низька	Низька
2	Середня	Середня	Середня	Середня	Середня	Середня	Середня
3	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока
4	Низька	Низька	Низька	Середня	Середня	Середня	Середня
5	Низька	Низька	Середня	Середня	Середня	Середня	Середня
6	Низька	Середня	Середня	Середня	Середня	Середня	Середня
7	Низька	Низька	Низька	Низька	Низька	Середня	Низька
8	Низька	Низька	Низька	Низька	Середня	Середня	Низька
9	Середня	Середня	Низька	Низька	Висока	Висока	Середня
10	Низька	Низька	Середня	Середня	Висока	Висока	Середня
11	Низька	Середня	Низька	Середня	Висока	Висока	Середня
12	Середня	Низька	Середня	Низька	Висока	Висока	Середня
13	Середня	Низька	Низька	Середня	Висока	Висока	Середня
14	Низька	Середня	Середня	Низька	Висока	Висока	Середня
15	Низька	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока
16	Низька	Низька	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока
17	Низька	Низька	Низька	Висока	Висока	Висока	Середня
18	Низька	Низька	Низька	Низька	Висока	Висока	Середня
19	Низька	Низька	Низька	Низька	Низька	Висока	Низька
20	Середня	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока
21	Середня	Середня	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока
22	Середня	Середня	Середня	Висока	Висока	Висока	Середня
23	Середня	Середня	Середня	Середня	Висока	Висока	Середня
24	Середня	Середня	Середня	Середня	Середня	Висока	Середня
25	Висока	Середня	Середня	Середня	Низька	Низька	Середня
26	Висока	Висока	Середня	Висока	Низька	Низька	Середня
27	Середня	Середня	Висока	Середня	Низька	Низька	Середня
28	Висока	Висока	Висока	Середня	Низька	Низька	Середня
29	Середня	Середня	Середня	Висока	Низька	Низька	Середня
30	Середня	Висока	Висока	Середня	Низька	Висока	Низька
31	Середня	Низька	Низька	Середня	Висока	Низька	Середня
32	Висока	Висока	Середня	Висока	Середня	Низька	Середня
33	Висока	Низька	Низька	Висока	Низька	Середня	Середня
34	Висока	Низька	Середня	Висока	Низька	Середня	Середня
35	Висока	Середня	Низька	Висока	Середня	Низька	Середня



## Продовження таблиці Г.2

№	Коефіцієнт осциляції			Інформаційна ентропія множини		Інформаційна ентропія підмножини		Центр тяжіння		Ризик
41	В	В	В	В	Н	Н	Н	Н	Н	Середній
42	В	В	В	В	В	Н	Н	Н	Н	Середній
43	В	В	В	В	В	В	Н	Н	Н	Середній
44	В	В	В	В	В	В	В	Н	Н	Високий
45	В	В	В	В	В	В	В	В	Н	Високий
46	С	В	С	В	С	В	С	В	С	Середній
47	В	С	В	С	В	С	В	С	В	Високий
48	С	Н	С	Н	С	Н	С	Н	С	Середній
49	Н	С	Н	С	Н	С	Н	С	Н	Низький
50	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В	Середній
51	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н	Середній
52	В	С	Н	В	С	Н	В	В	С	Середній
53	С	Н	В	С	Н	В	С	Н	В	Середній
54	Н	В	С	Н	В	С	Н	В	С	Середній
55	С	С	В	В	Н	Н	С	С	В	Середній
56	В	В	Н	Н	С	В	В	Н	Н	Низький
57	В	Н	Н	С	В	Н	Н	С	В	Низький
58	Н	Н	С	В	Н	Н	Н	С	В	Середній
59	В	Н	Н	С	В	Н	Н	С	В	Низький
60	С	В	Н	Н	С	В	Н	Н	С	Середній