МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ

Кваліфікаційна робота

магістра

на тему АНАЛІЗ ВПЛИВУ РИНКУ ЦИФРОВИХ АКТИВІВ НА РОЗВИТОК СЕКТОРУ ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 8.0513-ек
спеціальності 051 «Економіка»
освітньої програми «Економічна кібернетика»
Шевченко Ілля Андрійович
Керівник: доцент кафедри економічної кібернетики, к.е.н., доц.,Очеретін Д.В.
Рецензент: доцент кафедри економічної кібернетики, к.е.н., доц.,Чеверда С.С.

Запоріжжя
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет економічний
Кафедра економічної кібернетики
Рівень вищої освіти магістерський
Спеціальність 051 Економіка
Освітня програма економічна кібернетика

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри_____
(підпис)

«____»_____20____року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Шевченко Ілля Андрійович

1. Тема роботи «Аналіз впливу ринку цифрових активів на розвиток сектору логістичних послуг»

керівник роботи Очеретін Дмитро Валерійович, к.е.н, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики

затверджені наказом ЗНУ від «29» грудня 2023 року № 2252-с

2. Строк подання студентом роботи 02 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: постановка завдання, офіційні статистичні дані, наукова література та інші джерела мережі Інтернет на обрану тему

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: аналіз використання фінансових інструментів у сфері логістики; аналіз динаміки часових рядів вартості фінансових інструментів логістичних компаній та виявлення їх аномалії; проведення рекурентного аналізу часових рядів вартості фінансових інструментів логістичних компаній; аналіз динаміки часових рядів вартості фінансових інструментів логістичних компаній на основі порогових авторегресійних моделей; аналіз впливу ринку цифрових активів на розвиток сектору логістичних послуг

5. Перелік графічного матеріалу: у роботі розміщено 8 табл. та 15 рис. Розроблено в Microsoft Office Power Point презентацію основних результатів кваліфікаційної роботи._____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	доц.каф.ек.кіб, к.е.н., доц.,Очеретін Д.В.		
Розділ 2	доц.каф.ек.кіб, к.е.н., доц., Очеретін Д.В		
Розділ 3	доц.каф.ек.кіб, к.е.н., доц., Очеретін Д.В		

7. Дата видачі завдання 15.01.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Формування мети, об'єкту, предмету та завдань кваліфікаційної роботи	15.01.2024 – 26.01.2024	Виконано
2.	Узгодження плану роботи, підготовка вступу	27.01.2024 – 11.02.2024	Виконано
3.	Формування основних гіпотез та огляд наукових джерел	12.02.2024 – 06.04.2024	Виконано
4.	Підготовка 1-го розділу кваліфікаційної роботи	08.04.2024 – 22.06.2024	Виконано
5.	Підготовка 2-го розділу кваліфікаційної роботи	26.06.2024 – 31.08.2024	Виконано
6.	Підготовка 3-го розділу кваліфікаційної роботи	02.09.2024 – 16.11.2024	Виконано
7.	Аналіз та інтерпретація отриманих результатів, оформлення висновків кваліфікаційної роботи, оформлення вступу та реферату	18.11.2024 – 24.11.2024	Виконано
8.	Нормоконтроль, перевірка на доброчесність, підготовка до захисту	25.11.2024 – 08.12.2024	Виконано

Студент _____ І.А. Шевченко
(підпис)

Керівник роботи (проекту)_____Д.В. Очеретін
(підпис)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ О.І. Макаренко
(підпис)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить три розділи, 108 с., 15 рис., 8 табл., 2 додатки, 70 джерел.

Об’єкт дослідження – динаміка фінансових інструментів логістичних компаній.

Предмет дослідження – моделі та методи аналізу динаміки фінансових інструментів.

Мета дослідження – дослідження особливостей динаміки поведінки фінансових інструментів компаній в сфері логістичних послуг, які впливають на ефективність їх діяльності.

Методи дослідження – порівняльний, аналіз та синтез, узагальнення та атомізація, статистичні методи, економіко-математичне моделювання.

У дослідженні розглядається використання фінансових інструментів у сфері логістики – криптовалют та блокчейну. Проведено аналіз динаміки часових рядів вартості акцій логістичних компаній United Parcel Service, Inc. та FedEx Corp, а також токену логістичної платформи VeChain.

Аналіз аномалій часових рядів фінансових активів логістичної сфери дозволив зробити висновок про те, що фондовий ринок повільніше реагує на зовнішні впливи, ніж криптовалютний.

Аналіз рекурентних діаграм часових рядів вартості акцій та токенів логістичних компаній показав наявність поступової зміни параметрів поведінки представників логістичної сфери та формування нової структури у період впливу наслідків COVID-19.

Аналіз побудованих нелінійних авторегресійних моделей класу NLAR(m) –NonLinear AutoRegressive порядку m для часових рядів вартості акцій та токену логістичних компаній виявив, що найкращою моделлю, що описує часові ряди є непараметрична адитивна модель.

ЛОГІСТИКА, ФОНДОВИЙ РИНОК, КРИПТОВАЛЮТА, РЕКУРЕНТНА ДІАГРАМА, АВТОРЕГРЕССІЯ, МОДЕЛЮВАННЯ

SUMMARY

The qualification work of the master contains three sections, 108 p., 15 figures, 8 tables, 2 annexes, 70 sources.

The object of research is the dynamics of financial instruments of logistics companies.

Subject of the research – models and methods of analyzing the dynamics of financial instruments.

The purpose of the work is to investigate the peculiarities of the dynamics of financial instruments behavior of companies in the field of logistics services, which affect the efficiency of their activities.

Research methods – comparative, analysis and synthesis, generalization and atomization, statistical methods, economic and mathematical modeling.

The study examines the use of financial instruments in the field of logistics - cryptocurrencies and blockchain. The article analyzes the dynamics of time series of the value of shares of logistics companies United Parcel Service, Inc. and FedEx Corp, as well as the token of the logistics platform VeChain.

An analysis of the anomalies in the time series of financial assets in the logistics sector has led to the conclusion that the stock market is slower to respond to external influences than the cryptocurrency market.

The analysis of recurrence diagrams of the time series of the value of shares and tokens of logistics companies showed a gradual change in the parameters of behavior of representatives of the logistics sector and the formation of a new structure during the period of influence of the COVID-19 consequences.

The analysis of the constructed nonlinear autoregressive models of the NLAR(m) class -NonLinear AutoRegressive of order m for the time series of the value of shares and tokens of logistics companies revealed that the best model describing the time series is a nonparametric additive model.

LOGISTICS, STOCK MARKET, CRYPTOCURRENCY, RECURRENT CHART, AUTOREGRESSION, MODELING

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
РЕФЕРАТ
SUMMARY
ВСТУП…… 8
РОЗДІЛ 1 ВИКОРИСТАННЯ ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ У СФЕРІ ЛОГІСТИКИ……..…..... 11
1.1 Логістичне управління ланцюгами поставок: ключові компоненти та тенденції……..... 11
1.2 Використання криптоінструментів у логістиці ……. 27
1.3 Характеристика джерел даних щодо динаміки фінансових інструментів логістичних компаній …… 33
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ВАРТОСТІ ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ЛОГІСТИЧНИХ КОМПАНІЙ …….……..….... 37
2.1 Методи дослідження аномалій динаміки часових рядів …..…… 37
2.2 Методи рекурентного аналізу часових рядів …… 41
2.3 Порогова модель авторегресії часових рядів……... 47
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ ВАРТОСТІ ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ЛОГІСТИЧНИХ КОМПАНІЙ …… 56
3.1 Аналіз динаміки акцій логістичних компаній на фондовому ринку….. 56
3.2 Аналіз динаміки криптоінструментів логістичних компаній…….. 69
3.3 Аналіз впливу ринку цифрових активів на сектор логістичних послуг 76
ВИСНОВКИ……... 78
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ…...…….. 80
ДОДАТОК А Вартість акцій логістичних компаній United Parcel Service, Inc. та FedEx Corp…….. 88
ДОДАТОК Б Вартість токену логістичної платформи VeChain (VET)…… 108

ВСТУП

У сучасному світі, де кордони зникають, а світова економіка стає все більш глобалізованою, роль логістики стає не лише важливою, а й стратегічно критичною для успішного функціонування будь-якого підприємства. Логістика перетворилася з простого терміну на ключовий елемент, який визначає конкурентоспроможність компаній у глобальному масштабі.

Сутність логістики полягає в ефективному управлінні потоками матеріалів, інформації та фінансів від місця виробництва до місця споживання. Це означає не тільки керування складами і транспортними засобами, а й створення гнучких і ефективних систем, здатних адаптуватися до ринкових умов і вимог споживачів, що постійно змінюються.

З прискоренням темпів світової торгівлі, появою нових технологій та зміною споживчих переваг, логістика стає все більш складною та вимогливою галуззю бізнесу. Компанії змушені не лише скорочувати терміни постачання та оптимізувати витрати, а й забезпечувати високий рівень сервісу для своїх клієнтів, що потребує постійного інноваційного розвитку логістичних процесів.

Логістика, як галузь, знаходиться на стику багатьох інших секторів економіки, і її ефективність визначається багатьма факторами. Один з таких факторів – це використання таких фінансових інструментів як акції та криптовалюти. Акції та криптовалюти відіграють важливу роль у фінансовому забезпеченні логістичних підприємств. Акції компаній, що займаються логістикою, є не лише засобом фінансування, але і індикатором їхньої ефективності та стабільності. З іншого боку, криптовалюти надають нові можливості для проведення міжнародних транзакцій у логістичній сфері, пропонуючи більш швидкі, дешеві та безпечні способи передачі коштів, зокрема з використанню технології блокчейн. Тому найбільша кількість досліджень, присвячених використанню технології блокчейн у

логістиці та управлінні ланцюгами поставок (SCM) спостерігається у США, Китаї та Індії [1].

Різноманітні аспекти управління ланцюгами поставок досліджено закордонними та українськими науковцями: Дугласом М. Ламбертом, Мартіном Крістофер, Ачкасовою Л.Н., Лифар В.В., Смерічевською С. та іншими. Значна частина досліджень присвячена запровадженню блокчейн-технологій у логістиці (Рогоза М.Є., Сисоєв В.В., Колодвзєва Т.О. та інші).

Об’єктом дослідження є динаміка фінансових інструментів логістичних компаній.

Предметом дослідження є моделі та методи аналізу динаміки фінансових інструментів.

Метою роботи є дослідження особливостей динаміки поведінки фінансових інструментів компаній в сфері логістичних послуг, які впливають на ефективність їх діяльності.

Основними завданнями роботи є:

– проаналізувати використання фінансових інструментів у сфері логістики;

– проаналізувати динаміку часових рядів вартості фінансових інструментів логістичних компаній та виявити їх аномалії;

– провести рекурентний аналіз часових рядів вартості фінансових інструментів логістичних компаній;

– проаналізувати динаміку часових рядів вартості фінансових інструментів логістичних компаній на основі порогових авторегресійних моделей;

– проаналізувати вплив ринку цифрових активів на розвиток сектору логістичних послуг.

Методи дослідження – порівняльний, аналіз та синтез, узагальнення та атомізація, статистичні методи, економіко-математичне моделювання.

Актуальність дослідження обумовлена розвитком методів управління ланцюгами поставок. Впровадження у логістичну сферу автоматизації,

застосування елементів штучного інтелекту та машинного навчання, Інтернету речей, блокчейн-технологій викликає все більшу появу цифрових фінансових інструментів для управління логістичною діяльністю (криптовалюти VeChaine, Origin Trail та інші).

Результати дослідження були представлено:

– на XVIII Міжнародній науково-практичній конференції «Управління соціально-економічним розвитком регіонів і держави (ЗНУ, 18-19 квітня 2024р.);

– на XIX Міжнародній науково-практичній конференція «Виклики та перспективи розвитку нової економіки на світовому, державному та регіональному рівнях» (ЗНУ, 17-18 жовтня 2024р.);

– на Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт «Кількісні методи в економіці» (Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, квітень-червень 2024 року), відзнака у номінації «За оригінальність вирішення проблеми».

РОЗДІЛ 1
ВИКОРИСТАННЯ ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ У СФЕРІ ЛОГІСТИКИ

1.1 Логістичне управління ланцюгами поставок: ключові компоненти та тенденції

Поняття «логістика» є багатоманітним та залежить від об'єкту дослідження. Науковці виділяють заготівельну, розподільчу, внутрішньо-виробничу, логістику посередництва, логістику складування, транспортну та глобальну логістику [2].

Заготівельна логістика вивчає фізичне переміщення матеріальних потоків в просторі і часі на стадії їх «надходження» на підприємство, управління зовнішнім постачанням матеріальних ресурсів та виробничих запасів [3].

Розподільча логістика забезпечує найефективнішу організацію розподілу виготовленої продукції, охоплюючи весь ланцюг логістичної системи: транспортування, складування, упакування та інше [2].

Внутрішньо-виробнича логістика вивчає внутрішньовиробничі логістичні системи: промислові підприємства; оптові підприємства, що мають складські споруди; вантажні станції [2].

Логістика посередництва виконує функції пов'язані із плануванням та організацією закупівель товарів у товаровиробників (продавців); плануванням та організацією доставки закуплених товарів на бази і склади комерційних посередників; організацією приймання, розміщення, зберігання товарів на базах і складах комерційних посередників; управлінням товарними запасами у сфері торгівлі; плануванням та організацією продажу товарів покупцям; організацією передпродажного та після продажного обслуговування споживачів [2].

Логістика складування дозволяє [2]:

– забезпечувати і утримувати оптимально розташовані складські приміщення як на території підприємства, так і за його межами;

– зберігати на складі та готувати матеріальні ресурси та готову продукцію як до відправки у виробництво, так і до збуту;

– здійснювати інформаційне і документальне забезпечення складського управління підприємстві;

– прогнозувати об’єми складування;

– забезпечувати найбільш оптимальний (короткий) термін зберігання матеріальних ресурсів або готової продукції на складі;

– дотримуватись норм запасів та контролювати витрачені матеріали;

– здійснювати інвентаризаційний контроль на складі.

Транспортна логістика є системою по організації доставки, а саме переміщення будь-яких матеріальних предметів або речовин з однієї точки в іншу за оптимальним маршрутом. Завданнями транспортної логістики є : вибір виду транспортного засобу; вибір типу транспортного засобу; оптимізація транспортного процесу під час змішаних перевезень; визначення раціональних маршрутів доставки; забезпечення технологічної єдності транспортно-складського процесу; координація транспортного і виробничого процесів [4].

Глобальна логістика є комплексом взаємопов'язаних функцій з управління логістичними потоками, в тому числі матеріальними, що формуються на їх базі в міжнародному товарному обміні. Вона передбачає розробку стратегії і тактики створення стійких логістичних систем, що зв'язують бізнес-структури різних країн світу на основі поділу праці, кооперування і партнерства у формі договорів, угод, підтримуваних на міждержавному рівні [5].

Значну частину наукових досліджень присвячено місцю транспортної логістики у загальній логістичній системі. Так, Ачкасова Л.М. [6] аналізуючи різні визначення поняття «логістична система» приходить до висновку, що важливою складовою логістичної системи є транспорт, який допомагає

вирішувати багато завдань логістики. Важливо також розмежовувати поняття «транспортна логістика» та «транспортування», оскільки поняття транспортної логістики є більш широким і містить багато допоміжних операції, що супроводжують процес транспортування. Такими операціями є вибір рухомого складу, типу і маршруту перевезень, оптимізація процесів навантаження / розвантаження для обраного рухомого складу та інші.

У роботі Лифар В. В. [7] відзначено, що при формулюванні поняття «транспортна логістика» авторами не враховуються інтереси або потреба у інформаційному забезпеченні усіх учасників процесу транспортування. Автором статті було запропоновано власне визначення поняття «транспортна логістика», яке крім процесів переміщення потоків вантажів враховувало й переміщення потоків пасажирів.

Окремою узагальненою економічною категорією в логістиці є логістичний потік [2]. Основними параметрами, що характеризують потік, є траєкторія руху; швидкість; інтенсивність і час руху; логістичні ланцюги, які він проходить на шляху; ритмічність руху. Замовлення споживачів (обсяг, кількість, частота поставок та інші характеристики) впливають на більшість параметрів логістичних потоків.

Логістичний ланцюг є складною системою, що формується впорядкованою і взаємодіючою сукупністю фізичних чи юридичних осіб на ринку виробництва і постачання матеріальних ресурсів, виробництва та розподілу продукції, які виконують логістичні операції, спрямовані на доведення матеріального потоку від однієї логістичної системи до іншої та до кінцевого споживача [8]. Логістичні ланцюги різного масштабу охоплює ланцюг поставок. На структурну будову ланцюга поставок впливають: собівартість продукту, габарити та вага, строк зберігання, доступність, масштаби діяльності підприємства, контрактні терміни доставки, інфраструктура та інші фактори [2]. Показники, що характеризують організацію та структуру ланцюга поставок, наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Показники, що характеризують організацію та структуру ланцюга поставок [2]

Назва показника	Визначення
Довжина ланцюга	число ланок, через які проходить логістичний потік від видобутку (отримання) первинних ресурсів, їх перероблення до місця кінцевого споживання готової продукції
Ширина ланцюга	кількість маршрутів, за якими переміщується товар
Потужність ланцюга	максимальна кількість ресурсів, яка може пройти через нього за певний проміжок часу

В залежності від величини витрат, часу виконання замовлення, якості обслуговування та інших чинників змінюються довжина та ширина ланцюга поставок. Завданням фахівців з логістики є пошук оптимального співвідношення між довжиною та шириною ланцюга поставок.

Класифікацію логістичних ланцюгів наведено у табл.1.2.

Таблиця 1.2 –Класифікація логістичних ланцюгів [9]

Ознака класифікації	Різновиди логістичних ланцюгів
за кількістю ланок	одноланкові, дволанкові, триланкові тощо
за складом учасників	внутрішні, зовнішні
за часом дії	постійні (довготривалі), періодичної дії, разові
за обслуговуючим ринком	глобальні, регіональні, локальні

Підрозділи підприємств відносять до внутрішніх логістичних ланцюгів, а результат взаємодії економічно самостійних суб'єктів – до зовнішніх.

Ринкову інфраструктуру можна розглядати як макрологічну систему, яка є логістичною системою із властивостями адаптивної системи із зворотним зв’язком [9]. Характерними рисами логістичної системи є складна

структура, велика кількість складових її підсистем, елементів та інститутів, складний характер системних зв'язків та взаємодій між ними по всіх типах потоків економічних ресурсів, стохастичний характер більшості факторів та процесів, що впливають на її функціонування.

Загальним орієнтиром для логістичної діяльності країн є Індекс ефективності логістики (Logistics Performance Index, LPI), який із 2007 року розраховується Світовим банком [10, 11]. Індикатори логістичного індексу LPI поділяються на дві категорії [10]:

– сфери регуляторної політики із зазначенням основних внесків у розвиток ланцюгів поставок;

– ефективність ланцюгів поставок.

До першої категорії відносяться такі індикатори, як процеси обслуговування, інфраструктура, митний контроль, а до другої – можливості щодо виявленя та відстеження, обсяги міжнародних перевезень, термін виконання замовлень.

У дослідженні Марчука І.П. [11] розглядається взаємозв’язок Індексу ефективності логістики (LPI) та основних економічних показників та економічних індексів. Результати кореляційно-регресійного аналізу показали сильний зв’язок LPI із такими економічними показниками, як експорт товарів та послуг та прямі іноземні інвестиції, а також помітний зв’язок з валовим внутрішнім продуктом та імпортом. Індекс ефективності логістики є складовою таких індексів:

– Global Competitiveness Index (GCI) Rank by the World Economic Forum – індекс глобальної конкурентоспроможності GCI Всесвітнього економічного форуму;

– Global Innovation Index (GII) Rank by by Cornell University, INSEAD, and the World Intellectual Property Organization (WIPO) – глобальний інноваційний індекс;

– Market Potential Index (MPI) Rank by Michigan State University – індекс ринкового потенціалу (MPI), щорічне дослідження Центру міжнародного

бізнесу штату Мічиган.

Таким чином, чим вищим є Індекс ефективності логістики, тим більшими будуть індекс глобальної конкурентоспроможності, глобальний інноваційний індекс та індекс ринкового потенціалу.

Doing business (DB) Rank by the World bank – індекс ведення бізнесу, який вимірює легкість його ведення у країні на основі десяти факторів, що відображають,наскільки сприятливим є відповідне регуляторне середовище. Це індекс також містить логістичну складову – показник міжнародної торгівлі (Trading across borders). Best Countries for Business by Forbes – щорічний рейтинг найкращих країн для ведення бізнесу, який враховує такі аспекти як свобода торгівлі, захист інвесторів, інновації тощо. З цими індексами також простежується тісний зв'язок Індексу ефективності логістики.

За результатами аналізу структури Індексу ефективності логістики в Україні у 2007-2023рр. [12] виявлено, що низьким рівнем ефективності володіють такі складові індексу. як митниця та інфраструктура. Транспортом, що перевозить найбільші обсяги вантажів, є залізниця. В умовах війни та під час блокади морських портів, ракетних обстрілів портової інфраструктури спостерігається підвищення ролі залізничного транспорту в експорті та імпорті товарів. Вирішення логістичних проблем України потребує запровадження проектного фінансування логістичної інфраструктури за рахунок спрямування на інвестиційні цілі коштів на депозитних сертифікатах Національного банку України.

Найчастіше в ланцюгах поставок виникають проблеми: безпеки, несвоєчасності, неточності, коливання попиту, нестачі ресурсів, недовикористання ресурсів, ціноутворення [13]. Джерелами цих проблем виступають інформаційні та матеріальні потоки, а також відносини.

Серед іноземних дослідників у сфері логістики також відсутнє єдине визначення поняття «управління ланцюгами поставок» (supply chain management, SCM) [14, 15]. Зазвичай у ланцюзі поставок беруть участь

участь декілька незалежних фірм, які виробляють продукт та передають його до рук кінцевого споживача:виробники сировини та комплектуючих, збирачі продукції, оптовики, роздрібні торговці та транспортні компанії – всі є учасниками ланцюга поставок (La Londe, Masters 1994). Відповідно до іншого визначення ланцюг поставок – це мережа організацій, яка через вижчі та нижчі зв'язки бере участь у різних процесах та видах діяльності, що створюють вартість у вигляді продуктів та послуг, що надаються кінцевому споживачу (Christopher 1992).

Враховуючи ці визначення, ланцюг поставок визначається як сукупність трьох або більше організацій (організацій або осіб), які безпосередньо беруть участь у потоках товарів, послуг, фінансів та / або інформації від джерела до споживача [14].

Виділяють три ступеня складності ланцюга поставок: «прямий ланцюг поставок» (рис. 1.1), «розширений ланцюг поставок» (рис.1.2), «кінцевий ланцюг поставок» (рис.1.3).

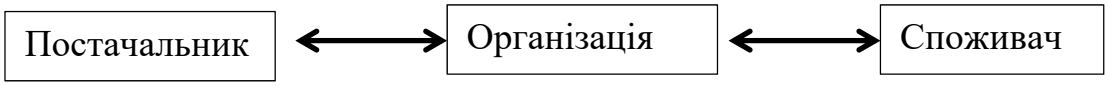


Рисунок 1.1 – Прямий ланцюг поставок [14]

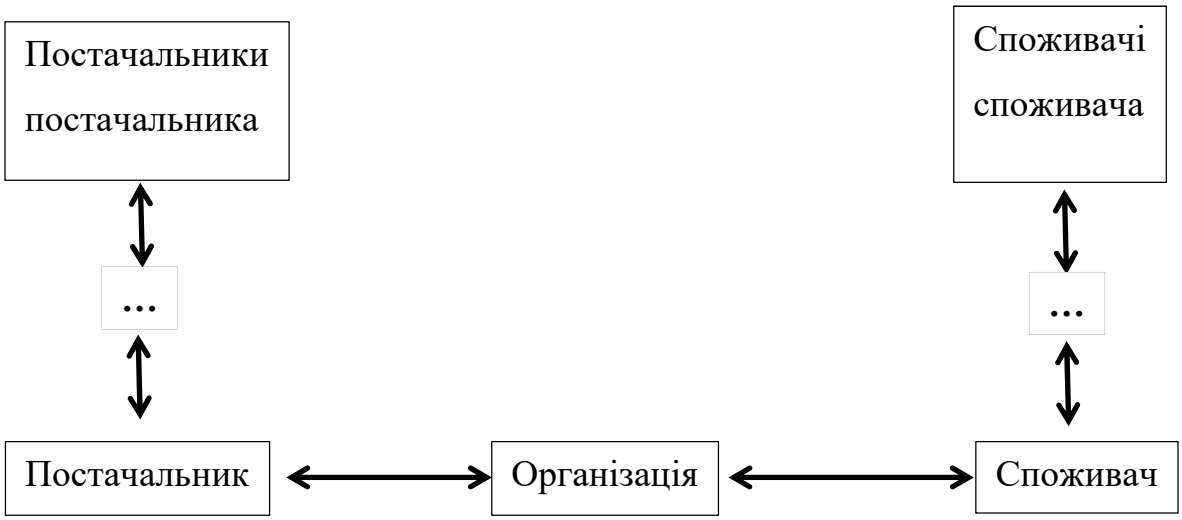


Рисунок 1.2 – Розширений ланцюг поставок [14]

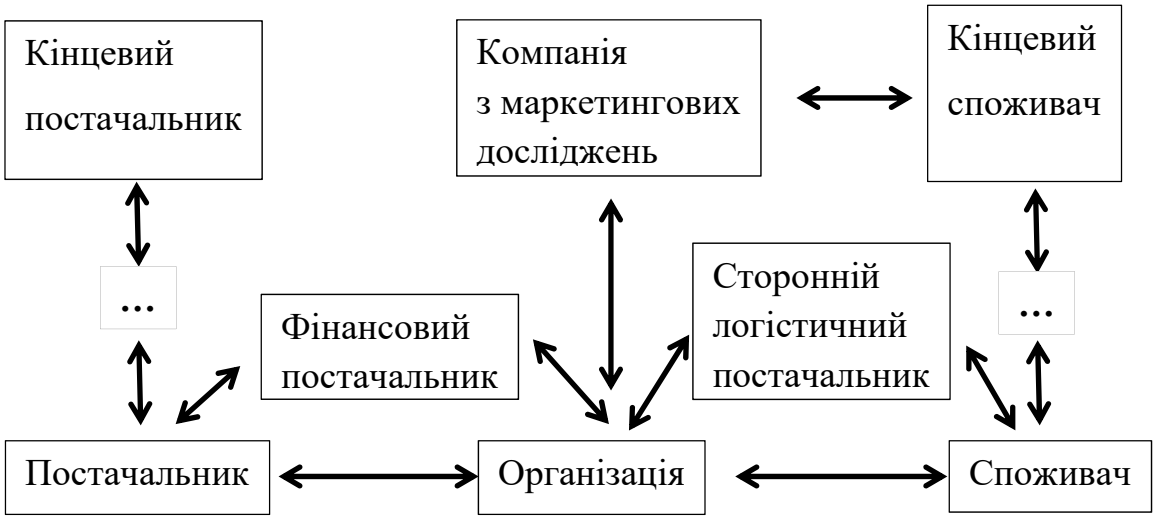


Рисунок 1.3 – Кінцевий ланцюг поставок [14]

Прямий ланцюг поставок складається із компанії, постачальника та клієнта, які беруть участь у потоках продуктів, послуг, фінансів та / або інформації. Розширений ланцюг поставок включає у себе постачальників безпосереднього постачальника та клієнтів безпосереднього клієнта, які беруть участь у висхідних та / або нисхідних потоках продукції, послуг, фінансів та / або інформації. Кінцевий ланцюг поставок включає усі організації, що беруть участь у всіх висхідних та нисхідних потоках продукції, послуг, фінансів та інформації від кінцевого постачальника до кінцевого споживача.

Рисунок 1.3 ілюструє складність, яку можуть досягати кінцеві ланцюги поставок. У наведеній схемі сторонній фінансовий постачальник може надавати фінансування, брати на себе частину ризиків та пропонувати фінансові консультації. Сторонній логістичний постачальник здійснює логістичну діяльність між двох компаній. Фірма, що займається дослідженнями ринку, надає інформацію про кінцевого споживача компанії, який знаходиться далеко в кінці ланцюга поставок.

Управління ланцюгами поставок (SCM) як філософія управління має такі характеристики [14]:

– системний підхід до розгляду ланцюга поставок як єдиного цілого та

до управління загальним потоком товарних запасів від постачальника до кінцевого споживача;

– стратегічна орієнтація на спільні зусилля з синхронізації та конвергенції внутрішньофірмових та міжфірмових операційних та стратегічних можливостей у єдине ціле;

– орієнтація на споживача для створення унікальних та індивідуалізованих джерел споживчої цінності, які сприяють задоволеності клієнтів.

Між учасниками ланцюга поставок можна виділити чотири принципово різних типи зв'язків бізнес-процесів [16]: керовані зв'язки бізнес-процесів, контрольовані зв'язки бізнес-процесів, некеровані зв'язки бізнес-процесів та зв'язки бізнес-процесів, які не є членами ланцюга поставок.

Керовані зв'язки бізнес-процесів – це ланцюги, які фокусна компанія вважає важливим інтегрувати та керувати ними. Це можуть бути технологічні зв'язки із клієнтами та постачальниками першого рівня.

Контрольовані зв'язки бізнес-процесів не дуже важливі для компанії-клієнта. Проте для координаційної компанії важливо, щоб ці технологічні зв'язки були інтегровані та керувались належним чином між іншими компаніями-учасниками. За потреби координаційна компанія контролює або проводить аудит того, як інтегрується та керується технологічний зв'язок.

Некеровані зв'язки бізнес-процесів – це зв'язки, у яких фокусна компанія не бере активної участі, й вони не є достатньо критичними, щоб використовувати ресурси для моніторингу. Таким чином, фокусна компанія повністю довіряє іншим членам керувати процес ними зв'язками відповідним чином або, через обмеженість ресурсів, залишає це на їх вибір.

Зв'язки бізнес-процесів, які не є членами ланцюга поставок, – це зв'язки між учасниками ланцюга поставок фокусної компанії та не членами ланцюга поставок. Ці зв'язки не розглядаються як складові структури ланцюга поставок фокусної компанії, але вони можуть часто впливати на

ефективність роботи компанії та її ланцюгів поставок.Наприклад, постачальник основної компанії також може бути постачальником головного конкурента, що може вплинути на виділення постачальником робочої сили для процесу розробки продукції основної компанії, доступність продукції у період дефіциту та / або захист конфіденційності інформації.

У дослідженні [16] виділено дев'ять компонентів управління для успішного SCM: планування та контроль; структура роботи; організаційна структура; структура об'єктів потоку продукції; структура об'єктів потоку інформації; методи управління; структура влади та лідерства; ризик та винагорода; культура та відношення. Останні чотири компоненти ілюструють приклади зв'язків між процесами, які не є членами організації. Розподіл компонент управління SCM на групи наведено на рис. 1.4.



Рисунок 1.4 – Компоненти управління для успішного SCM [16]

Планування та контроль операцій є ключовими факторами для просування організації або ланцюга поставок у бажаному напрямі. Передбачається, що ступінь спільного планування у значному ступені впливає на успіх ланцюга поставок. Аспекти контролю можуть бути операціоналізовані як найкращі метрики ефективності для вимірювання успіху ланцюгів поставок.

Структура роботи показує, як фірма виконує свої завдання та види діяльності. Рівень інтеграції процесів у межах ланцюга поставок є показником організаційної структури.

Організаційна структура може відноситися до окремої компанії та ланцюга поставок, а використання між функціональних команд передбачає застосування процесного підходу. Коли ці команди перетинають організаційні межі ланцюг поставок має бути більш інтегрованим.

Структура об’єктів потоку продукції відноситься до мережевої структури мережі для пошуку постачальників , виробництва та розподілу за всім ланцюгом поставок. Раціоналізація мережі поставок має наслідки для всіх її учасників.

Більшість авторів вказують на те, що структура об’єктів потоку інформації є ключовою. Вигляд інформації, що передається між учасниками каналу, та частота оновлення інформації сильно впливають на ефективність ланцюга поставок. Цю компоненту може може бути інтегровано у частину або весь ланцюг поставок.

Методи управління поєднують корпоративну філософію та методи управління. Дуже складно інтегрувати організаційну структуру «згори донизу» зі структурою «знизу вгору». Рівень замученості керівництва у повсякденній діяльності компанії може відрізнятись в різних ланках ланцюга поставок учасників.

Структура влади та лідерства у ланцюзі поставок впливають на її форму. Один сильний лідер каналу буде визначати напрямок розвитку ланцюга. У більшості вивчених на сьогодні ланцюгів є один або два сильних

лідери серед фірм. Застосування влади або її відсутність можуть вплинути на рівень прихильності інших учасників каналу. Наприклад, примусова участь сприятиме швидкому виходу із каналу.

Очікування розподілу ризиків та винагород за всім ланцюгом поставок впливає на довгострокову прихильність учасників каналу.

Культура та відношення є дуже важливими факторами. Сумісність корпоративної культури членів каналу варто завжди враховувати. Узгодженість культур та відношення людей вимагають багато часу, проте необхідна для на певному рівні для роботи каналу як ланцюга. Аспекти культури включають у себе те, як цінують співробітників та як вони залучаються до управління фірмою.

У дослідженні [17] розглянуто стратегії ланцюгів поставок у інформаційну епоху в умовах невизначеності. Деякі характеристики невизначеності потребують стратегій ланцюгів поставок із ініціативами та іноваціями, що можуть забезпечити компанії конкурентну перевагу. Ці стратегії можна розділити на чотири типи: ефективні ланцюги поставок, ланцюги поставок зі зменшенням ризику, гнучкі ланцюгі, Agile-ланцюги. У формуванні таких стратегій важливу роль відіграли інформаційні технології та Інтернет

Ефективні ланцюги поставок – це ланцюги поставок, що використовують стратегії, спрямовані на досягнення максимальної ефективності витрату ланцюзі поставок. Для досягнення такої ефективності необхідно: відхилити ти види діяльності, які не приносять доданої вартості; прагнути економії за рахунок масштабу; використовувати методи оптимізації для досягненя найкращого завантаження виробничих та збутових мощностей, а також встановити інформаційні зв’язки для забезпечення більш ефективної, точної та економічної передачі інформації всім ланцюгом поставок. Роль Інтернету у даному випадку полягає у тому, що він дозволяє забезпечити тісну та легку інтеграцію інформації у ланцюзі поставок, а також оптимізувати графіки виробництва та розподілу, якщо інформація про попит,

запаси та виробничі можливості на всьому ланцюзі поставок стає прозорою.

Ланцюги поставок зі зменшенням ризику – це ланцюги поставок, що використовують стратегії, спрямовані на об’єднання та спільне використання ресурсів у ланцюзі поставок, щоб ризики, пов’язані із порушенням поставок, також могли, бути роподілені. Таким чином, це стратегія хеджування ризиків або стратегії об’єднання запасів.Інформація про запаси та попит в режимі рельного часу дозволяє більш економічно ефективно перевантажувати товари з одного місця у інше.

Гнучкі ланцюги – це ланцюги поставок, що використовують стратегії спрямовані на те, щоб чуйно та гнучко реагувати на мінливі та різноманітні потреби клієнтів. Щоб бути гнучкими, компанії використовують процеси зборки під замовлення та процеси масової кастомізації як засіб задоволення специфічних вимог клієнтів. Процеси кастомізації розроблені таким чином, щоб бути гнучкими. Точне зазначення вимог замовника є запорукою успіху масової кастомізації. Також, Інтернет дозволив дуже точно та своєчасно фіксувати високо персоналізовані вимоги клієнтів та швидку передачу даних про замовлення постачальнику або у центр кастомізації для остаточного налаштування продукту.

Agile-ланцюги – це ланцюги поставок, які використовують стратегії, спрямовані на швидке та гнучке реагування на потреби клієнтів, тоді як ризики дефіциту або перебоїв у постачанні хеджуються шляхом об'єднання запасів або інших ресурсів. потужностей або інших ресурсів. Ці ланцюги поставок, по суті, мають стратегії, що поєднують сильні сторони ланцюгів поставок зі зменшенням ризику та гнучких ланцюгів.

Вони є гнучкими, оскільки мають можливість реагувати на мінливі, різноманітні та непередбачувані вимоги клієнтів на першому етапі, мінімізуючи при цьому ризики перебоїв у постачанні на внутрішньому ринку.

У статті [18] запропоновано інтегровану модель для проектування Agile-ланцюгів поставок. Конкурентні переваги обумовлені об’єднаними

можливостями мереж взаємопов'язаних організацій, які називають «ланцюгом поставок». Такий підхід змінив традиційний погляд на бізнес-модель, що базується на одній фірмі. Мінливість сучасних ринків й, відповідно, менша їх передбачуваність викликає потребу у більш гнучкому реагуванні. Необхідною умовою успіху на ринках буде Agile-ланцюг поставок.

У дослідженні [19] наведено порівняльну характеристику lean- та agile-методології управління ланцюгами поставок в умовах невизначеності. Lean-методологія базується на принципах економії – усунення відходів та підвищення ефективності. Agile-методологія підкреслює гнучкість та швидку реакцію на зміни.

Lean-методологія передбачає, що [20]:

– попит є незмінним та може бути спрогнозований;

– у фокусі низькі витрати та мінімізація відходів;

– основним призначенням є доставка товарів першої необхідності (стандартизованих продуктів);

– низька варіативність продуктового ряду (кількості товарних груп);

– довгий життєвий цикл продукту;

– конкретні результати прогнозування, які базуються на розрахунках.

Agile -методологія передбачає, що [20]:

– попит коливається і обсяги збуту продукції високі;

– у фокусі глибина асортименту в межах товарної групи;

– основним призначенням є доставка інноваційних та персоналізованих продуктів;

– висока варіативність продуктового ряду (кількості товарних груп);

– короткий життєвий цикл продукту;

– потреба у деталізованих маркетингових дослідженнях, методи прогнозування носять консультаційний характер.

Поширеними проблемами в управлінні ланцюгами поставок є [19]:

– збої углобальному ланцюгу поставок (стихійні лиха, політична

нестабільність, військові і торгові конфлікти) – пандемія COVID-19 є прикладом вразливості глобальних ланцюгів поставок;

– нестабільність попиту, яка призводить до надлишку або браку продукції;

– ускладнення відстеження продуктів, через відсутність видимості ланцюга постачання;

– сталість та етичні міркування: екосвідомість, відповідальне постачання тощо;

– технологічна інтеграція, яка дозволяє створювати як можливості, так і проблеми для управління ланцюгом поставок (Інтернет речей (IoT), блокчейн, штучний інтелект).

Комбіноване застосування методологій lean та agile сприяє вирішенню зазначених проблем.

Ronald H. Ballou у [21] аналізує розвиток логістики та управління ланцюгами поставок, а також передбачає можливі майбутні тенденції. Стратегічна мета SCM – мінімізація витрат на ланцюг поставок за умови дотримання заданих вимог до обслуговування клієнтів – у сучасних умовах змінюється на розробку та експлуатацію ланцюга поставок для збільшення доходів компанії таким чином, щоб максимізувати внесок у прибуток. З'явиться нова мета, що дозволить відчути ефект зростання прибутку, яка отримала назву ROSCA. Метою ROSCA є максимізація прибутку від активів ланцюга поставок. Вона визначається як:

$$ROSCA = \frac{Revenue - Costs}{Assets}, \tag{1.1}$$

де $Revenue$ – внесок ланцюга поставок у продажі компанії;

$Costs$ – витрати, понесені у процесі роботи ланцюга поставок;

$Assets$ – інвестиції у об'єкти та обладнання для підтримки процесів ланцюга поставок.

Менеджери вже давно розраховують співвідношення витрат та активів або рентабельність інвестицій як показник для оцінки стратегічних альтернатив. Коли інвестиції спрямовані на покращення обслуговування клієнтів, традиційний показник повернення інвестицій занижує переваги стратегії, упускаючи її можливості зі збільшення доходів. Не зважаючи на те, що ROSCA є покращеною мірою, оцінка впливу на доходи потребує подальших досліджень.

Значення логістики та SCM буде продовжувати зростати, оскільки компанії продовжують використовувати аутсорсинг, розширювати свої міжнародні операції та провадити бізнес у глобальному економічному середовищі.Основними викликами у майбутньому перед SCM є [21]:

– стратегія отримання прибутку для ланцюга поставок буде настільки ж важливою, як й стратегія зниження витрат, витрати на процеси будуть управлятись для максимізації ROSCA, пов’язаної із стратегією;

– граничні переваги SCM легко визначити, але складно реалізувати;

– координація та співробітництво, а також довіра є найбільш важливими елементами для реалізації можливостей із розширення границь;

– обмін інформацією між учасниками ланцюга, ймовірно, буде продовжуватись із розвитком технологій та називатися координацією, компромісом та співробітництвом;

– для визначення переваг ланцюга поставок та відслідковування їх місцезнаходження у ланцюзі поставок знадобляться метрики, що охоплюють всі границі;

– методи розподілу вигод потребують кращого визначення та уточнення (визначення балансу між формальними та неформальними методами);

– відносини в ланцюгу поставок не є стабільними за своєю природою, тому приклади хорошої координації ланцюга поставок між кількома фірмами будуть вибірковими та короткостроковими;

– навчальні програми з логістики, що трансформуються в навчальні

програми з ланцюгів поставок, мають бути розширені, щоб включити предмети, пов'язані з побудовою відносин і довіри (підготовка фахівців має поднувати знання в галузі маркетингу, операцій, кількісних методів та психології);

– операції, закупівлі та логістика організаційно об'єднаються, ймовірно, під під прапором ланцюга поставок.

У подальшій роботі будемо використовувати визначення логістики як частини ланцюга поставок, яка планує, реалізує та контролює ефективний, результативний потік та збереження товарів, послуг та супутньої інформації від пункту відправлення до пункту споживання для задоволення потреб клієнтів [16].

1.2 Використання криптоінструментів у логістиці

Логістика – це невід'ємна частина сучасної економіки, що забезпечує ефективне управління потоками товарів, інформації та послуг від місця виробництва до кінцевого споживача. В умовах стрімкого розвитку технологій та глобалізації ринків, логістичні системи стикаються з низкою викликів, які потребують інноваційних рішень.

Одним із ключових викликів для логістичних компаній є необхідність оптимізації процесів, скорочення часу доставки та зниження витрат. Це особливо актуально в умовах зростаючого споживчого попиту та збільшення обсягів транспортування вантажів. Прагнення поліпшення ефективності та зниження витрат ставить перед компаніями завдання постійного вдосконалення логістичних систем [22].

Іншим важливим аспектом є забезпечення безпеки та надійності постачання. В умовах збільшення числа транскордонних перевезень та складності логістичних мереж, забезпечення безпеки вантажів та інформації стає пріоритетним завданням для логістичних компаній.

Ключовими аспектами, які можуть визначити майбутні бізнес-процеси

у сфері міжнародної логістики та специфіку управління ланцюгами поставок, є [19]:

а) автоматизація та робототехніка;

б) штучний інтелект і машинне навчання;

в) Інтернет речей (IoT);

г) сталі бізнес-практики і зелена логістика;

д) технологія блокчейн (Blockchain);

е) орієнтація на клієнта.

Збільшення кількості автономних транспортних засобів для перевезення вантажів, роботизоване збирання та пакування на складах, використання дронів для доставки сприяють підвищенню ефективності, зменшенню витрат та підвищенню безпеки. Аналіз великих масивів даних методами штучного інтелекту та машинного навчання дозволяє оптимізувати логістичні операції щодо прогнозування попиту, складання маршрутів тощо. Інтернет речей дозволяє забезпечувати прозорість та відстежувати товар у реальному часі по всьому ланцюгу постачання із використанням спеціальних пристроїв та датчиків. Використання електромобілів, заходи, спрямовані на зниження викидів вуглецю, набуває вагомого значення та призводить до сталої логістики. Застосування технології Blockchain сприяє підвищенню прозорості, безпеки та відстежуваності у логістичних операціях. Це сприяє встановленню більшої довіри між стейкхолдерами та зменшенню шахрайських операцій. Гнучка політика доставки орієнтується на запити клієнтів та на формування персоналізованих варіантів доставки.

У дослідженні [23] Рогоза М.Є. та Смірнов Ф.В. розглядають сучасні методології у сфері управління ланцюгом поставок та пропонують модель використання технології blockchain в управлінні ланцюгами поставок відповідно до сучасних стандартів. Також, проводять аналіз доцільності використання різнотипних контрактів, що підтримують обробку різних типів благ у одній транзакції, в моделі управління ланцюгом поставок із залученням сучасних blockchain-платформ, на кшталт Ethereum. Авторами

дослідження запропоновано новий стандарт токену платформи Ethereum під назвою ERC-1155, який дозволяє усунути недоліки попереднього стандарту токену щодо додаткового навантаження на мережу, збільшення часу очікування обробки усіх транзакцій. Новий стандарт дозволяє використовувати групування та зберігання кількох типів взаємозамінних і невзаємозамінних токенів в одному смарт-контракті, надаючи можливість одночасно виконувати транзакцію груп цифрових елементів.

У статті [24] Сисоєв В.В. та Лопатін В.О. розглядають ключові напрями застосування технології блокчейн та можливості, що вони надають, у логістиці та управлінні ланцюгами поставок. Такими можливостями є:

– управління логістичними процесами в режимі реального часу на базі автоматизації логістичних процесів (виконання платежів, планування маршруту, перевірка стану запасів тощо);

– зменшення ризиків, затримок та витрат у логістичних і фінансових операціях, усунення людських помилок за рахунок надійного обліку товарів, транспортних засобів та виконання смарт-контрактів;

– підвищення ефективності міжорганізаційної координації, встановлення довіри та усунення потенційних суперечок за рахунок підвищення надійності та точності даних про операції та забезпечення прозорості та безпеки інформації;

– контроль якості, умов зберігання та руху товарів на всіх етапах логістичного ланцюгу завдяки зберіганню детальної інформації про товари, їх характеристики та походження;

– можливість уніфікації платежів і доставки товарів та забезпечення синхронізації комерційних,логістичних та фінансових операцій завдяки забезпеченню тісного зв’язку між різними частинами комерційних транзакцій;

– усунення сторонніх посередників, скорочення часу та вартості логістичних операцій завдяки доступності інформації в спільній для всіх учасників децентралізованій базі даних.

На основі проведеного SWOT-аналізу блокчейну в аспекті використання його у сферах транспортної логістики та управління ланцюгами поставок Колодізєвою Т.О. [25] запропоновано дев’ять стратегій використання блокчейну в логістичній галузі, ключовими з яких є:

– розробка системи інтелектуального транспорту (ITS) з використанням блокчейну;

– залучення регулівних органів та політиків у процес використання блокчейну в логістичній галузі;

– державна підтримка блокчейн-платформ через співпрацю з цими платформами, що сприятиме задоволенню логістичних потреб уряду та приватного сектору;

– створення сервісів на основі застосунків для підвищення зручності використання блокчейну, для підвищення стандартизації та інтероперабельності (операції всередині блокчейну, між різними блокчейнами, між блокчейном та іншими технологіями);

– розвиток блокчейну в поєднанні з іншими технологіями, такими як штучний інтелект (AI), Інтернет речей (IOT) та іншими передовими технологіями;

– інвестування в пілотні блокчейни, співпраця з академічними колами, галузевими експертами та професійними установами.

Розвиток технологій блокчейн і криптовалют, а також управління акціями логістичних компаній є перспективною можливістю для оптимізації логістичних процесів. Завдяки своїй надійності та прозорості, технології блокчейн дозволяють створювати децентралізовані та безпечні системи управління даними, що може підвищити ефективність ланцюгів постачання та забезпечити більш високий рівень довіри між учасниками логістичних операцій. Ці інновації можуть суттєво покращити ефективність та надійність логістичних систем, створюючи нові можливості для розвитку та конкурентної переваги на ринку.

В епоху цифрових технологій криптотокени стають ключовим

елементом не лише фінансової сфери, а й багатьох інших галузей, включаючи логістику. Криптотокени, створені на базі технології блокчейн , є цифровими активами, які можуть використовуватися для різних цілей, включаючи представлення цінності, управління доступом до ресурсів і забезпечення безпеки транзакцій.

У контексті логістики, криптотокени мають потенціал стати ефективним засобом обміну інформацією та цінностями між різними учасниками ланцюга постачання. Вони можуть використовуватися для створення унікальних цифрових ідентифікаторів для кожного товару або партії товарів, що містять інформацію про походження, статус та умови транспортування. Це дозволить учасникам ланцюга постачання відстежувати товари в реальному часі та забезпечувати прозорість та достовірність даних на всіх етапах логістичного процесу.

На сьогоднішній день вже існує кілька проєктів, спрямованих на використання криптотокенів у логістичній індустрії. Деякі з них пропонують інноваційні рішення для відстеження вантажів, підтвердження доставки та керування складськими запасами з використанням технології блокчейн. Ці проєкти демонструють потенціал криптотокенів для оптимізації логістичних процесів, покращення управління ланцюгами постачання та підвищення прозорості та довіри між учасниками логістичних операцій. Наприклад, транспортна компанія Dolfin Cargo використовує блокчейн-технології для відстеження етапів доставки вантажів від виробника до кінцевого споживача [26]. Криптотокени використовуються для створення унікальних цифрових ідентифікаторів для кожного товару або партії товарів. Це дозволяє кожному товару бути ідентифікованим і відстежуваним на всіх етапах свого шляху з ланцюга поставок. Інформація про походження товару, його умови зберігання та транспортування, а також про його статус може бути записана в блокчейн, що забезпечує високий рівень достовірності та прозорості даних.

Крім того, криптотокени можуть використовуватися для автоматизації процесів оплати та управління фінансовими потоками в ланцюзі постачання.

Розумні контракти, що працюють на основі блокчейну, дозволяють створювати умови для автоматичного виконання угод між учасниками логістичних процесів. Це спрощує та прискорює виконання транзакцій, знижує витрати на проведення фінансових операцій та покращує фінансову прозорість у ланцюзі поставок. Наявні проєкти демонструють потенціал криптотокенів для трансформації логістичної індустрії, підвищення її ефективності та зниження витрат.

Незважаючи на значні потенційні переваги, застосування криптотокенів у логістиці стикається з низкою викликів та перешкод, які потребують уважного розгляду та рішення. Перевагам та мінусам роботи блокчейн-технології на прикладі застосування у роботі логістичних підприємств присвячено статтю Мокляк М.В. та Хаустової Е.О. [27]. Один з основних викликів полягає в необхідності розробки стандартів та протоколів, що забезпечують сумісність різних систем та платформ, що використовують блокчейн. Стандартизація відіграє ключову роль у забезпеченні сумісності та взаємодії між різними учасниками ланцюга поставок, що є важливим для ефективного функціонування логістичних процесів.

Іншим важливим аспектом є забезпечення конфіденційності та захисту даних у системах, що використовують блокчейн у логістиці. Оскільки блокчейн надає відкритий та загальнодоступний доступ до даних, необхідно розробити механізми шифрування та захисту конфіденційної інформації від несанкціонованого доступу. Це особливо актуально в умовах зростаючої загрози кібератак та витоків даних. Питанням застосування картографічних та геоінформаційних систем у логістиці присвячена робота Міхаеля Хугоса [28]. Особливу увагу автором приділено проблемам ланцюгів поставок в умовах реагування на стихійні лиха. На відміну від комерційних ланцюгів поставок вони стикаються з додатковими проблемами: високим рівнем непередбачуваності та потребою спеціальної організації.

Акції та криптовалюти представляють собою нові можливості для фінансового управління у логістиці. Використання цих інструментів може

допомогти забезпечити більшу ефективність, прозорість та безпеку в логістичних операціях. Однак, враховуючи їхню високу волатильність та ризики, необхідно ретельно планувати та реалізовувати стратегії їх використання.

1.3 Характеристика джерел даних щодо динаміки фінансових інструментів логістичних компаній

У кваліфікаційні роботі розглядається динаміка курсу акцій логістичних компаній, які є лідерами рейтингу Zen Score журналу Wall Street Journal [29] у 2024 р. Найбільшу капіталізацію мають американські компанії United Parcel Service, Inc. (123,56 млрд. доларів США) та FedEx Corp (65,90 млрд. доларів США).

United Parcel Service, Inc. [30] – американська багатонаціональна компанія з доставки, отримання та управління ланцюгом поставок, яку засновано у 1907 році. Компанія входить до рейтингу Fortune 500 та є однією з найбільших у світі кур'єрських служб. Сьогодні компанія UPS відома насамперед послугами наземної доставки, магазином UPS Store – роздрібною мережею, яка допомагає UPS відправляти та надає інструменти для малого бізнесу. Згідно з попередньою статистикою ACI, головний міжнародний хаб UPS, UPS Worldport у Луїсвіллі, штат Кентуккі, є п'ятим за завантаженістю аеропортом у світі за кількістю вантажів, а також третім за завантаженістю аеропортом у США після суперхабу FedEx у Мемфісі та міжнародного аеропорту Теда Стівенса Анкориджа.[31]. Компанія є одним з найбільших приватних роботодавців у США [32]. У компанії працює близько 500000 співробітників [30].

У першому кварталі 2024 р. консолідований дохід UPS склав 21,7 мільярда доларів США, що на 5,3% менше, ніж у першому кварталі 2023 року. Консолідований операційний прибуток склав 1,6 мільярда доларів США, що на 36,5% нижче порівняно з першим кварталом 2023 року та

знизився на 31,5% на скоригованій основі [33]. Виручка компанії перевершила оцінки аналітиків на 1,1%. Прибуток на акцію (EPS) в основному відповідав оцінкам аналітиків. У майбутньому прогнозується зростання доходу на 5,1% на рік в середньому протягом наступних 3 років, порівняно з прогнозом зростання логістичної галузі в США на 5,0% [34].

FedEx Corp [35] – американська компанія, яка надає поштові, кур'єрські та інші логістичні послуги у всьому світі. Компанію засновано у 1971 році, головний офіс знаходиться у Мемфісі, штат Теннессі. У компанії близько 2000000 працівників. На європейський ринок компанія вийшла у 1984 році. Головні європейські вузлові центри – Париж (аеропорт Руассі–Шарль де Голль, Франція), Кельн (Німеччина), Льєж (Бельгія).

У першому кварталі 2024 р. консолідований дохід FedEx склав 21,7 мільярда доларів США. Консолідований операційний прибуток склав 1,4 мільярда доларів США [36].

На криптовалютному ринку у сфері логістики найбільшу капіталізацію має токен VeChain (VET) [37]. VeChain (VET) – це блокчейн-платформа для управління логістикою. VeChain прагне використовувати технології розподіленого управління та Інтернету речей для створення екосистеми, що вирішує головні проблеми в управлінні ланцюгом поставок. Платформа використовує два внутрішні токени, VET и VTHO, для управління та створення цінності на основі публічного блокчейну VeChainThor. Ідея полягає в тому, щоб підвищити ефективність, відстеження та прозорість ланцюгів поставок при одночасному зниженні витрат і передачі більшого контролю в руки окремих користувачів. Запущена у червні 2016 року VeChain зараз є однією із найстаріших спеціалізованих логістичних платформ на блокчейні.

VeChain має два внутрішніх токена: VeChain (VET) та VeThor (VTHO). Система з двома токенами потрібна для запобігання коливанням комісії та перевантаження мережі. VET - це токен, що використовується для транзакцій та інших дій, тоді як VTHO забезпечує оплату комісії, аналогічно тому, як газ

працює для транзакцій Ethereum (ETH). Власники VET автоматично генерують невелику суму VTHO, тоді як 70 % VTHO, що використовується для платежів VET, знищується. VTHO генерується пропорційно наявним VET, тоді як емісія самого VET обмежена максимальною пропозицією 86712634466 токенів.

VeChain (VET) – це токен на основі алгоритму proof-of-stake (докази частки володіння). Сама VeChain пояснює, що так для безпеки мережі та підтримки консенсусу користувачів потрібні відносно невеликі обчислювальні потужності. Окрема функція – доказ повноважень (proof-of-authority) – служить для операторів майстерень (серверів), які підтримують протокол у своїх інтересах відповідно до правил, встановлених батьківською організацією, VeChain Foundation.

Токен VeChain використовує технологію блокчейн для створення децентралізованих додатків, які дозволяють підприємствам відстежувати походження та історію товарів, перевіряти їх автентичність та забезпечувати безпеку та прозорість у всьому ланцюзі постачання.

В даній роботі динаміку вартості акцій двох логістичних компаній: United Parcel Service, Inc. (США, NYSE: UPS) та FedEx Corp (США, NYSE: FDX) за період з 2 січня 2018 року по 31 жовтня 2024 року (1737 щотижневих значень) сформовано на основі даних сервісу Google Finance [38].

Google Finance – це сервіс від компанії Google Inc, який надає користувачам вільний доступ до фінансової інформації про більшість транснаціональних корпорацій та холдингів. Доступною є інформація про котирування, курси обміну валют, рейтинги цінних паперів, прес-релізи та фінансові звіти компаній, актуальні новини, статистичні дані в режимі реального часу [39].

Для отримання необхідного набору даних та подальшої їх обробки, з можливістю оновлення в режимі реального часу, необхідно скористатися імпортом даних із сервісу Google Finance у Google Таблицю. Зробити це можна за допомогою спеціальної функції GOOGLEFINANCE.

Синтаксис вбудованого у Google Таблицю сервісу Google Finance дає можливість отримати історичну інформацію про цінні папери та має наступний вигляд:

=GOOGLEFINANCE("symbol", "attribute", "start_date", "num_days or end_date", "interval"),

де "symbol" – це біржовий символ тікеру, що відповідає цінному паперу для якого необхідно отримати інформацію. Це єдиний аргумент синтаксису Google Finance, який є обов'язковим [40]. Наприклад, «NYSE: FDX» – це біржовий тікер американської логістичної компанії FedEx Corp на Нью-Йоркській фондовій біржі;

"attribute" – однорядковий параметр, що вказує тип даних, які необхідно отримати. Існує цілий ряд атрибутів, серед який «price» (параметр за замовчуванням), "marketcap", "tradetime", "datadelay", "volume" [40]. У роботі було використано атрибут "close", який позначає ціну закриття торгів за активом на обрану дату;

"start_date" – параметр, який вказує необхідну початкову дату при вилучені даних та повинен бути представлений в форматі =DATE(yyyy/mm/dd) [40]. В якості початкової дати в даній роботі обрано 2018.01.02.

"num_days or end_date" – параметр, який вказує необхідну кінцеву дату або кількість днів від початкової дати за яку потрібно отримати дані. Цей аргумент синтаксису Google Finance повинен бути представлений в форматі =DATE(yyyy/mm/dd). В якості кінцевої дати в даній роботі обрано 2024.10.31.

"interval" – параметр, який використовується для історичних даних та вказує частоту, тобто інтервали між датами, які вилучаються [40]. У роботі задано щотижневий інтервал.

Динаміку вартості VeChain (VET) за період з 01 січня 2018 р. по 1 листопада 2024 р. (75 щощомісячних спостережень) отримано на основі даних CoinMarketCap [37].

РОЗДІЛ 2
МЕТОДИ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ВАРТОСТІ ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ЛОГІСТИЧНИХ КОМПАНІЙ

2.1 Методи дослідження аномалій динаміки часових рядів

Виявлення аномалій – це проблема яка присутня у великій кількості галузей та включає у себе ідентифікацію нових або несподіваних спостережень або послідовностей у даних. Більшість сучасних методів виявлення аномалій дуже специфічні для окремого випадку застосування, вимагаючи від експерта знання методу, а також ситуації, до якої він відноситься. Незважаючи на походження даних виділяють три типи аномалій у часових рядах: точкові, контекстуальні і колективні аномалії [41-43]. Для фінансових часових рядів найбільш поширеними є колективні аномалії, коли послідовність пов’язаних примірників даних є аномальною по відношенню до цілого набору даних.

У роботі [41] розглянуто такі фактори часових рядів як темпоральність, розмірність, нестаціонарність та шум. Авторами проведено порівняльний аналіз сучасних моделей виявлення глибоких аномалій для часових рядів з використанням декількох еталонних наборів даних, а також запропоновані рекомендації з вибору відповідної моделі та стратегії навчання для виявлення аномалій часових рядів на основі глибокого навчання.

У дослідженні [42] для декількох наборів часових рядів здійснюється порівняння застосування 20 одномірних методів виявлення аномалій, які відносяться до трьох категорій методів: статистичного, машинного та глибокого навчання.

У статті [43] розглядаються підходи до виявлення аномалій у одновимірних та багатовимірних часових рядах, що відносяться до Інтернету речей. Особливу увагу авторами приділено застосуванню для виявлення

аномалій у часових рядах рекурентних нейронних мереж (RNN), мереж з довготривалою пам’яттю (LSTM) та закритих рекурентних одиниць (GNU).

У [44] для виявлення аномалій неконтрольованих часових рядів запропоновано перетворювач аномалій, що містить аномалію-увагу двогілковою структурою для реалізації асоціативної невідповідності. Мінімаксна стратегія використовується для подальшого посилення різниці між нормальними та анормальними часовими точками.

Колектив авторів у [45] розглядає класифікацію викидів у часових рядах (точкові та підпослідовності), а також програмне забезпечення для виявлення викидів у часових рядах на мовах Java, R, Pyton, C++.

У статті [46] дано класифікацію методів та моделей виявлення викидів: традиційні (моделі на основі відстані, статистичні моделі, моделі класифікації, моделі на основі кута) та глибокого навчання (глибоке навчання для вилучення функцій, навчання особливостей представлення нормальності, наскрізне навчання для визначення аномалій). Особливу увагу приділено вибору метрик для оцінювання правильності виявлення викидів, найкращих математичних моделей та методів для вирішення проблеми виявлення викидів в пробних вибірках при управлінні процесами в системах за станом.

Дослідження [47] присвячено застосуванню для виявлення аномалій статистичних методів аналізу даних (аналіз виживання, фрактальний аналіз часових рядів, метод дерева прийняття рішень, кластерний аналіз та ектропійний метод). За результатами імітаційного моделювання мережного трафіку телекомунікаційних мереж різних протоколів з 75% легітимного трафіку та 25% атак було виявлено, що метод дерева рішень є найкращим за ймовірністю ідентифікації аномалій, меншій кількості хибнопозитивних спрацьовувань і часу виявлення аномалій. Метод ентропійного аналізу працює дещо повільніше і дає трохи більше помилкових спрацьовувань, а метод кластерного аналізу дещо гірше виявляє аномалії.

Запропонований у [48] алгоритм виявлення аномалій часових рядів полягає у перетворенні числових значень часового ряду на символи наперед визначеного алфавіту та подальшого виведення правил граматики деякої мови, за якими утворюється даний лінгвістичний ланцюг. Граматика, що виводиться, є лінгвістичною моделлю і являє собою матрицю переходів між станами дискретного марковського процесу. Кожен символ алфавіту у лінгвістичному ланцюгу відповідає стану процесу у даний момент часу. У кожному новому рівні ряду система переходить у інший стан із певною ймовірністю. Авторами дослідження було доведено ефективність застосування запропонованого методу для аналізу часових рядів цін на акції всесвітньовідомих компаній.

Спосіб виявлення аномалій часових рядів фінансових даних, який запропоновано у [49], полягає у виявленні аномалій за допомогою ансамблевого підходу. Для знешумлення вхідного сигналу використовується автокодувальник на основі мережі LSTM, для прогнозування використовується модель ARIMA, для корекції виходу прогнозної моделі – мережа CNN, а як детектор аномалій використовуються довірчі інтервали.

Проте, незважаючи на велику кількість наявних методів виявлення аномалій часових рядів, «слабким» місцем залишається вибір методів, які застосовуються для конкретного часового ряду. Також, необхідно враховувати, що поведінка агентів цифрового фінансового ринку зазнає структурних змін в умовах швидкої зміни ціни криптовалюти, тому практична цінність дослідження полягає у своєчасному виявленні аномалій на ринку для корегування поведінки агентів.

Дослідження аномалій на ринку обраних акцій та криптовалют виконано у середовищі R із використанням бібліотеки timetk [50]. Метод tk_anomaly_diagnostics() для виявлення аномалій реалізує двоетапний процес виявлення викидів у часовому ряді.

На першому кроці відбувається видалення тренду та сезонності за допомогою декомпозиції STL (Seasonal-Trend decomposition using LOESS)

[51]. Декомпозиція видаляє трендову та сезонну компоненти зі спостережних значень, залишаючи залишок для виявлення аномалій. Користувач може управляти двома параметрами: частотою та трендом. Частота регулює сезонну компоненту, а тренд налаштовує вікно тренду як у автоматичному режимі на основі масштабу часового ряду,так й за налаштуваннями користувача. Вся процедура сезонної декомпозиції із використанням STL складається з двох циклів: зовнішнього та внутрішнього. Зовнішній цикл полягає у розрахунку робастних ваг через медіанне абсолютне відхилення. Внутрішній цикл включає у себе розрахунок трендової та сезонної компонент.

Три компоненти аналізу STL пов’язані із необробленим часовим рядом таким чином:

$$y_i = s_i + t_i + r_i, \tag{2.1}$$

де y_i – значення часового ряду у точці i;

s_i – значення сезонної складової часового ряду у точці i;

t_i – значення компоненти тренду часового ряду у точці i.

r_i – значення компоненти залишку часового ряду у точці i.

Аналіз STL має ряд переваг перед класичними методами розкладу часових рядів, SEATS та X11[51]:

а) на відміну від SEATS та X11, STL може працювати із будь-яким типом сезонності, а не тільки із місячними та квартальними даними;

б) сезонна складова може змінюватись у часі, при цьому швидкість зміни може контролюватися користувачем;

в) плавність тренду-циклу також може контролюватись користувачем.

Метод аналізу може бути стійкий до викидів (тобто користувач може вказати стійкий розклад), так що випадкові незвичні спостереження не

вплинуть на оцінки тренду-циклу та сезонної компоненти. Проте вони будуть впливати на компоненти залишку.

До недоліків аналізу STL можна віднести те, що він не обробляє автоматично коливання торгівельного дня або календаря, а також надає можливість тільки адитивних розкладів.

Мультиплікативний розклад можливо отримати, якщо спочатку розкласти дані за логами, а потім обернено перетворити компоненти. Розклади між адитивним та мультиплікативним можна отримати за допомогою перетворення Бокса-Кокса даних при $0 < \lambda < 1$. Значення $\lambda = 0$ відповідає мультиплікативному розкладу, а $\lambda = 1$ еквівалентно адітивному розкладу.

На другому кроці алгоритму для виявлення аномалій використовується внутрішній квартільний діапазон (IQR) +/-25 від медіани. За замовченням параметр, а межі встановлються розширенням базової лінії 25/75 на коефіцієнт [50].

2.2 Методи рекурентного аналізу часових рядів

Для дослідження часових рядів вартості акцій та токенів логістичних компаній в роботі будемо використовувати методику аналізу особливостей динаміки фінансових інструментів фондового ринку засобами рекурентного аналізу, яка містить такі кроки:

а) формування бази вхідних даних;

б) аналіз поведінки досліджуваних часових рядів;

в) визначення часу затримки, вкладеної розмірності часового ряду та побудова рекурентної діаграми;

г) аналіз статистичних характеристик рекурентної діаграми: відсоток рекурентності (%REC), міра детермінізма (%DET), середня довжина діагональних ліній (ADL), максимальна довжина діагональних ліній (MDL), міра ламінарності системи (LAM).

Для визначення часу затримки часового ряду використовується інформаційна функція Avarage Mutual Information (AMI). Показник AMI співпадає із показником часу затримки часового ряду G. При виборі оптимального часу затримки часового ряду G варто враховувати наступне [52]:

– G повинно бути достатньо великим, щоб значення *x(t)* відрізнялось від значення *x(t+G)*;

– але якщо G буде занадто великим то в момент часу *(t+G)* система втратить інформацію про те, що відбувалося в момент часу *t*.

Враховуючи зазначене вище використаємо функцію взаємної інформації (AMI) S, для аналізованого часового ряду, яка враховує нелінійні кореляції [53]:

$$S = -\sum_{ij} p_{ij}(G) \cdot \ln \frac{p_{ij}(G)}{p_i p_j}, \tag{2.2}$$

де $p_{ij}(G)$ – спільна ймовірність потрапляння значення в *i*-й інтервал і час спостереження *t* пізніше потрапляють у *j*-й інтервал;

p_i – ймовірність знайти значення часового ряду на *i*-му інтервалі;

p_j – ймовірність знайти значення часового ряду на *j*-му інтервалі.

Розрахунок оптимального часу затримки часового ряду можна здійснити у середовищі R з використанням бібліотеки *tseriesChaos*.

Для визначення вкладеної розмірності часового ряду використовується метод хибного найближчого сусіда (false nearest neighbor), наведений у роботі [54]. Даний метод полягає у припущенні про те, що при наступних ітераціях сусідні точки фазової траєкторії залишаються досить близькими. Але якщо ж найближчі точки віддаляються одна від одної, то вони називаються хибними найближчими сусідами. Завдання методу полягає у виборі такої розмірності m часового ряду, при якій частка точок, що мають хибних сусідів, зводиться до мінімуму.

Сутність методу визначення хибного найближчого сусіда полягає у наступному: для кожної точки $\vec{s_i}$ часового ряду потрібно знайти найближчого сусіда $\vec{s_j}$ в *m*-мірному просторі. Далі розраховується відстань між обома такими точками $\left\|\vec{s_i} - \vec{s_j}\right\|$ та обчислюється розмірність часового ряду. Для того, щоб перевірити чи є обрана точка *i* хибним сусідом точки *j* необхідно збільшити розмірність фазового простору на одиницю, тобто *m = m + 1*, і проаналізувати зміну відстані між точками і та j:

$$R_i = \frac{\left|s_{i+1} - s_{j+1}\right|}{\left\|\vec{s_i} - \vec{s_j}\right\|}. \tag{2.3}$$

Якщо R_i перевищує деяке задане порогове значення, то точка *i* є хибним сусідом точки *j*. Дана умова перевіряється для всіх точок часового ряду і різних m = 2, 3, …, до тих пір, поки частка точок, для яких R_i перевищує деяке задане порогове значення, буде зведена до нуля. Розрахунок хибних сусідів може бути проведено у середовищі *R* з використанням бібліотеки *fractal*.

Наступним кроком є побудова рекурентної діаграми на основі розрахованих параметрів розмірності та лагу. Рекурентна діаграма є проекцією *m*-мірного псевдофазового простору на поверхню. Нехай точка x_i відповідає точці фазової траєкторії *x(t)*, яка описує динамічну систему в *m*-мірному просторі у момент часу *t=i*, для *i=1,…,N*, тоді рекурентна діаграма являє собою масив точок, де ненульовий елемент з координатами (*i, j*) відповідають випадку коли відстань між x_i та x_j менша за γ:

$$\begin{aligned} &RP_{i,j} = \theta\left(\gamma - \left\|x_i - x_j\right\|\right), \\ &x_i, x_j \in R^m, i, j = 1,..., N, \end{aligned} \tag{2.4}$$

де γ – розмір околу точки x_i,

$\left\| x_i - x_j \right\|$ – відстань між точками,

$\theta(\cdot)$ – функція Хевісайда.

Наступним етапом запропонованої методики є аналіз статистичних характеристик рекурентної діаграми. Даний аналіз дає змогу визначити міри складності структур рекурентних діаграм такі, як: міра рекурентності, відсоток рекурентності, міра детермінізму, середню та максимальну довжину діагональних ліній [54]. Розглянемо більш детально кожен із зазначених параметрів.

Міра рекурентності (RR) показує щільність рекурентних точок, тобто характеризує ймовірність повторення стану системи:

$$\mathrm{RR} = \frac{1}{\mathrm{N}^2} \sum_{i,\, j=1}^{N} R_{i,j}\,, \tag{2.5}$$

де N – число точок фазової траєкторії.

Відсоток рекурентності REC(%) відображає зменшення регулярності поведінки системи та використовується для аналізу динамічної структури часового ряду:

$$REC = \frac{\sum_{l=1}^{N} lP(l)}{N}. \tag{2.6}$$

Якщо значення відсотка рекурентності (%REC) менше за 1%, то говорять про те, що спостерігається чітко визначена (детермінована) динаміка поведінки часового ряду. При регулярній поведінці системи відсоток рекурентності знаходиться в інтервалі від 1% до 5%. Якщо значення відсотка рекурентності лежить у межах від 5% до 20% та більше то це свідчить про те, що динаміка поведінки часового ряду не регулярна та містить шуми. В залежності від параметрів затримки та розмірності фазового простору можна отримати low (%REC ≈ 1% - 3%), moderate (%REC ≈ 5% -

10%) та high (%REC ≈ 15% - 20%) середні значення відсотка рекурентності [55].

Міра детермінізму (%DET) розглядає діагональні лінії рекурентної діаграми. Частотний розподіл довжин l діагональних ліній в рекурентній діаграмі можна записати так: $P^{\gamma}(l)=\{l_i,1,....,N_l\}$, де l_i – довжина *i*-тої діагональної лінії, N_l – кількість діагональних ліній (кожна лінія рахується тільки один раз). Якщо часовий ряд є стохастичним то діагональні лінії рекурентної діаграми є дуже короткими або зовсім відсутніми. А детерміновані часові ряди дають довгі діагоналі та малу кількість окремих рекурентних точок. Міра детермінізму (%DET) визначається за допомогою наступної формули:

$$DET=\frac{\sum_{l=l_{\min}}^{N} lP(l)}{\sum_{l=l_1}^{N} lP(l)}. \qquad (2.7)$$

Показник міри детермінізму характеризує рівень передбачуваності часового ряду.

Діагональні структури показують час, протягом якого ділянка траєкторії підходить досить близько до іншої ділянки траєкторії. Таким чином, ці лінії дозволяють робити висновки щодо розбіжності елементів траєкторії. Такими показниками є середня довжина діагональних ліній (*ADL)* та максимальна довжина діагональних ліній (*MDL)*.

Середня довжина діагональних ліній (ADL) визначається наступними чином:

$$ADL=\frac{\sum_{l=l_{\min}}^{N} lP(l)}{\sum_{l=l_{\min}}^{N} P(l)}. \qquad (2.8)$$

Даний показник характеризує середній час, протягом якого дві ділянки траєкторії проходять близько одна до іншої, і може розглядатися як середній час передбачуваності ряду.

Відповідно, максимальна довжина діагональних ліній (MDL) визначається так:

$$MDL = \max\left(\{l_i; i = 1,..., N_l\}\right). \tag{2.9}$$

Максимальна довжина діагональних ліній характеризує довжину тренду.

Міра ламінарності (LAM) визначається співвідношенням числа рекурентних точок, що утворюють вертикальні лінії, до загального числа рекурентних точок [56]:

$$LAM = \frac{\sum_{v=v_{\min}}^{N} vP(v)}{\sum_{i,j}^{N} RP_{ij}}. \tag{2.10}$$

Величина LAM характеризує наявність затухаючих станів (тобто коли рух системи фазовою траєкторією припиняється або відбувається дуже повільно).

Для простоти при побудові рекурентних діаграм розглядаються рекурсії між точками. Проте, реалізуючи процедури вбудови із затримками між точками, що вбудовуються, можна перевести динаміку у простір більш високої розмірності. Зазвичай для обчислень використовується евклідова норма, а потім розраховуються евклідові відстані між усіма можливими векторами. Якщо відстані виявляються нижчими за порогове значення (епсілон), то вважається, що дана пара векторів повторюється. Для знаходження правильної розмірності вбудови рекомендується використовувати підхід хибного найближчого сусіда. Потім для розмірів вбудови, що перевищують 1, необхідно знайти правильну часову затримку між точками вбудови. Це можна визначити за першим мінімумом у

автокореляційній функції або у першому мінімуму функції взаємної інформації. Зазвичай значення затримки або запізнювання більше одиниці для плавних потоків [57].

На основі аналізу статистичних характеристик рекурентної діаграми можна визначати наявність однорідних процесів з незалежними випадковими значеннями; процеси з повільно мінливими параметрами; періодичні або осцилюючі процеси, відповідні нелінійним системам. Тож, аналіз рекурентної поверхні дозволяє проводити оцінку характеристик нелінійного об'єкта на відносно коротких часових рядах, що дає змогу здійснювати оперативне прийняття рішень щодо управління об'єктом.

2.3 Порогова модель авторегресії часових рядів

Метою аналізу часового ряда $x(t)$ є дослідження його динамічної залежності, а загальна модель для x має вигляд [58]

$$x_t = f(x_{t-1}, x_{t-2}, \dots, a_t), \tag{2.11}$$

де $f(\cdot)$ – це чітко визначена функція із дійсними значеннями;

a_t – незалежна послідовність випадкових величин із нульовим середнім значенням та дисперсією σ_a^2.

Величина a_t часто називається інновацією системи у момент часу t та передбачається, що $0 < \sigma_a^2 < \infty$. Наприклад, якщо $f(\cdot) = \varphi_0 + \varphi_1 x_{t-1} + a_t$, то $x(t)$ є часовим рядом AR(1). Якщо $f(\cdot)$ є нелінійною функцією, то $x(t)$ відповідає нелінійній моделі часового ряду. Для багатьох додатків динамічна система $f(\cdot)$ залежить тільки від скінченного числа минулих значень та її можна записати як $f(\cdot) = f(x_{t-1}, \dots, x_{t-p}, a_t)$, де p – додатне чіле число.

Для заданого часового індексу t часовий ряд x_t є випадковою

величиною. Вивчення властивості x_t можливе вилученням випадкових змінних із функції розподілу ймовірностей. Нехай $\left\{x_t^{(1)}, x_t^{(2)}, \dots, x_t^{(m)}\right\}$ є випадковою вибіркою x_t, де m означає обсяг вибірки. Тоді середнє значення x_t можна оцінити як $\widehat{\mu_t} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} x_t^{(i)}$ за умови, що існує середнє значення $E(x_t) = \mu_t$. Далі, фіксуючи верхній індекс, формується вибірковий часовий ряд $\left\{x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, x_3^{(1)} \dots\right\}$, який позначається як $\left\{x_t^{(1)}\right\}$. Це називається реалізацією часового ряду $\{x_t\}$. Розглядаючи m реалізацій спільно маємо ансамбль $\left\{x_t^{(i)} \middle| t = 1, \dots; i = 1, \dots, m\right\}$ часового ряду x_t. Такий ансамбль можна використовувати для вивчення властивостей ряду.

За умови, що часовий ряд x_t є слабо стаціонарним, то $E(x_t) = \mu$ та не залежить від t. Тоді кожну точку x_t можливо розглядати як оцінку середнього μ та об'єднати оцінки разом, щоб сформувати об'єднану оцінку μ, наприклад, $\hat{\mu} = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} x_t$ – середнє за часом. Статистична теорія, яка надає обґрунтування для об'єднання оцінок у часі, називається ергодичною теоремою. Ергодичність, по суті, гарантує, що закон великих чисел продовжує діяти для залежних даних часового ряду за певних умов. Для нелінійних часових рядів x_t встановлення умов ергодичності залежить від моделі.

Модель TAR (Threshold autoregressive models) широко використовується для моделювання нелінійних часових рядів. Вона є розширенням моделі кусочно-лінійної регресії (або сегментованої лінійної регресійної моделі) зі структурними змінами, що відбуваються у пороговому просторі. У літературі з часових рядів модель TAR було запропоновано Тонгом у 1978 році та широко використовується з моменту публікації 1980 року Тонга і Ліма [59].

Розглянемо дворежимну модель TAR. Часовий ряд x_t відповідає дворежимній моделі TAR порядка p із пороговою змінною x_{t-d}, якщо він задовольняє [58]

$$x_t = \begin{cases} \varphi_0 + \sum_{i=1}^{p} \varphi_i x_{t-i} + \sigma_1 \varepsilon_t, \text{якщо } x_{t-d} \le r, \\ \theta_0 + \sum_{i=1}^{p} \theta_i x_{t-i} + \sigma_2 \varepsilon_t, \text{якщо } x_{t-d} > r, \end{cases} \quad (2.12)$$

де ε_t – послідовність випадкових величин із нульовим середнім значенням та одиничною дисперсією,

φ_i та θ_i – дійсні параметри для деякого i ($\varphi_i \neq \theta_i$),

d – додатне ціле число, яке означає затримку,

r – поріг.

Передбачається, що величина ε_t розподілена за нормальним законом N(0, 1). Порядок p використовується для зручності однаковий для обох режимів.

Модель TAR у рівнянні (2.12) можливо також записати як

$$x_t = \varphi_0 + \sum_{i=1}^{p} \varphi_i x_{t-i} + \sigma_1 \varepsilon_t + I(x_{t-d} > r)(\beta_0 + \sum_{i=1}^{p} \beta_i x_{t-i} + \gamma \varepsilon_t), \quad (2.13)$$

де $I(x_{t-d} > r) = 1$, якщо $x_{t-d} > r$ та 0 у протилежному випадку,

$\beta_i = \theta_i - \varphi_i$ для $i = 0, \dots, p$,

$\gamma = \sigma_2 - \sigma_1$.

Таким чином, структурна зміна моделі при $x_{t-d} = r$ є очевидним при β_i, що означає зміну коефіцієнта i. Порогова модель має сенс для опису часової еволюції показника.

Розглянемо найпростішу дворежимну модель [58]

$$x_t = \begin{cases} \varphi_1 x_{t-1} + \sigma_1 \varepsilon_t, \text{якщо } x_{t-1} \le 0, \\ \theta_1 x_{t-1} + \sigma_2 \varepsilon_t, \text{якщо } x_{t-1} > 0, \end{cases} \quad (2.14)$$

де затримка $d = 1$, поріг r дорівнює нулю, а ε_t – послідовність випадкових величин із нульовим середнім значенням, одиничною дисперсією та додатною фунцією розподілу ймовірності. Скелет цієї простої моделі

$$f(x_{t-1}) = \begin{cases} \varphi_1 x_{t-1}, \text{ якщо } x_{t-1} \leq 0, \\ \theta_1 x_{t-1}, \text{ якщо } x_{t-1} > 0. \end{cases} \quad (2.15)$$

Оскільки x_0 може передбачати будь-яке дійсне число, то для хорошого визначення часового ряду x_t необхідно $\varphi_1 < 1$ та $\theta_1 < 1$. У протилежному випадку можуть знайтись деякі x_0, для яких рекурсивні заміни $f(\cdot)$ призводять до викидів. Це пояснюється тим, що стаціонарна область для лінійної моделі AR(1) дорівнює $-1 < \varphi_1 < 1$. З іншого боку, перемикання між двох режимів створює нову можливість для моделей TAR. Виявляється, ергодична область дворежимної моделі TAR у рівнянні (2.14) задається умовами:

а) $\varphi_1 < 1$;

б) $\theta_1 < 1$;

в) $\varphi_1 \theta_1 < 1$.

Умова в) гарантує, що відповідний скелет моделі у рівнянні (2.15) залишиться стабільним для будь-якого довільного початкового значення.

Скелет дворежимної моделі TAR також залежить від параметра затримки d. Загальна дворежимна модель TAR (1) має вигляд [58]:

$$x_t = \begin{cases} \varphi_1 x_{t-1} + \sigma_1 \varepsilon_t, \text{якщо } x_{t-d} \leq 0, \\ \theta_1 x_{t-1} + \sigma_2 \varepsilon_t, \text{якщо } x_{t-d} > 0, \end{cases} \quad (2.16)$$

де $d > 1$.

Для цієї конкретної моделі виявлено, що геометричними ергодичними умовами моделі є:

а) $\varphi_1 < 1$;

б) $\theta_1 < 1$;

в) $\varphi_1^{s(d)} \theta_1^{t(d)} < 1$ та $\varphi_1^{t(d)} \theta_1^{s(d)} < 1$, де $s(d)$ та $t(d)$ – функції від параметру затримки d.

У загальному випадку умови ергодичності для моделі TAR отримати складно. А скелет моделі даної TAR можна легко отримати за допомогою рекурсивних підстановок. Для отримання статистичних властивостей стаціонарних моделей TAR застосовують моделювання (симуляцію).

Узагальнення дворежимних моделей TAR на множинні режими є простим. Для додатного кінцевого цілого числа $m > 1$, нехай $\{r_i | i = 0, \dots, m\}$ – послідовність дійсних чисел, що задовольняє

$$r_0 = -\infty < r_1 < r_2 < \cdots < r_{m-1} < r_m = \infty,$$

де $-\infty$ та ∞ для спрощення розглядаються як дійсні числа. Часовий ряд x_t відповідає m-режимній моделі TAR(p) з пороговою змінною x_{t-d}, де $d > 0$, якщо виконується [59]

$$x_t = \begin{cases} \varphi_{0,1} + \sum_{i=1}^{p} \varphi_{i,1} x_{t-i} + \sigma_1 \varepsilon_t \text{ , якщо } x_{t-d} \le r_1, \\ \varphi_{0,2} + \sum_{i=1}^{p} \varphi_{i,2} x_{t-i} + \sigma_2 \varepsilon_t \text{ , якщо} r_1 < x_{t-d} \le r_2, \\ \dots \\ \varphi_{0,m} + \sum_{i=1}^{p} \varphi_{i,m} x_{t-i} + \sigma_m \varepsilon_t \text{ , якщо } x_{m-1} < x_{t-d}, \end{cases} \quad (2.17)$$

де σ_i. – додатні дійсні числа,

ε_t – послідовність випадкових величин розподілена за законом N(0, 1),

$\varphi_{i,j}$ – дійсні параметри.

Поліном $\varphi_j(B) = 1 - \varphi_{1,j} B - \cdots - \varphi_{p,j} B^p$ називається AR-поліномом для j-го режиму. Модель у рівнянні (2.17) можна записати у компактній формі як

$$x_t = \varphi_{0,j} + \varphi_{1,j} x_{t-1} + \cdots + \varphi_{p,j} x_{t-p} + \sigma_j \varepsilon_t, \text{якщо } r_{j-1} < x_{t-d} < r_j \quad (2.18)$$

де $j = 1, \dots, m$.

Нехай $\varphi_j = (\varphi_{0,j}, \varphi_{1,j}, \dots, \varphi_{p,j}, \sigma_j)'$ означає вектор параметрів, пов'язаних із режимом j. Для сенсу моделі із рівняння (2.18) необхідно щоб $\varphi_i \neq \varphi_j$. якщо $i \neq j$. Умови геометричної ергодичності m-режимної моделі TAR(p) відносно складні, але передумува, що ε_t є неперервною випадковою величиною з носієм $(-\infty, \infty)$ спрощує розв'язок. Основна ідея полягає у тому, що часовий ряд x_t має відвідувати кожен режим нескінченно часто, тому стаціонарний розподіл x_t не вироджений. Також існує достатня умова. Нехай $c_i = max\{|\varphi_{i,j}|, j = 1, \dots, m\}$ для $i = 1, \dots, p$ та функція щільності ймовірності ε_t позитивна на всій дійсній прямій, то процес TAR x_t у рівнянні (2.18) геометрично ергодичний за умови, що всі корені характеристичної функції $\lambda^p - c_1\lambda^{p-1} - \dots - c_{p-1}\lambda - c_p = 0$ знаходиться у середині одиничної окружності. Більшіть додатків моделі TAR фокусуються на $m = 2$ або $m = 3$.

Оцінка моделей TAR часто здійснюється за допомогою нелінійного метода найменших квадратів [58]. Проте властивості одержаних оцінок складно встановити. По суті, граничні властивості оцінок методом найменших квадратів доступні лише для дворежимної моделі TAR(p). Передбачається, що аналогічні результати можуть бути отримані й для багаторежимних моделей TAR.

Для дворежимних моделей TAR часто розпочинають процедуру вибору моделі, постулюючи порядок для авторегресії p та передбачають, що затримка d задовольняє умові $1 \leq d \leq p$. Крім того, також передбачають, що поріг r передбачає певне значення впорядкованої статистики даних. Впорядковану статистику даних позначимо [58]

$$x_{(1)} \leq x_{(2)} \leq \dots \leq x_{(n)} \leq x_{(n+1)} \leq \dots \leq x_{(T)}.$$

Передбачається, що $r\epsilon\{x_{(l)}, x_{(l+1)}, \dots, x_{(u)}\}$, де $l = [\alpha T]$ та $u = [(1-\alpha)T]$ з $0 < \alpha < 0{,}3$, $[z]$ означає цілу частину дійсного числа z. За замовчуванням для моделювання TAR у статистичних пакетах $\alpha = 0{,}05$. Вибір α може також

залежати від балансування числа спостережень у кожному режимі.

При заздалегідь заданих максимальних порядках AR p та α можливо обрати затримку d, порог r, порядок p_i для кожного режиму та вторегресійні коефіцієнти, використовуючи інформаційний критерій, наприклад, інформаційний критерій Акаїке (AIC) для відібраних моделей-кандидатів. Розрахунки можуть бути інтенсивними, але можуть бути легко виконані з використанням певних рекурсивних процедур [58].

Побудова багаторежимних моделей TAR потребує компромісу між кількістю режимів та індивідуальним режимом. На практиці число режимів часто передбачають невеликим (наприклад, $m < 3$). Якщо модель із трьома режимами стає правдоподібною, то можна використовувати різні інструменти аналізу для пошуку можливих місцезнаходжень порогів. Наприклад, рекурсивного методу найменших квадратів для оцінки впорядкованої регресії та побудови графіків отриманих оцінок коефіцієнтів авторегресії для визначення можливих порогових оцінок або непараметричного методу (поліноміальна підгонка).

Прогнози моделі TAR можуть бути отримані моделюванням. Розглянемо прогнозування на прикладі дворежимної моделі (2.12). Нехай n – початок прогнозу. Зазвичай $n = T$ – розміру вибірки. Параметр l – горизонт прогнозу, тобто прогнозується значення x_{n+l} на основі даних $(x_n, x_{n-1}, \dots)$. Точковий прогноз x_{n+l} позначається $x_n(l)$, а пов'язана із прогнозом похибка – $e_n(l)$. Для отримання прогнозів використовується критерій мінімальної середньоквадратичної похибки.

Для $d \geq 1$ легко обчислити прогнозування моделі TAR на один крок вперед [58]. Це можливо, оскільки спостерігається значення порогової змінної x_{n+1-d}. Якщо $x_{n+1-d} \leq r$, то

$$x_n(1) = \varphi_0 + \sum_{i=1}^{p} \varphi_i x_{n+1-i}, \quad e_n(1) = \sigma_1 \varepsilon_{n+1}. \tag{2.19}$$

При нормальному розподілі, прогноз у інтервалі у 95% довіри для x_{n+1} дорівнює $x_n(1) \pm 1{,}96\sigma_1$. Якщо $x_{n+1-d} > r$, то

$$x_n(1) = \theta_0 + \sum_{i=1}^{p} \theta_i x_{n+1-i}, \quad e_n(1) = \sigma_2\, \varepsilon_{n+1}. \tag{2.20}$$

Відповідно, прогноз у інтервалі у 95% довіри для x_{n+1} дорівнює $x_n(1) \pm 1{,}96\sigma_2$.

У випадку двокрокового прогнозування для порогової змінної x_{n+2-d}, якщо $x_{n+2-d} \le r$, то

$$x_n(2) = \varphi_0 + \varphi_i x_n(1) + \sum_{i=2}^{p} \varphi_i x_{n+2-i}, \quad e_n(2) = \varphi_1 e_n(1) + \sigma_1\, \varepsilon_{n+2}. \tag{2.21}$$

Якщо $x_{n+2-d} > r$, то

$$x_n(2) = \theta_0 + \theta_1 x_n(1) + \sum_{i=2}^{p} \theta_i x_{n+2-i}, \quad e_n(1) = \theta_1 e_n(1) + \sigma_2\, \varepsilon_{n+2}. \tag{2.22}$$

Якщо x_{n+2-d} не спостерігається, то для прогнозів потрібно моделювання.

У загальному випадку для розрахунку прогнозів моделі TAR зручно використовувати симуляцію. Для отримання надійних прогнозів необхідно зробити кілька ітерацій за процедурою для m ітерацій ($j = 1, \dots, m$):

а) задамо l випадкових величин $\varepsilon_{n+1}^{(j)}, \dots, \varepsilon_{n+l}^{(j)}$ із розподілу ε_t, який зазвичай розподілено за нормальним законом із нульовим середнім да одиничною дисперсією;

б) для $t = n+1, \dots, n+l$ використаємо модель TAR та знайдемо $\left\{\varepsilon_{n+i}^{(j)}\right\}$ для генерації реалізації $x_{n+1}^{(j)}, \dots, x_{n+l}^{(j)}$ для кожної j-тої ітерації.

Наприкінці обчислимо точкові прогнози та відповідні їм варіації для $i = 1, \dots, l$:

$$\overline{x_n}(i) = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} x_{n+i}^{(j)}, \quad Var[e_n(i)] = \frac{1}{m-1}\sum_{j=1}^{m}\left[x_{n+i}^{(j)} - \overline{x_n}(i)\right]^2. \quad (2.23)$$

Моделі TAR можуть бути поширені на багатовимірний випадок. Також, науковцями досліджені порогові моделі ковзного середнього.

РОЗДІЛ 3
АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ ВАРТОСТІ ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ЛОГІСТИЧНИХ КОМПАНІЙ

3.1 Аналіз динаміки акцій логістичних компаній на фондовому ринку

Розглянемо динаміку вартості акцій двох логістичних компаній: United Parcel Service, Inc. (США, NYSE: UPS) [60] та FedEx Corp (США, NYSE: FDX) [61] на основі даних сервісу Google Finance. Вибір компаній обумовлено їх лідуючими позиціями у рейтингу Zen Score журналу Wall Street Journal. Значення вихідних даних розміщено у Додатку А.

На рис. 3.1 представлено динаміку вартості NYSE:UPS за період з 01 січня 2018 р. по 31 жовтня 2024 року (1737 щоденних спостережень) на основі даних Google Finance. Для побудови графіку використано бібліотеку *ggplot2* середовища R.

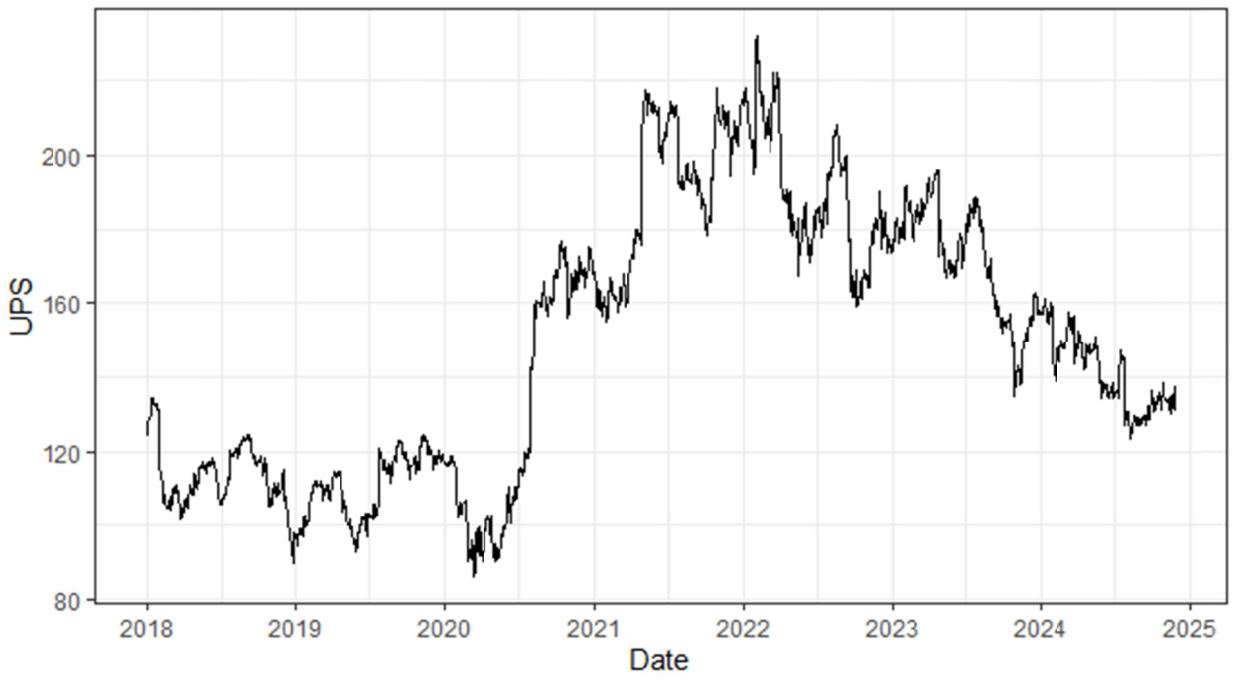


Рисунок 3.1 – Динаміка вартості NYSE:UPS у 2018–2024 рр., $USA

Джерело: побудовано автором на основі [60]

Зростання курсу акцій NYSE:UPS на 235,4%, у період з 03 квітня 2020 р. по 21 травня 2021 р. пов'язане із зростанням електронної торгівлі під час локдаунів COVID-19 (перший нокдаун у США розпочався 31 березня 2020 р.).

На рис.3.2 представлено динаміку вартості NYSE:FDX за період з 01 січня 2018 р. по 31 жовтня 2024 року (1737 щоденних спостережень) на основі даних Google Finance [61]. Зростання курсу акцій NYSE:FDX на 283,5% у період з 03 квітня 2020 р. по 21 травня 2021 р. пов'язане із зростанням електронної торгівлі під час локдаунів COVID-19.

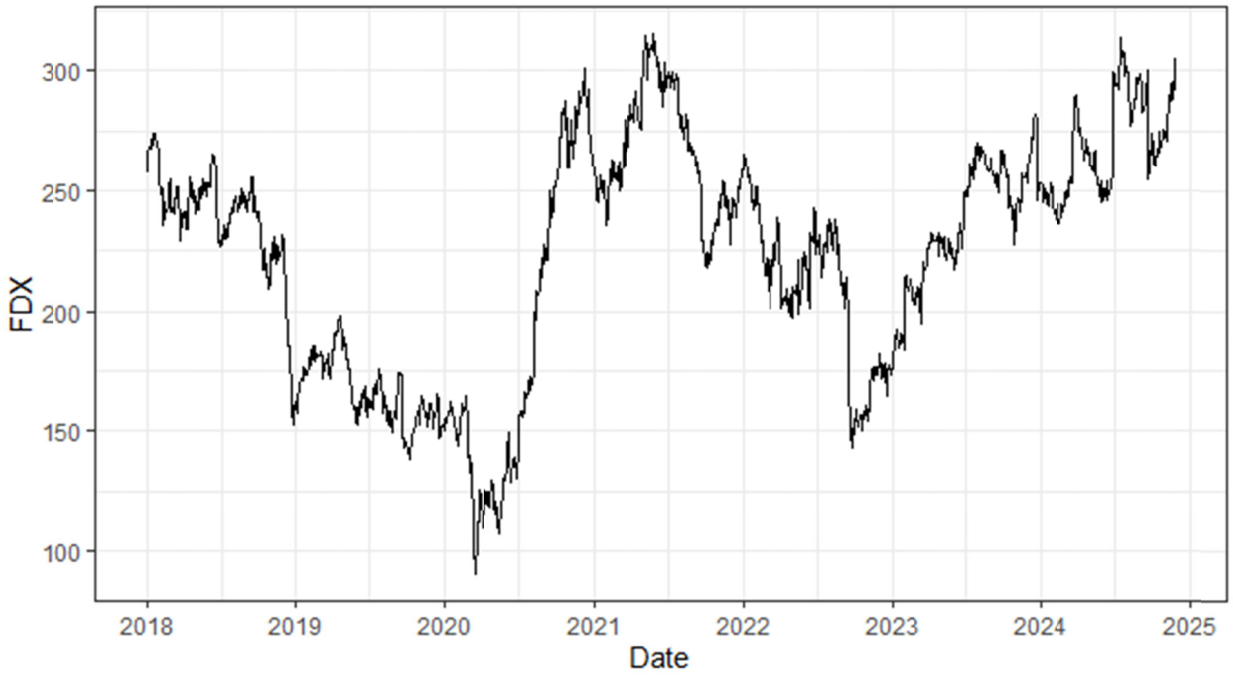


Рисунок 3.2 – Динаміка вартості NYSE: FDX у 2018–2024 рр. , $USA

Джерело: побудовано автором на основі [61]

Після вересня 2022 р. обидві компанії зіткнулися із охолодженням попиту, пов'язаним із переукладанням компаніями контрактів із американськими та канадськими профспілками автомобільних перевізників (International Brotherhood of Teamsters) та зі зростанням витрат на робочу силу [62].

Дослідження аномалій на ринку обраних акцій виконаємо у середовищі R із використанням бібліотеки *timetk* [50]. Метод *tk_anomaly_diagnostics()* для виявлення аномалій реалізує двоетапний процес виявлення викидів у часовому ряді.

На першому кроці відбувається видалення тренду та сезонності за допомогою декомпозиції STL (Seasonal-Trend decomposition using LOESS) [51], а на другому кроці для виявлення аномалій використовується внутрішній квартільний діапазон (IQR) +/-25 від медіани. За замовченням параметр $\alpha = 0,05$, а межі встановлюються розширенням базової лінії 25/75 на коефіцієнт $IQR = \frac{0.15}{\alpha} = 3$ [50].

Результат декомпозиції часового ряду динаміки вартості NYSE:UPS наведено на рис. 3.3.

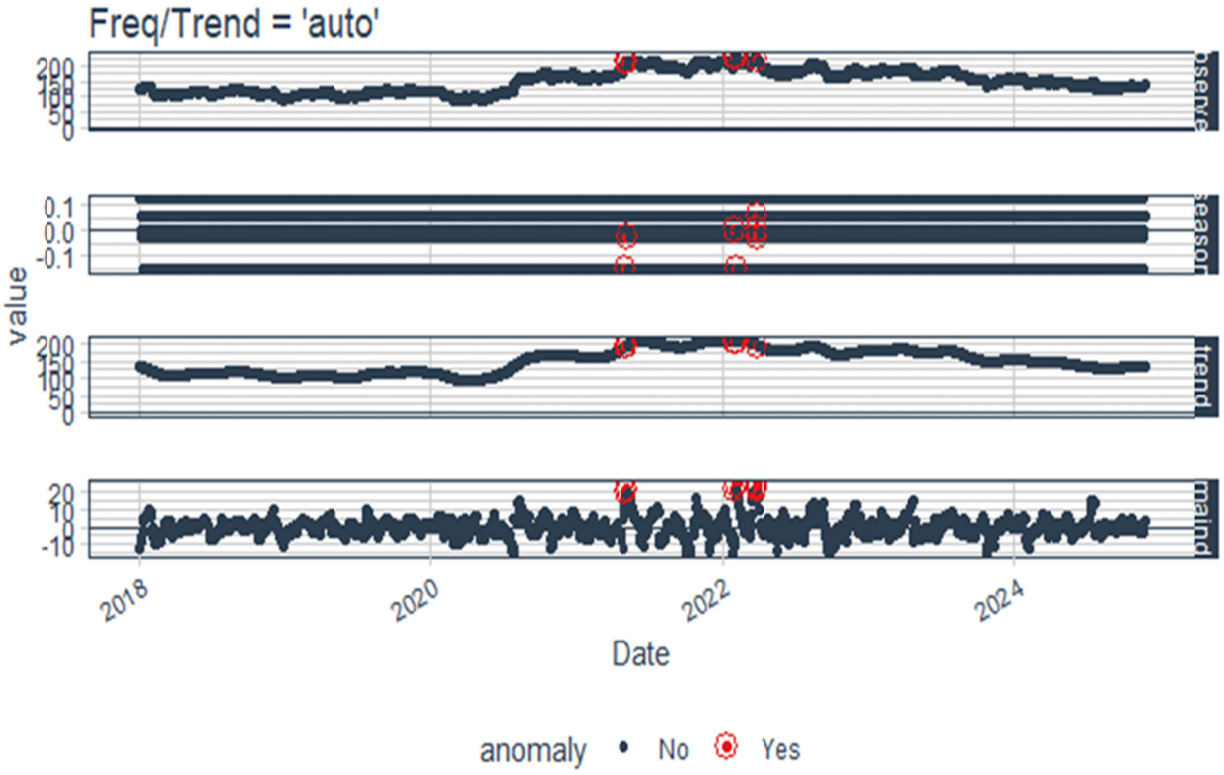


Рисунок 3.3 – Декомпозиції часового ряду динаміки вартості NYSE:UPS

Джерело: побудовано автором на основі [60]

Застосування методу виявлення аномалій для часового ряду NYSE:UPS виявило 3 аномальні значення, що склало 0,17% даних, що розглядалися. На рис.2.4 аномальні значення позначено червоними точками.

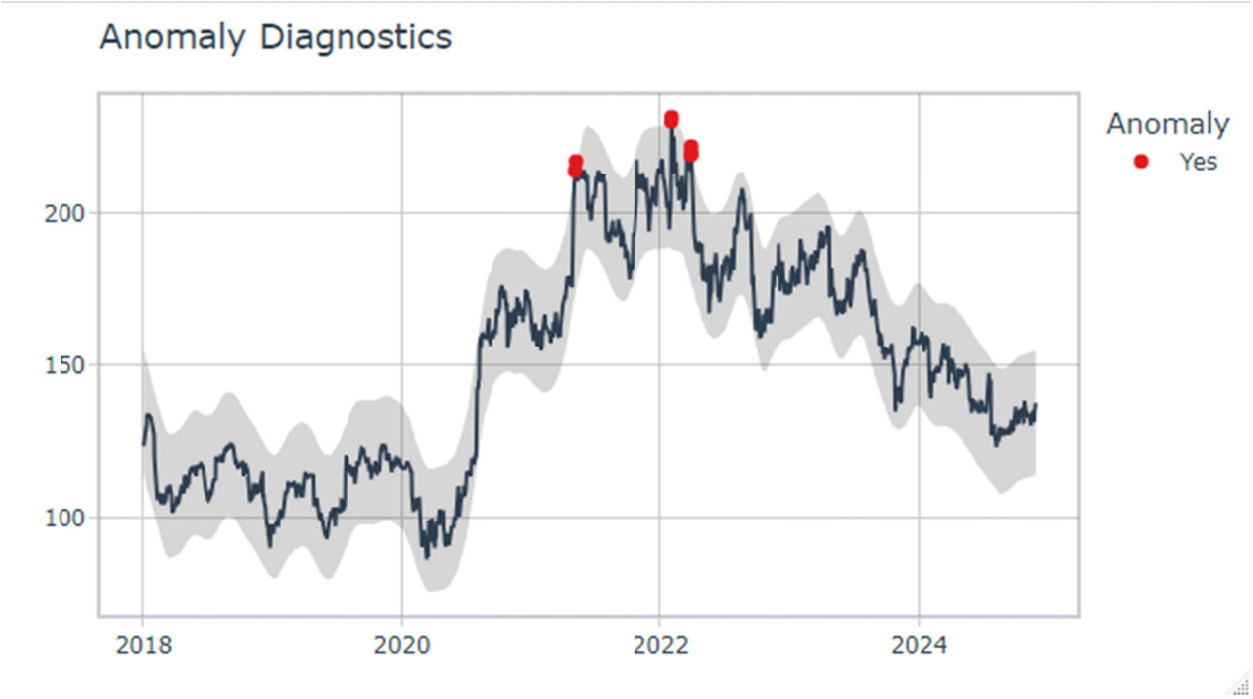


Рисунок 3.4 – Аналіз аномалій вартості NYSE: UPS

Джерело: побудовано автором на основі [60]

Довготривалі (тиждень та більше) аномальні періоди відсутні. Виявлено, що аномальними періодами за вартістю акції NYSE:UPS є: 2 лютого 2022 р. (232,11$), 29 березня 2022 р. (222,45$) та 30 березня 2022 р. (220,2$). Ці піки пов'язано із підвищенням тарифів на поштові перевезення у січні 2022 р. з огляду на інфляцію. І UPS, і FedEx оголосили про зростання тарифів у цілому на 5,9% [63].

Компанія UPS у першому кварталі 2022 р. обробила менше пакетів, ніж очікувалось в основному через падіння обсягів електронної комерції [64].

Результат декомпозиції часового ряду динаміки вартості NYSE:FDX наведено на рис. 3.5.

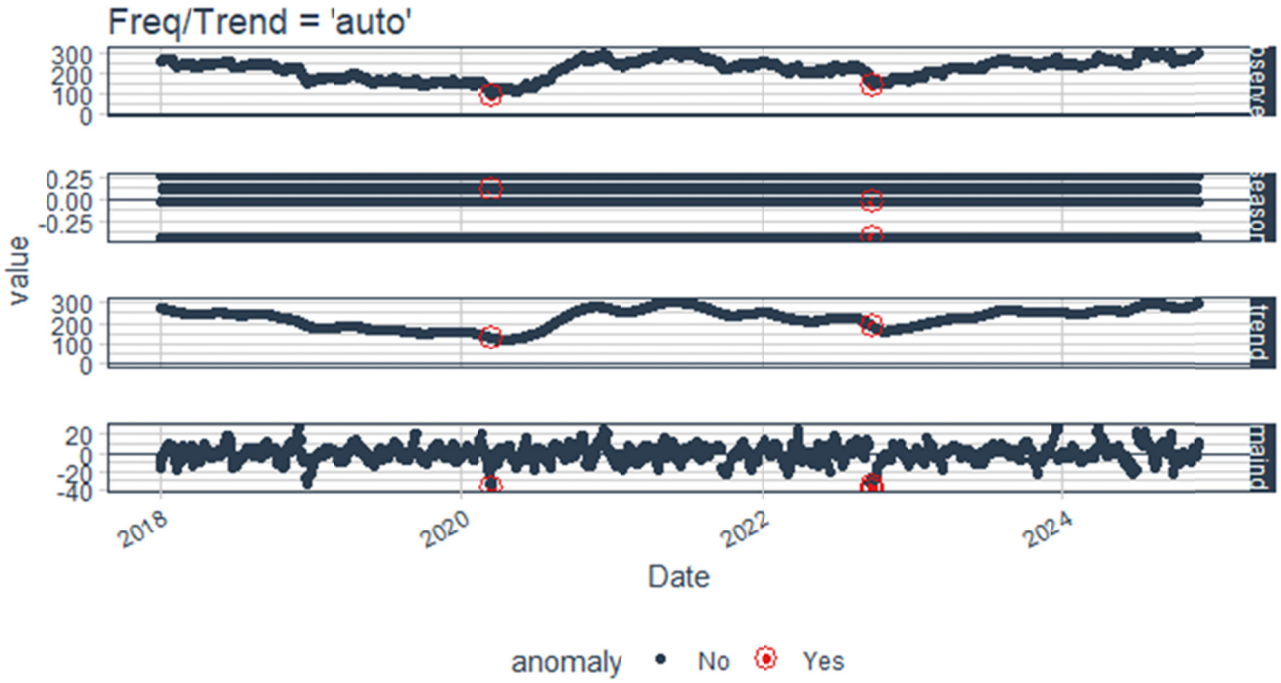


Рисунок 3.5 – Декомпозиції часового ряду динаміки вартості NYSE:FDX

Джерело: побудовано автором на основі [61]

Застосування методу виявлення аномалій для часового ряду NYSE:FDX виявило 2 аномальних значення, що склало 0,12% даних, що розглядалися (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Аномалії NYSE:FDX у 2020-2024 рр.

Аномальні періоди	Ціна, дол. США
16.03.2020	90,49
26.09.2022	142,9

Джерело: побудовано автором на основі [61]

У березні 2020 р. світові ринки досягли мінімуму у зв'язку із розповсюдженням COVID-19. У цей період компанія FedEx призупинила дію гарантій повернення грошей за несвоєчасне відправлення, пояснивши, що обмеження на роботу та подорожі негативно впливають на її здатність відповідати стандартам обслуговування [65].

На рис.3.6 аномальні значення NYSE:FDX позначено червоними точками.

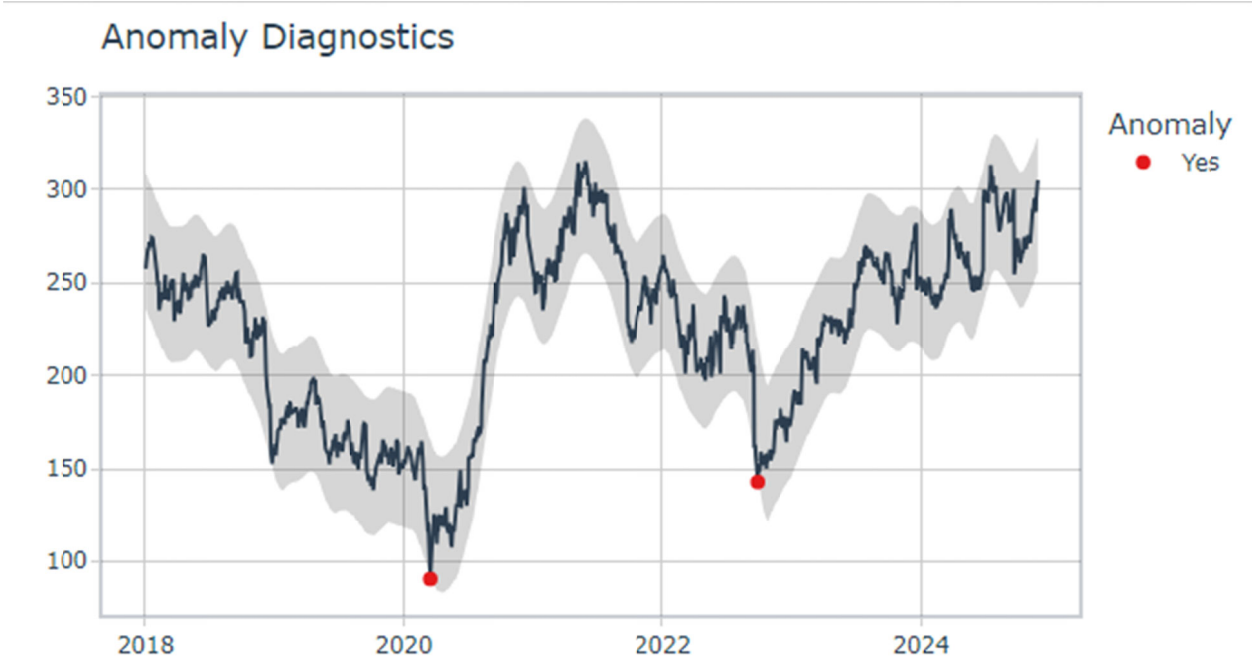


Рисунок 3.6 – Аналіз аномалій вартості NYSE: FDX

Джерело: побудовано автором на основі [61]

Аномальні коливання вартості акцій FedEx у вересні 2022 р. пояснюються нестабільними макроекономічними умовами, повільним поповненням запасів роздрібних продавців та зниженням попиту з боку найбільшого клієнта – Поштової служби США (USPS). За даними [66], ця компанія перенаправляла більше відправлень з авіаперевезень з високою націнкою на наземні служби.

Зростання вартості акцій FedEx у березні 2024 р. пов'язано із публікацією звіту про прибутки компанії у першому кварталі 2024 р. – зростання операційної маржі на 2,5% порівняно з 1,2% у першому кварталі 2023р. [67].

Розглянемо поведінку часових рядів обраних логістичних компаній використовуючи рекурентні діаграми.

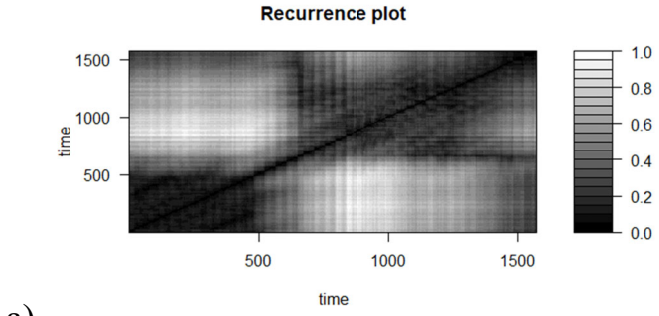
Розрахуємо показники першого локального мінімуму інформаційної функції Avarage Mutual Information (AMI) та вкладеної розмірності часового ряду, використовуючи метод хибного найближчого сусіда (FNN). Результати розрахунків наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Характеристики фазового простору акцій логістичних компаній

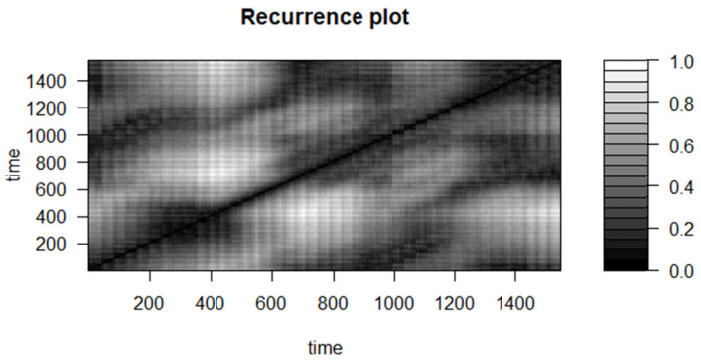
Назва активу	Затримка часового ряду (d)	Вкладена розмірність (m)
NYSE: UPS	41	5
NYSE: FDX	38	6

Джерело: побудована автором на основі даних [60, 61]

На основі знайдених показників будуємо рекурентні діаграми (рис. 3.7), використовуючи бібліотеки мови R *tseriesChaos* та *fractal*.



а)



б)

Рисунок 3.7 – Рекурентні діаграми вартості акцій логістичних компаній: а) NYSE: UPS, б) NYSE: FDX за період 2018-2024 рр.

Джерело: побудована автором на основі даних [60, 61]

Топологія рекурентних діаграм для акцій логістичних компаній, що розглядаються, показує різкі зміни у динаміці системи, що обумовлює появу контрастних білих областей або смуг.

Для акцій компанії United Parcel Service, Inc. спостерігається поступова зміна параметрів поведінки, виявлено дрейф атрактору (білі лівий верхній та правий нижній кути діаграми, діагональна лінія).

Топологія рекурентної діаграми для акцій компанії FedEx Corp містить короткі діагональні смуги, що свідчить про стохастичність поведінки компанії на логістичному ринку та повернення траєкторії у одну й ту ж саму область фазового простору у різні періоди часу.

Проаналізуємо статистичні характеристики рекурентних діаграм. Це надасть можливість розрахувати за формулами (2.5) – (2.10) міри складності структур рекурентних діаграм, такі як міра рекурентності (RR), відсоток рекурентності (%REC), міру детермінізму (%DET), середню (ADL) та максимальну довжину (MDL) діагональних ліній рекурентної діаграми, міру ламінарності системи (LAM). Значення цих якісних характеристик представлено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Статистичні характеристики рекурентних діаграм акцій логістичних компаній

Назва активу	%REC	%DET	ADL	MDL	LAM
NYSE: UPS	25,54	98,29	22,35	1572	0,99
NYSE: FDX	7,01	95,10	10,35	994	0,97

Джерело: побудована автором на основі даних [60, 61]

Оскільки значення відсотку рекурентності (%REC) для діаграм курсу акцій NYSE: UPS та NYSE: FDX становить більше 5%, то можна зробити висновок про нерегулярність динаміки поведінки часових рядів акцій цих двох компаній. Для акцій NYSE: UPS середнє значення проценту рекурентності відноситься до рівня high, для акцій NYSE: FDX – moderate.

Міра детермінізму (%DET), яка характеризує рівень передбачуваності часового ряду, для обох акцій, що розглядаються, становить більше 90%.

За результатами розрахунків, найменша середня довжина діагональних ліній (ADL) або найменший середній час передбачуваності у днях має часовий ряд NYSE: FDX (10,35 пунктів), найбільший – NYSE: UPS (22,35 пунктів).

Найкоротшу максимальну довжину діагональних ліній (MDL) або найкоротшу довжину тренду у днях має часовий ряд NYSE: FDX (994 пункти), а найдовший – NYSE: UPS (1572 пункти).

Міра ламінарності (LAM) для обох акцій логістичних компаній вища за 0,95, що свідчить про активний рух системи фазовою траєкторією).

Побудуємо для часових рядів вартості акцій логістичних компаній нелінійні авторегресійні моделі із використанням бібліотеки *tsDyn* мови R. Це пакет для оцінки ряду нелінійних моделей, які відносяться до класу NLAR(m) –NonLinear AutoRegressive порядку m [68].

Дискретно-часовий одновимірний стохастичний процес породжується

$$X_{t+s} = f\left(X_t, X_{t-d}, \dots, X_{t-(m-1)d};\ \theta\right) + \varepsilon_{t+s}\ , \qquad (3.1)$$

де m – вкладена розмірність,

d – затримка часового ряду,

s – крок прогнозування,

θ – вектор параметрів, що визначає форму функції, який оцінюється на основі емпіричних даних.

Вибір моделі для часових рядів будемо здійснювати серед таких моделей бібліотеки: “linear”, “nnetTs”, “setar”, “lstar”, “aar”. Модель “linear” – це класична AR(m) модель, специфікація якої не потребує додаткових параметрів. Модель “nnetTs” – це рекурентна нейронна модель із бібліотеки *nnet*. Модель “setar” є пороговою авто регресійною моделлю. Модель “lstar” є

узагальненням моделі “setar”. А модель “aar” є непараметричною адитивною моделлю.

На попередньому етапі, під час побудови рекурентної діаграми, були розраховані вкладена розмірність (m) та затримка часового ряду (d). Для часового ряду NYSE: UPS вкладена розмірність $m = 5$, а затримка часового ряду $d = 41$. Бібліотека *tsDyn* мови R дозволяє працювати із затримкою, яка не перевищує вкладеної розмірності, тому у подальших розрахунках будемо використовувати тільки значення вкладеної розмірності. А модель рекурентної нейронної мережі “nnetTs” матиме один прихований слой із двома персептронами.

Для автоматичного порівняння використаємо лінійні та нелінійні моделі:

R код

```
mod_UPS <- list()
mod_UPS [["linear"]] <- linear(UPS_ts, m=5)
mod_UPS [["setar"]] <- setar(UPS_ts, m=5,  thDelay=1)
mod_UPS [["lstar"]] <- lstar(UPS_ts, m=5, thDelay=1)
```

Відповідь

```
Using maximum autoregressive order for low regime: mL = 5
Using maximum autoregressive order for high regime: mH = 5
Performing grid search for starting values...
Starting values fixed: gamma =  100 , th =  197.7741 ; SSE =  12330
Grid search selected lower/upper bound gamma (was:  1 100 ]).
                                        Might try to widen bound with arg: 's
tarting.control=list(gammaInt=c(1,200))'
Optimization algorithm converged
Optimized values fixed for regime 2  : gamma =  100.0006 , th =  197.7673 ; S
SE =  12329.76
```

R код

```
mod_UPS [["nnetTs"]] <- nnetTs(UPS_ts, m=5,  size=2)
```

Відповідь

```
Попередження:
В nnetTs(UPS_ts, m = 5, size = 2) :
  Fitted model seems to lead poor result. Please check result.
```

R код

```
mod_UPS [["aar"]] <- aar(UPS_ts, m=5)
```

Тепер об’єкт mod_UPS містить маркований перелік підігнаних моделей nlar. Якість моделей можна порівняти за показниками AIC та MAPE. Порівняємо якість моделей за MAPE:

R код

```
sapply(mod_UPS, MAPE)
```

Відповідь

```
    linear      setar      lstar     nnetTs        aar
0.01227265 0.01222382 0.01224939 0.23135534 0.01215976
```

Найменше значення за MAPE має модель “aar”. Переглянемо її детальніше:

R код

```
summary(mod_UPS [["aar"]])
```

Відповідь

```
Non linear autoregressive model

AAR model

Family: gaussian
Link function: identity

Formula:
y ~ s(V1.0, bs = "cr") + s(V1..1, bs = "cr") + s(V1..2,
    bs = "cr") + s(V1..3, bs = "cr") + s(V1..4, bs = "cr")

Estimated degrees of freedom:
8.33 7.07 1.00 1.00 1.00  total = 19.4

GCV score: 7.228309

Residuals:
       Min         1Q     Median         3Q        Max
-19.908109  -1.207106  -0.017747   1.306650  27.483410

Fit:
residuals variance = 7.047,  AIC = 3484, MAPE = 1.216%

Family: gaussian
Link function: identity

Formula:
y ~ s(V1.0, bs = "cr") + s(V1..1, bs = "cr") + s(V1..2,
    bs = "cr") + s(V1..3, bs = "cr") + s(V1..4, bs = "cr")

Parametric coefficients:
             Estimate Std. Error t value  Pr(>|t|)
(Intercept) 149.563291   0.064239  2328.2 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Approximate significance of smooth terms:
           edf Ref.df        F   p-value
s(V1.0)  8.3326 8.7461 205.6350 < 2.2e-16 ***
s(V1..1) 7.0712 8.1024   3.3915  0.001351 **
s(V1..2) 1.0000 1.0000   0.0224  0.881100
s(V1..3) 1.0000 1.0000   0.5203  0.470829
s(V1..4) 1.0000 1.0000   0.5362  0.464119
```

```
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

R-sq.(adj) =  0.995   Deviance explained = 99.5%
GCV = 7.2283  Scale est. = 7.1473    n = 1732
```

Непараметрична адитивна модель у формі

$$x_{t+s} = \mu + \sum_{i=1}^{m} s_i(x_{t-(i-1)d}), \tag{3.2}$$

де s_i – згладжені функції, представлені штрафними кубічними регресійними сплайнами, які оцінюються разом із ступенем згладжування за допомогою функції *mgcv package*.

Модель “aar” для часового ряду NYSE: UPS у числовому вигляді:

$$x_{t+s} = 8{,}33x_t + 7.07x_{t-1} + x_{t-2} + x_{t-3} + x_{t-4}. \tag{3.3}$$

Для часового ряду NYSE: FDX вкладена розмірність $m = 6$, а затримка часового ряду $d = 38$. Модель рекурентної нейронної мережі “nnetTs” також матиме один прихований слой із двома персептронами, як й для моделі часового ряду NYSE: UPS.

Для автоматичного порівняння використаємо лінійні та нелінійні моделі:

R код

```
mod_FDX <- list()
mod_FDX[["linear"]] <- linear(FDX_ts, m=6)
mod_FDX[["setar"]] <- setar(FDX_ts, m=6,  thDelay=1)
mod_FDX[["lstar"]] <- lstar(FDX_ts, m=6, thDelay=1)
```

Відповідь

```
Using maximum autoregressive order for low regime: mL = 6
Using maximum autoregressive order for high regime: mH = 6
Performing grid search for starting values...
Starting values fixed: gamma =  100 , th =  256.4685 ; SSE =  36224.16
Grid search selected lower/upper bound gamma (was:  1 100 ]).
                                          Might try to widen bound with arg: 's
tarting.control=list(gammaInt=c(1,200))'
Optimization algorithm converged
```

```
Optimized values fixed for regime 2  : gamma =  100.0025 , th =  256.4673 ; S
SE =  36224.15
```

R код

```
mod_FDX[["nnetTs"]] <- nnetTs(FDX_ts, m=6,  size=2)
```

Відповідь

```
Попередження:
В nnetTs(FDX_ts, m = 6, size = 2) :
  Fitted model seems to lead poor result. Please check result.
```

R код

```
 mod_FDX[["aar"]] <- aar(FDX_ts, m=6)
```

Тепер об’єкт mod_FDX містить маркований перелік підігнаних моделей nlar. Якість моделей порівняємо за MAPE:

R код

```
sapply(mod_FDX, MAPE)
```

Відповідь

```
    linear      setar      lstar     nnetTs        aar
0.01466029 0.01471027 0.01470970 0.20926952 0.01466022
```

Найменше значення за MAPE має модель “aar”. Переглянемо її детальніше:

R код

```
summary(mod_FDX[["aar"]])
```

Відповідь

```
Non linear autoregressive model

AAR model

Family: gaussian
Link function: identity

Formula:
y ~ s(V1.0, bs = "cr") + s(V1..1, bs = "cr") + s(V1..2,
    bs = "cr") + s(V1..3, bs = "cr") + s(V1..4, bs = "cr") +
    s(V1..5, bs = "cr")

Estimated degrees of freedom:
1.11 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00  total = 7.11

GCV score: 21.22518

Residuals:
      Min        1Q    Median        3Q       Max
-45.38141  -2.20655   0.10782   2.35320  39.85484
```

```
Fit:
residuals variance = 20.98,  AIC = 5397, MAPE = 1.466%

Family: gaussian
Link function: identity

Formula:
y ~ s(V1.0, bs = "cr") + s(V1..1, bs = "cr") + s(V1..2,
    bs = "cr") + s(V1..3, bs = "cr") + s(V1..4, bs = "cr") +
    s(V1..5, bs = "cr")

Parametric coefficients:
             Estimate Std. Error t value  Pr(>|t|)
(Intercept) 223.52815    0.11051  2022.8 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Approximate significance of smooth terms:
           edf Ref.df         F p-value
s(V1.0)  1.108 1.2084 1389.4456  <2e-16 ***
s(V1..1) 1.000 1.0000    0.4483  0.5032
s(V1..2) 1.000 1.0000    0.0109  0.9169
s(V1..3) 1.000 1.0000    0.6576  0.4175
s(V1..4) 1.000 1.0000    0.3833  0.5359
s(V1..5) 1.000 1.0000    2.5212  0.1125
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

R-sq.(adj) =  0.991   Deviance explained = 99.1%
GCV = 21.225  Scale est. = 21.138    n = 1731
```

Запишемо за формулою (3.2) модель “aar” для часового ряду NYSE: FDX у числовому вигляді:

$$x_{t+s} = 1{,}11x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + x_{t-3} + x_{t-4} + x_{t-5}. \quad (3.4)$$

За результатами аналізу моделей можна зробити висновок, що часові ряди вартості акцій логістичних компаній United Parcel Service, Inc. та FedEx Corp. найкраще описують адитивні нелінійні моделі із вкладеною розмірністю 5 та 6 відповідно.

3.2 Аналіз динаміки криптоінструментів логістичних компаній

На криптовалютному ринку у сфері логістики найбільшу капіталізацію має токен VeChain (VET). Дані про вартість токену з 1 вересня 2028р. по 1 листопада 2024р. (75 щомісячних значень) на основі даних CoinMarketCap

[37] наведено у Додатку Б. На рис.3.8 представлено динаміку вартості VeChain (VET).

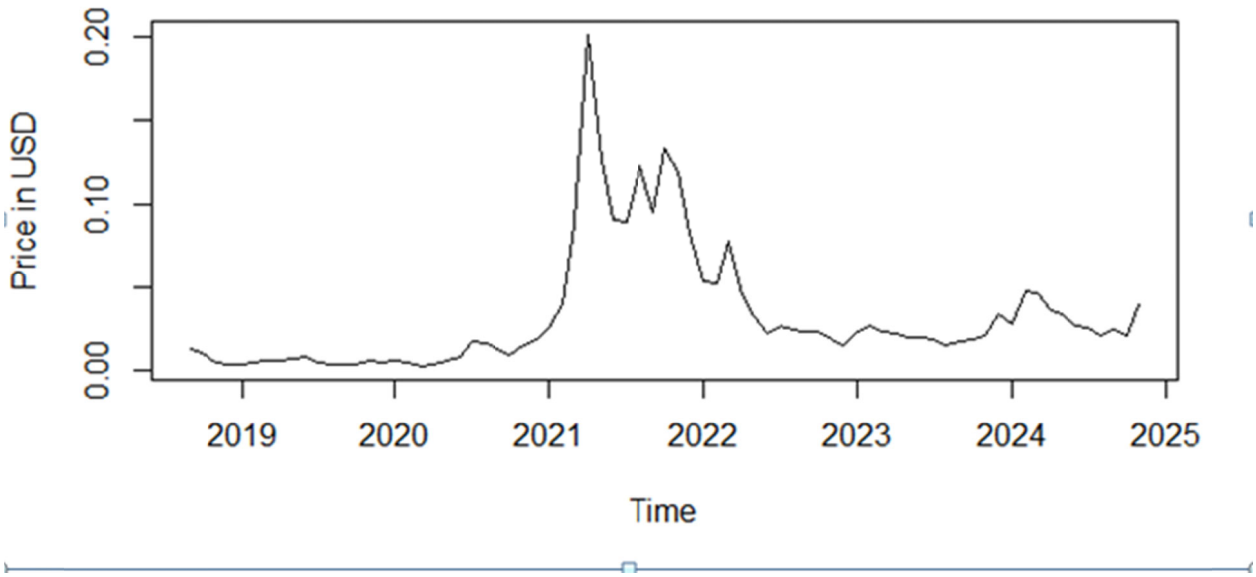


Рис. 3.8 – Динаміка вартості VeChain (VET) у 2018–2024 рр. , $USA

Джерело: побудовано автором на основі [37]

Максимальна ціна токену у 0,2 доларів США та максимальна ринкова капіталізація у 15,12 млрд. дол. США спостерігались у квітні 2021 р. під час пандемії COVID-19.

Результат декомпозиції часового ряду динаміки вартості токену VET наведено на рис. 3.9.

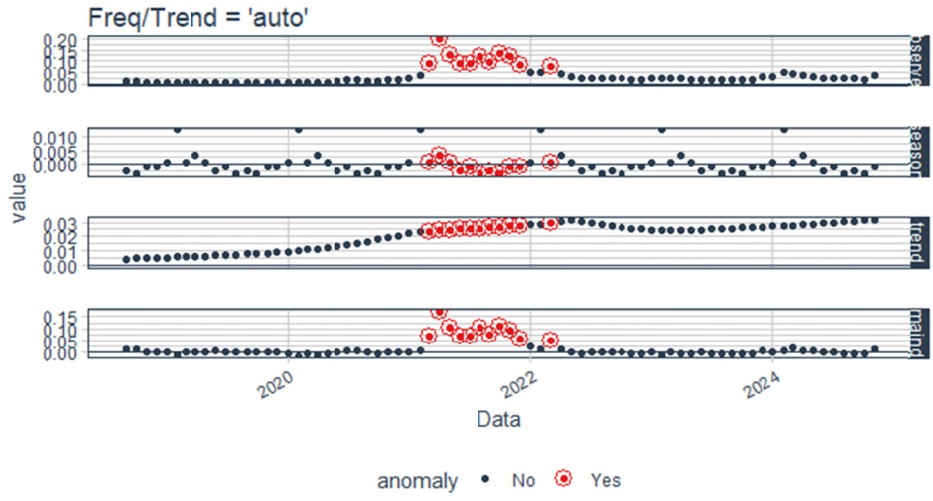


Рисунок 3.9 – Декомпозиції часового ряду динаміки вартості VET

Джерело: побудовано автором на основі [37]

Застосування методу виявлення аномалій для часового ряду VeChain (VET) виявило 9 аномальних значень, що склало 12% даних, що розглядалися (табл. 3.4). На рис.3.10 аномальні значення VeChain (VET) позначено червоними точками.

Таблиця 3.4– Аномалії VeChain (VET) у 2021-2022рр.

Аномальні періоди	Ціна, дол. США
березень 2021	0,088
квітень 2021	0,201
травень 2021	0,126
серпень 2021	0,123
вересень 2021	0,095
жовтень 2021	0,133
листопад 2021	0,119
грудень 2021	0,083
березень 2022	0,077

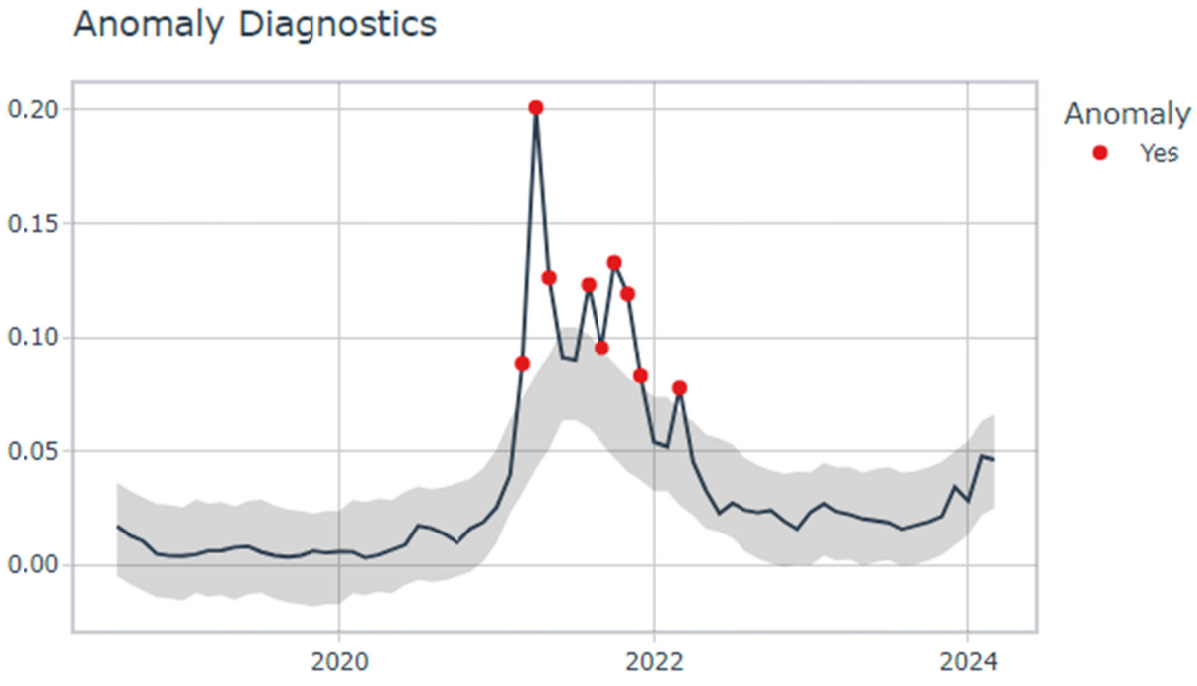


Рисунок 3.10 – Аналіз аномалій вартості VeChain (VET)

Джерело: побудовано автором

Аномальні значення вартості токену VeChain (VET) у березні-грудні 2021 р. пов'язані зі стрімкими зростаннями та падіннями ціни інших криповалют, зокрема біткоїну, у цей період. Аномальне значення вартості токену у березні 2022 р. пов'язано із загальним обвалом фондового ринку через очікування посилення грошово-монетарної політики США.

Розглянемо поведінку часового ряду токену логістичної платформи VeChain (VET) використовуючи рекурентні діаграми.

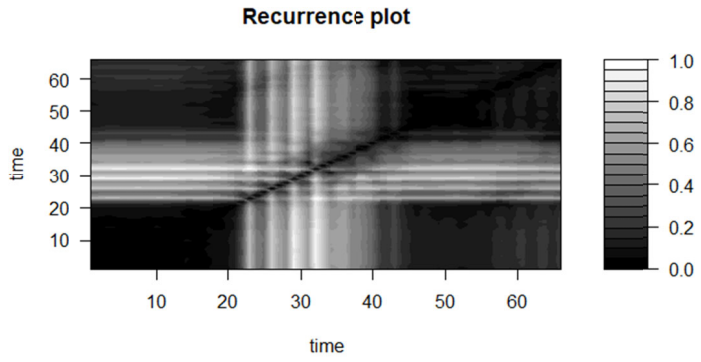
Розрахуємо показники першого локального мінімуму інформаційної функції Avarage Mutual Information (AMI) та вкладеної розмірності часового ряду, використовуючи метод хибного найближчого сусіда (FNN). Результати розрахунків наведено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Характеристики фазового простору акцій логістичних компаній

Назва активу	Затримка часового ряду (d)	Вкладена розмірність (m)
VeChain (VET)	3	4

Джерело: побудована автором на основі даних [37]

На основі знайдених показників будуємо рекурентну діаграму (рис. 3.11), використовуючи бібліотеки мови R *tseriesChaos* та *fractal*.



а)

Рисунок 3.11 – Рекурентна діаграма вартості токену логістичної платформи VeChain (VET) за період 2018-2024 рр.

Джерело: побудована автором на основі даних [37]

Топологія рекурентної діаграми для токену логістичної платформи показує різкі зміни у динаміці системи, що обумовлює появу контрастних білих областей або смуг.

Проаналізуємо статистичні характеристики рекурентної діаграми, розраховані за формулами (2.5) – (2.10). Значення цих якісних характеристик представлено у табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Статистичні характеристики рекурентних діаграм акцій логістичних компаній

Назва активу	%REC	%DET	ADL	MDL	LAM
VeChain (VET)	1	99,95	33,75	65	1

Джерело: побудована автором на основі даних [37]

Відсоток рекурентності для діаграми курсу акцій VeChain (VET) знаходиться близько 100%, що свідчить про чітко визначену динаміку часового ряду та відсутність шуму. Така поведінка близька до синусоїди, але оскільки розглядалися місячні дані за чотири роки (75 значень), то питання потребує подальшого дослідження. Середнє значення проценту рекурентності для токену VeChain (VET) відноситься до рівня low.

Міра детермінізму (%DET), яка характеризує рівень передбачуваності часового ряду, для для токену VeChain (VET) становить більше 90%.

Середній час передбачуваності у місяцях для токену VeChain (VET) складає 33,75 пунктів. Найкоротшу максимальну довжину діагональних ліній (MDL) у місяцях для токену VeChain (VET) складає 15 пунктів. Міра ламінарності (LAM) для токену логістичної платформи дорівнює 1, що свідчить про активний рух системи фазовою траєкторією).

Для часового ряду токену VeChain (VET) вкладена розмірність $m = 4$, а затримка часового ряду $d = 3$. Модель рекурентної нейронної мережі “nnetTs” також матиме один прихований слой із двома персептронами.

Для автоматичного порівняння використаємо лінійні та нелінійні моделі:

R код

```
mod_VET <- list()
mod_VET [["linear"]] <- linear(VET_ts, m=4)
mod_VET [["setar"]] <- setar(VET_ts, m=4, thDelay=1)
```

Відповідь

```
Попередження:
Possible unit root in the low  regime. Roots are: 0.4724 1.1426 1.2874 2.5412
```

R код

```
mod_VET [["lstar"]] <- lstar(VET_ts, m=4, thDelay=1)
```

Відповідь

```
Using maximum autoregressive order for low regime: mL = 4
Using maximum autoregressive order for high regime: mH = 4
Performing grid search for starting values...
Starting values fixed: gamma =  100 , th =  0.05157563 ; SSE =  0.01510448
Grid search selected lower/upper bound gamma (was:  1 100 ]).
                                          Might try to widen bound with arg: 's
tarting.control=list(gammaInt=c(1,200))'
Optimization algorithm converged
Optimized values fixed for regime 2  : gamma =  100 , th =  0.05166803 ; SSE
=  0.01510443
```

R код

```
mod_VET [["nnetTs"]] <- nnetTs(VET_ts, m=4, size=2)
mod_VET [["aar"]] <- aar(VET_ts, m=4)
```

Тепер об’єкт mod_VET містить маркований перелік підігнаних моделей nlar. Якість моделей порівняємо за MAPE:

R код

```
sapply(mod_VET, MAPE)
```

Відповідь

```
   linear     setar     lstar    nnetTs       aar
0.3955387 0.3836309 0.3729219 0.4216048 0.2985896
```

Найменше значення за MAPE має модель “aar”. Переглянемо її детальніше:

R код

```
summary(mod_VET [["aar"]])
```

Відповідь

```
Non linear autoregressive model

AAR model

Family: gaussian
Link function: identity

Formula:
y ~ s(V1.0, bs = "cr") + s(V1..1, bs = "cr") + s(V1..2,
    bs = "cr") + s(V1..3, bs = "cr")

Estimated degrees of freedom:
3.00 1.00 1.00 2.13  total = 8.12

GCV score: 0.0002869457

Residuals:
        Min          1Q      Median          3Q         Max
-0.04951245 -0.00416027 -0.00090361  0.00238414  0.06889330

Fit:
residuals variance = 0.000213,  AIC = -560, MAPE = 29.86%

Family: gaussian
Link function: identity

Formula:
y ~ s(V1.0, bs = "cr") + s(V1..1, bs = "cr") + s(V1..2,
    bs = "cr") + s(V1..3, bs = "cr")

Parametric coefficients:
             Estimate Std. Error t value  Pr(>|t|)
(Intercept) 0.0343149  0.0018919  18.138 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Approximate significance of smooth terms:
            edf Ref.df       F   p-value
s(V1.0)  2.9957 3.4931 34.5292 < 2.2e-16 ***
s(V1..1) 1.0000 1.0000  7.4530  0.008201 **
s(V1..2) 1.0000 1.0000  0.0001  0.992443
s(V1..3) 2.1262 2.5710  1.8760  0.109243
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

R-sq.(adj) =  0.823   Deviance explained = 84.1%
GCV = 0.00028695  Scale est. = 0.00025412  n = 71
```

Запишемо за формулою (3.2) модель “aar” для часового ряду VeChain (VET) у числовому вигляді:

$$x_{t+s} = 3x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + 2{,}13x_{t-3}. \qquad (3.5)$$

За результатами аналізу моделей можна зробити висновок, що часовий ряд вартості токену логістичної платформи VeChain (VET) найкраще описує адитивна нелінійна модель із вкладеною розмірністю 4.

3.3 Аналіз впливу ринку цифрових активів на сектор логістичних послуг

Застосування блокчейн-технологій у логістиці та управлінні ланцюгами поставок у поєднанні з іншими цифровими технологіями (смарт-контракти, Інтернет речей, радіочастотна ідентифікація) сприяють розвитку логістичної сфери. Можливості для аналізу у режимі реального часу комплексних даних, прозорість витрат під час застосування блокчейну дозволяють оперативно реагувати на виникнення проблемних ситуацій та сворює нові можливості для формування інтелектуальної логістичної інфраструктури [24].

Лідером із впровадження цифрової трансформації у транспортну логістику є компанія FedEx [69]. Такі цифрові рішення як FedEx Ship Manager та Electronic Trade Documents автоматизують та спрощують процедури митного оформлення доставки. Вони також допомагають клієнтам орієнтуватися на світовому ринку та використовувати нові можливості, що надаються цифровізацією.

Рішення для доставки електронної комерції, такі як FedEx Delivery Manager International (FDMi), допомагають отримувачам налаштовувати доставку посилок у відповідності зі щільним графіком. Конкретні вимоги споживачів щодо доставки яскраво проявилися під час зростання онлайн-покупок у період пандемії COVID-19. Такі рішення, як поєднання FDMi та популярних месенджерів (WhatsApp) та підтвердження доставки за допомоги фотографії, надають можливість споживачам відслідковувати відправлення на мобільних пристроях.

Одним із рішень блокчейн-платформи для управління ланцюгами поставок та бізнес-процесів VeChain є Tailfin –спеціально розроблене рішення для перевірки ланцюгів поставок [70]. Це рішення використовує технологію блокчейн для створення захищеної від несанкційного доступу запису про шлях продукту від створення до споживання.

Перевагами Tailfin від VeChain є:

а) прозорість ланцюгів поставок – зацікавлені сторони легко можуть відслідковувати походження, якість та справжність продукту на блокчейн-платформі;

б) ефективність – автоматизація процесів збору та перевірки даних скорочує ручні помилки, пришвидшує транзакції та підвищує загальну продуктивність;

в) безпека – кожна транзакція шифрується та пов’язується із попередньою, створюючи безпечний та захищений від несанкційованого доступу запис, що знижує шахрайські дії.

Рішення Tailfin від VeChain має широке застосування: відслідковування продуктів харчування (від ферми до столу із гарантією якості), аутентифікація предметів роскоші (перевірка справжності та боротьба із підробками), логістика та транспортування (відслідковування логістичних операцій у реальному часі).

Застосування технології блокчейн для управління ланцюгами поставок надає можливість компаніям отримати конкурентну перевагу, забезпечуючи прозорість, ефективність та безпеку своїх операцій.

ВИСНОВКИ

У роботі розглянуто динаміку вартості акцій двох найбільших за капіталізацією на початок 2024 року логістичних компаній – United Parcel Service, Inc. (NYSE: UPS) та FedEx Corp (NYSE: FDX). Для аналізу використано щоденні дані Google Finance за період з 1 січня 2018 року по 31 жовтня 2024 року (11737 спостережень). Також для розгляду було обрано динаміку вартості токену логістичної блокчейн-платформи VeChain (VET) за період з 01 січня 2018р. по 01 листопада 2024 року (75 щомісячних спостережень) на основі даних CoinMarketCap.

Аналіз динаміки вартості акцій показав, що зростання курсу акцій NYSE:UPS на 235,4% та NYSE:FDX на 283,5% у період з 03 квітня 2020 р. по 21 травня 2021 р. пов’язане зі зростанням електронної торгівлі під час локдаунів COVID-19. А падіння вартості акцій цих компаній після вересня 2022 р. викликано охолодженням попиту, пов’язаним із переукладанням компаніями контрактів із американськими та канадськими профспілками автомобільних перевізників та зі зростанням витрат на робочу силу. Причому, коливанням динаміки вартості акцій більше була підвернена FedEx Corp, оскільки основним її напрямком діяльності є авіаційні перевезення.

На криптовалютному ринку динаміка вартості токену блокчейн-платформи VeChain (VET) повторювала динаміку вартості біткоїну. Особливі зміни відбувалися у 2021р. під час пандемії COVID-19.

Застосування двоетапного методу дослідження аномалій на основі видалення тренду та сезонності за допомогою декомпозиції STL та використанні внутрішнього квартільного діапазону (IQR) +/-25 від медіани показало, що найменший відсоток аномалій має часовий ряд вартості акцій NYSE:FDX (0,12% даних), а найбільший – часовий ряд вартості токену VeChain (VET) (12% даних). Застосування методу виявлення аномалій для часового ряду NYSE:UPS виявило аномальними 0,17% даних. Це свідчить

про те, що фондовий ринок повільніше реагує на зовнішні впливи, ніж криптовалютний.

Аналіз рекурентних діаграм часових рядів вартості акцій та токенів логістичних компаній показав наявність поступової зміни параметрів поведінки представників логістичної сфери та формування нової структури у період впливу наслідків COVID-19.

Для акцій компанії United Parcel Service, Inc. спостерігається поступова зміна параметрів поведінки, виявлено дрейф атрактору (білі лівий верхній та правий нижній кути діаграми, діагональна лінія).

Топологія рекурентної діаграми для акцій компанії FedEx Corp містить короткі діагональні смуги, що свідчить про стохастичність поведінки компанії на логістичному ринку та повернення траєкторії у одну й ту ж саму область фазового простору у різні періоди часу. Також, варто відзначити, що FedEx Corp сильніше реагує на зміни у логістичному середовищі, оскільки має авіаційні та автомобільні перевезення, на відміну від United Parcel Service, Inc., яка займається тільки автомобільними перевезеннями.

Отже, криптовалютному ринку є притаманними різкі зміни у динаміці. Це підтверджуються особливостями топології рекурентної діаграми токену блочейн-платформи VeChain (VET), в якій наявні контрастні білі області або смуги.

Аналіз побудованих нелінійних авторегресійних моделей класу NLAR(m) –NonLinear AutoRegressive порядку m для часових рядів вартості акцій та токену логістичних компаній виявив, що найкращою моделлю, що описує часові ряди є непараметрична адитивна модель.

Акції та криптовалюти представляють собою нові можливості для фінансового управління у логістиці. Використання цих інструментів може допомогти забезпечити більшу ефективність, прозорість та безпеку в логістичних операціях. Однак, враховуючи їхню високу волатильність та ризики, необхідно ретельно планувати та реалізовувати стратегії їх використання.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Abderahman Rejeb, Karim Rejeb, Steven J. Simske, Horst Treiblmaier Blockchain Technologies in Logistics and Supply Chain Management: A Bibliometric Review. *Logistics*, October 2021, 594, 72. DOI: 10.3390/logistics5040072.

2. Логістика: навч. посіб. / Л.С. Безугла та ін. Дніпро : Пороги, 2021. 252 с.

3. Логістика: навч. посібник / О. Б. Білоцерківський, П. В. Брінь, О. О. Замула, Н. В. Ширяєва. Харків : НТУ «ХПІ», 2010. 152 с.

4. Смирнов І. Г. Косарева Т. В. Транспортна логістика: навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури,2008. 224 с.

5. Волохова І. В., Волохов В. А., Барський В. І. Логістичне забезпечення глобального руху матеріальних потоків. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2018. № 64. С. 117-124.

6. Ачкасова Л.М. Місце і роль транспортної логістики в загальній логістичній системі. *Економіка транспортного комплексу*. 2017. Вип.30. С. 76–85.

7. Лифар В.В. Розвиток транспортної логістики в регіональній системі обслуговування товарних потоків. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2017. № 4. С.176–187.

8. Логістика: Теорія та практика: Навч. посіб. / Кислий В. М., Біловодська О. А., Олефіренко О. М., Смоляник О. М. Київ : Центр учбової літератури. 2010. 360 с.

9. Гвоздь Є.В. Теоретичні положення логістики при формуванні та розвитку ринкової інфраструктури України. *Інвестиції: практика та досвід*. 2023. №8, квітень. С. 237-242. DOI: 10.32702/2306-6814.2023.8.237.

10. Пекна Г. Б., Забіяка Б. Ф. Аналіз сучасного стану логістичної ефективності України. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2015, випуск 41. С. 50-56.

11. Марчук І.П. Індекс ефективності логістики (LPI) та його зв'язок з основними економічними показниками й індексами. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2021, випуск 61. С. 47-57. DOI: 10.31732/2663-2209-2021-61-47-57.

12. Малюта Л., Рудан В., Балушевський К. Проблеми та перспективи розвитку транспортної логістики України в умовах воєного стану. *Економічний аналіз*. 2023, том 33, № 3. С. 153-164. DOI: 10.35774/econa2023.03.153.

13. Лисак О.І. SCM-системи як засіб автоматизації управління постачанням. *Збірник наукових праць ТДАТУ імені Дмитра Моторного (економічні науки)*. 2022, №1(45). С. 124-132.

14. Mentzer J. T., DeWitt W., Keebler J. S., Min S., Nix N. W., Smith C. D., & Zacharia, Z. G. Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*. 2001, 22(2), 1–25. DOI:10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x.

15. Stock J. R., Boyer S. L. Developing a consensus definition of supply chain management: a qualitative study. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.* 2009, 39(8), 690–711. DOI: 10.1108/09600030910996323.

16. Lambert D. M., Cooper M. C. Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management.* 2000, 29(1), 65–83. DOI: 10.1016/s0019-8501(99)00113-3.

17. Lee H. L. Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties. *California Management Review*, 2002, 44(3), 105–119. DOI: 10.2307/41166135.

18. Christopher M., Towill D. An integrated model for the design of agile supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.* 2021, 31(4), 235–246. DOI:10.1108/09600030110394914.

19. Шпак Ю.Н., Ільницький В.В., Андрухів І.Т. Порівняльна характеристика LEAN- та AGILE-методології управління ланцюгами поставок в умовах невизначеності. *Науковий погляд: економіка та управління*. 2023, № 3 (83). С. 64-71. DOI: https://doi.org/10.32782/2521-

666X/2023-83-9.

20. Combining Lean and Agile Supply Chains for Top Results. URL: https://www.globaltranz.com/resource-hub/agile-supply-chain/ (дата звернення 21.05.2024).

21. Ballou R. H. The evolution and future of logistics and supply chain management. *European Business Review*. 2007, 19(4), 332–348. DOI:10.1108/09555340710760152.

22. Christopher, M. Logistics & Supply Chain Management. London, UK: Pearson, 2016. 317 p. URL: https://old.mu.ac.in/wp-content/uploads/2021/02/Logistics-and-Supply-Chain-Management-Martin-Christopher.pdf.

23. Рогоза М.Є., Смірнов Ф.В. Використання різнотипних контрактів у технології blockchain в управлінні ланцюгом поставок. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2021, Випуск 2 (103). С. 22-26. DOI: https://doi.org/10.37734/2409-6873-2021-2-4.

24. Сисоєв В.В., Лопатін В.О. Застосування технології блокчейн у логістиці та управлінні ланцюгами поставок. *Проблеми розвитку транспортної логістики "Інтертранслог - 2023"* : тези доп. 9-ї Міжнар. наук.-практ. конф. 27-28 травня 2023 р. / ред. М. Я. Постан. Одеса : ОНМУ, 2023. С. 90-93. URL: https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/78792.

25. Колодізєва Т.О. Перспективи впровадження блокчейн-технології в транспортну логістику та управління ланцюгами поставок. *Бізнес-інформ*. 2023, № 6. С.184-190. DOI: https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-6-184-190.

26. Технологія блокчейн в логістиці. Транспортна компанія Dolphin Cargo. URL: https://dolphincargo.com.ua/ua/texnologiya-blokchejn-v-logistici (дата звернення: 10.04.2024).

27. Хаустова М.В., Мокляк Е.О. Технологія Blockchain в логістичній системі підприємства. Приазовський економічний вісник. 2018. Вип. 1 (06). С. 66-69. URL: http://pev.kpu.zp.ua/journals/2018/1_06_uk/14.pdf.

28. Hugos Michael Essentials of Supply Chain Management. Hoboken,

USA: John Wiley & Sons. 355p. DOI:10.1002/9781119464495.

29. Best Logistic Stocks to Buy Now (2024) – Top Freight Stocks. WallSreetZen. URL: https://www.wallstreetzen.com/industries/best-logistic-stocks?t=1&p=1&f%5Biid%5D=102&s=mc&sd=desc (дата звернення: 09.04.2024).

30. UPS Shipping & Logistics Solutions | Your Ultimate Home for Global Delivery Services | UPS - United States URL: https://www.ups.com/us/en/Home.page (дата звернення: 08.11.2024).

31. World's biggest cargo hubs. ACI. 2021. URL: https://web.archive.org/web/20210524143948/https://aci.aero/wp-content/uploads/2021/04/2020PrelimTop10Cargo.pdf (дата звернення: 09.04.2024).

32. Alexander E.M. Hess The 10 largest employers in America. USA Today. Aug. 22 2013. URL: https://www.usatoday.com/story/money/business/2013/08/22/ten-largest-employers/2680249 (дата звернення: 09.04.2024).

33. UPS Releases 1Q 2024 Earnings UPS/ URL: https://investors.ups.com/news-events/press-releases/detail/2119/ups-releases-1q-2024-earnings (дата звернення: 09.04.2024).

34. United Parcel Service First Quarter 2024 Earnings: Revenues Disappoint Yahoo!Finance. URL: https://finance.yahoo.com/news/united-parcel-first-quarter-2024-112842014.html?guccounter=1(дата звернення: 09.04.2024).

35. FedEx | Експрес-доставка, кур'єрські та транспортні послуги. https://www.fedex.com/uk-ua/home.html (дата звернення: 08.04.2024).

36. FedEx Annual Report | NYSE:FDX Financials - Investing.com UK. Investing.com. URL: https://uk.investing.com/equities/fedex-corp-financial-summary (дата звернення: 08.04.2024).

37. VeChain price today, VET to USD live price, marketcap and chart. CoinMarketCap. URL: https://coinmarketcap.com/currencies/vechain (дата звернення: 10.11.2024).

38. Google Finance. Фінансовий сервіс. URL: https://www.google.com/

finance. (дата звернення 10.11.2024).

39. Google Finance. Free encyclopedia Wikipedia. URL: https://www.wikiwand.com/en/Google_Finance.

40. Sergio P. Advanced Tutorial on GOOGLEFINANCE Function in Google Sheets with Real-Life Examples. Blog. October 1, 2022. URL: https://blog.coupler.io/googlefinance-function-advanced-tutorial/ (дата звернення 14.10.2024).

41. Choi, K., Yi, J., Park, C., & Yoon, S. Deep Learning for Anomaly Detection in Time-Series Data: Review, Analysis, and Guidelines. *IEEE Access*. 2021, 9, 120043–120065. DOI:10.1109/access.2021.3107975.

42. Mohammad Braei, Sebastian Wagner. Anomaly Detection in Univariate Time-series: *A Survey on the State-of-the-Art*. 2020. DOI: 10.48550/arXiv.2004.00433.

43. Cook, A. A., Misirli, G., & Fan, Z. Anomaly Detection for IoT Time-Series Data: A Survey. *IEEE Internet of Things Journal*. 2020, 7(7), 6481–6494. DOI:10.1109/jiot.2019.2958185.

44. Jiehui Xu, Haixu Wu, Jianmin Wang, Mingsheng Long (2021). Anomaly Transformer: Time Series Anomaly Detection with Association Discrepancy. Published as a conference paper at ICLR 2022. DOI: 10.48550/arXiv.2110.02642.

45. Blazquez-Garcia, A., Conde, A., Mori, U., & Lozano, J. A. A *Review on Outlier/Anomaly Detection in Time Series Data. ACM Computing Surveys*. 2021, 54(3), 1–33. doi:10.1145/3444690.

46. Lykhach, O., M. Ugryumov, D. Shevchenko, and S. Shmatkov. Anomaly Detection Methods in Sample Datasets When Managing Processes in Systems by the State. Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University, Series «Mathematical Modeling. Information Technology. Automated Control Systems», Vol. 53, Apr. 2022, pp. 21-40. DOI:10.26565/2304-6201-2022-53-03.

47. Radivilova, T., L. Kirichenko, M. Tawalbeh, і A. Ilkov. Виявлення аномалій в телекомунікаційному трафіку статистичними методами. *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка»*,

вип. 3, вип. 11, Березень 2021, с. 183-94, DOI:10.28925/2663-4023.2021.11.183194.

48. Баклан І.В., Шулькевич Т.В., Логвинчук А.І., Баклан Я.І. Пошук аномалій в лінгвістичних моделях часових рядів. *Системні технології*, вип. 4, №129, 2020, с. 85-99. DOI: 10.34185/1562-9945-4-129-2020-09.

49. Мавлютов Я., Маслянко П. Спосіб виявлення аномалій часових рядів фінансових даних. *Збірник наукових праць ЛОГОС*, Травень 2020, с. 71-74. DOI:10.36074/15.05.2020.v1.27.

50. CRAN – Package timetk. URL: https://cran.r-project.org/web/packages/timetk/index.html.

51. Hyndman R. J., Athanasopoulos G. Forecasting: principles and practice. Melbourne : OTexts, 2018. [Online]. URL: https://otexts.com/fpp2.

52. H. Kucherova, D. Ocheretin, V. Los, O. Bilska Recurrence Analysis of the Economic Behavior of Agents of the Frequency of Online Exchange Rate in the Information Environment. *Proceedings of the III International Scientific Congress Society of Ambient Intelligence 2020 (ISC-SAI 2020)*, 2020, 129: 279-288. DOI: https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200318.035.

53. R. Hegger, H. Kantz, T. Schreiber, The TISEAN package. *CHAOS.* 1999, 9, 413-435. DOI: https://doi.org/10.1063/1.166424.

54. M. B. Kennel, R. Brown, H. D. I. Determining embedding dimension for phase-space reconstruction using a geometrical construction. *Phys Rev* .1992, 45(6), 3403–3411. DOI: https://doi.org/10.1103/PhysRevA.45.3403.

55. S. Wallot. Recurrence Quantification Analysis of Processes and Products of Discourse: A Tutorial in R. *Discourse Process*, 2017, 54.5-6, 382-405. DOI: https://doi.org/10.1080/0163853X.2017.1297921.

56. Kirichenko L., Radivilova T., Bulakh V. Classification of fractal time series using recurrence plots. *2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T)*. 2018, October, pp. 719-724. IEEE.DOI: 10.1109/INFOCOMMST.2018.8632010.

57. Webber Jr C. L. Recurrence quantification of fractal structures. *Frontiers*

in physiology. 2012, 3, 382. DOI: 10.3389/fphys.2012.00382.

58. Ruey S. Tay, Rong Chen Nonlinear Time Series Analysis. Hoboken: Wyley, 2019. 510 p. DOI: 10.1002/9781119514312.

59. Tong H. and Lim K.S. Threshold Autoregression, Limit Cycles and Data. *Journal of the Royal Statistical Society: Serie B*. 1980, 42, 245-292. DOI: https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1980.tb01126.x.

60. UPS. Google Finance. URL: https://www.google.com/finance/quote/UPS:NYSE (дата звернення: 08.11.2024).

61. FedEx. Google Finance. URL https://www.google.com/finance/quote/FDX:NYSE (дата звернення: 08.11.2024).

62. Max Garland UPS and FedEx's tough year in 6 charts. *Supply Chain Dive*, Dec. 13, 2023. URL: https://www.supplychaindive.com/news/fedex-ups-challenging-2023-charts/701958 (дата звернення: 10.04.2024).

63. Adam Lewenberg Navigating the 2022 UPS, FedEx, and USPS Price Increases — and Minimizing the Impact. Mailing system technology. URL: https://mailingsystemstechnology.com/article-4921-Navigating-the-2022-UPS-FedEx-and-USPS-Price-Increases-&mdash-and-Minimizing-the-Impact.html (дата звернення: 16.04.2024).

64. Lisa Baertlein and Kannaki Deka UPS shares fall as consumer caution dims e-commerce outlook. *Reuters*. April 26, 2022. URL: https://www.reuters.com/business/ups-adjusted-profit-rises-e-commerce-demand-2022-04-26 (дата звернення: 16.04.2024).

65. Max Garland FedEx, following UPS, reinstates money-back guarantee for some services. *Commercial Appeal*. April 6, 2021. URL: https://www.commercialappeal.com/story/money/industries/logistics/2021/04/06/fedex-express-ups-money-back-guarantee-us-shipments/7113948002 (дата звернення: 17.04.2024).

66. Shivansh Tiwary FedEx tumbles after sober results, broader market slips. *Reuters*. December 21, 2023. URL: https://www.reuters.com/markets/us/fedex-

dives-after-quarterly-profit-miss-annual-revenue-forecast-cut-2023-12-20 (дата звернення: 16.04.2024).

67. Lisa Baertlein and Aishwarya Jain FedEx tightens 2024 profit forecast on cost cuts, shares jump 13%. *Reuters*. March 22, 2024. URL: https://www.reuters.com/business/fedex-raises-2024-profit-forecast-cost-cuts-2024-03-21 (дата звернення: 16.04.2024).

68. Nonlinear autoregressive time series models in R using tsDyn version 0.7. 2008. 34p. URL: https://matthieustigler.r-universe.dev/tsDyn/doc/tsDyn.pdf.

69. Taarek Hinedi How New Technologies Deliver Smarter Supply Chains. FedEx. August 31, 2023. URL: https://fedexbusinessinsights.com/how-new-technologies-deliver-smarter-supply-chains (дата звернення: 18.11.2024).

70. VeChain's Tailfin: Revolutionizing Supply Chain with Blockchain…2024-07-23.URL: https://www.bitget.com/wiki/vechain-and-tailfin (дата звернення: 18.11.2024).

ДОДАТОК А

Вартість акцій логістичних компаній United Parcel Service, Inc. та FedEx Corp.

Таблиця А.1 – Ціна закриття вартості акцій NYSE: UPS та NYSE: FDX

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
02.01.2018	123.67	257.6	08.02.2018	109.28	239.27	19.03.2018	108.46	249.61
03.01.2018	126.41	260.82	09.02.2018	106.39	235.32	20.03.2018	108.03	251.99
04.01.2018	127.23	264.88	12.02.2018	106.31	239.93	21.03.2018	107.65	249.02
05.01.2018	127.62	265.92	13.02.2018	107.56	240.32	22.03.2018	104.45	236.27
08.01.2018	129.17	268.66	14.02.2018	106.6	240.82	23.03.2018	101.66	229.48
09.01.2018	129.11	267.75	15.02.2018	108.31	245.03	26.03.2018	103.7	239.85
10.01.2018	129.79	268.01	16.02.2018	106.4	244.19	27.03.2018	102.17	234.64
11.01.2018	133.46	271.19	20.02.2018	104.71	240.98	28.03.2018	102.68	234.8
12.01.2018	134.09	271.85	21.02.2018	104.7	243.3	29.03.2018	104.66	240.11
16.01.2018	132.88	269.58	22.02.2018	105.08	245.43	02.04.2018	103.84	238.5
17.01.2018	134.01	271.49	23.02.2018	105.61	252.22	03.04.2018	105.54	241.04
18.01.2018	133.59	272.18	26.02.2018	108.07	254.51	04.04.2018	106.41	238.76
19.01.2018	133.08	274.32	27.02.2018	105.69	248.74	05.04.2018	107.18	241.07
22.01.2018	132.86	273.89	28.02.2018	104.41	246.41	06.04.2018	105.33	234.29
23.01.2018	132.07	272.02	01.03.2018	106.43	243.7	09.04.2018	104.6	234.32
24.01.2018	131.69	270.41	02.03.2018	105.37	241.31	10.04.2018	106.02	238
25.01.2018	131.29	268.04	05.03.2018	105.81	241.94	11.04.2018	106.09	238
26.01.2018	132.72	268.85	06.03.2018	109.8	243.04	12.04.2018	106.99	241.91
29.01.2018	130.64	267.69	07.03.2018	109.21	241.68	13.04.2018	107.25	244.49
30.01.2018	128.11	261.46	08.03.2018	108.8	240.47	16.04.2018	109.25	250.03
31.01.2018	127.32	262.48	09.03.2018	110.38	247.12	17.04.2018	109.52	252
01.02.2018	119.51	261.83	12.03.2018	108.91	246.54	18.04.2018	110.9	255.53
02.02.2018	116.47	255.87	13.03.2018	109.33	250.77	19.04.2018	109.68	251.59
05.02.2018	113.3	248.5	14.03.2018	108.76	246.91	20.04.2018	108.55	247.12
06.02.2018	112.71	250.18	15.03.2018	109.72	247.4	23.04.2018	109.11	248.82
07.02.2018	111.91	251.15	16.03.2018	110.91	252.03	24.04.2018	108.22	245.56

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
25.04.2018	108.66	246.9	06.06.2018	117.02	256.55	18.07.2018	112.16	236.19
26.04.2018	113.28	246.93	07.06.2018	116.19	257.25	19.07.2018	112.84	236.55
27.04.2018	113.99	250.33	08.06.2018	116.6	260.15	20.07.2018	112.07	234.93
30.04.2018	113.5	247.2	11.06.2018	116.85	261.97	23.07.2018	112.71	236.4
01.05.2018	112.45	244.66	12.06.2018	118.34	265.53	24.07.2018	112.44	236.83
02.05.2018	111.15	240.6	13.06.2018	117.33	262.92	25.07.2018	120.2	240.24
03.05.2018	109.81	242.15	14.06.2018	117.19	263.48	26.07.2018	118.87	241.24
04.05.2018	111.31	244.94	15.06.2018	116.77	264.56	27.07.2018	118.66	240.84
07.05.2018	112.12	243.12	18.06.2018	116.77	263.67	30.07.2018	118.71	240.44
08.05.2018	111.27	241.95	19.06.2018	114.82	258.39	31.07.2018	119.89	245.87
09.05.2018	111.4	244.17	20.06.2018	113.65	251.43	01.08.2018	119.36	241.1
10.05.2018	113.99	247.7	21.06.2018	113.42	246.72	02.08.2018	118.6	241.12
11.05.2018	115.45	250.9	22.06.2018	113.7	241.77	03.08.2018	119.15	243.32
14.05.2018	116.34	251.35	25.06.2018	110.2	234.53	06.08.2018	119.54	245.13
15.05.2018	115.61	247.34	26.06.2018	109.57	236.85	07.08.2018	120.01	247.85
16.05.2018	116.32	247.12	27.06.2018	108.38	229.75	08.08.2018	120.58	245.49
17.05.2018	116.59	248.46	28.06.2018	105.88	226.67	09.08.2018	120.87	244.8
18.05.2018	115.38	249.45	29.06.2018	106.23	227.06	10.08.2018	119.27	241.76
21.05.2018	117.08	254.66	02.07.2018	105.88	229.39	13.08.2018	118.16	240.99
22.05.2018	115.36	252.59	03.07.2018	105.76	227.61	14.08.2018	118.98	243.7
23.05.2018	115.28	250.47	05.07.2018	106.29	228.58	15.08.2018	120.05	243.48
24.05.2018	115.63	251.74	06.07.2018	106.03	228.27	16.08.2018	121.11	246.25
25.05.2018	115.49	251.5	09.07.2018	108.59	234.94	17.08.2018	121.8	246.94
29.05.2018	113.83	247.61	10.07.2018	108.51	235.66	20.08.2018	122.55	248.79
30.05.2018	116.69	253.08	11.07.2018	107.33	230.22	21.08.2018	123.01	251.11
31.05.2018	116.12	253.08	12.07.2018	108.53	232.69	22.08.2018	121.87	246.94
01.06.2018	117.25	253.6	13.07.2018	108.97	233.75	23.08.2018	121.71	244.47
04.06.2018	116.97	251.88	16.07.2018	110.65	230.18	24.08.2018	122.74	245.02
05.06.2018	116.81	252	17.07.2018	111.07	231.15	27.08.2018	123.85	248.9

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
28.08.2018	122.75	247.63	09.10.2018	117.92	229.75	19.11.2018	111.29	226.3
29.08.2018	123.47	247.6	10.10.2018	116.65	221.46	20.11.2018	108.51	221.34
30.08.2018	122.85	246.74	11.10.2018	113.76	217.42	21.11.2018	108.77	222.55
31.08.2018	122.88	243.95	12.10.2018	115.64	221	23.11.2018	108.69	223.4
04.09.2018	124.34	241.29	15.10.2018	115.77	221.02	26.11.2018	110.64	225.04
05.09.2018	124.66	244.76	16.10.2018	117.48	226.18	27.11.2018	111.51	225.23
06.09.2018	123.7	246.19	17.10.2018	118.01	223.46	28.11.2018	113.55	231.85
07.09.2018	122.99	245.97	18.10.2018	114.73	217.29	29.11.2018	113.26	227.5
10.09.2018	124.34	249.45	19.10.2018	116.49	219.8	30.11.2018	115.29	229
11.09.2018	123.07	249.36	22.10.2018	115.64	218.4	03.12.2018	115.27	230.04
12.09.2018	123.3	252.98	23.10.2018	114.24	218.38	04.12.2018	106.77	215.52
13.09.2018	119.7	253.17	24.10.2018	107.93	209.2	06.12.2018	108.04	215.06
14.09.2018	120.39	255.44	25.10.2018	107.82	213.78	07.12.2018	105.32	201.39
17.09.2018	119.09	255.73	26.10.2018	105.31	210.53	10.12.2018	104.4	192.93
18.09.2018	118.24	241.58	29.10.2018	105.13	211.04	11.12.2018	103.58	189.65
19.09.2018	118.25	242.88	30.10.2018	107.07	216.53	12.12.2018	101.21	188.27
20.09.2018	119.12	246.81	31.10.2018	106.54	220.34	13.12.2018	100.78	187.18
21.09.2018	118.49	247.32	01.11.2018	107.52	224.04	14.12.2018	98.66	184.11
24.09.2018	117.33	243.84	02.11.2018	105.99	221.66	17.12.2018	96.87	182.19
25.09.2018	116.26	239.2	05.11.2018	106.82	222.61	18.12.2018	97.28	185.01
26.09.2018	116.7	241.11	06.11.2018	108.65	226.77	19.12.2018	94.32	162.51
27.09.2018	116.73	240.7	07.11.2018	111.13	231.28	20.12.2018	93.94	159.72
28.09.2018	116.75	240.79	08.11.2018	111.5	229.4	21.12.2018	93.5	158
01.10.2018	117.46	239.93	09.11.2018	109.51	224.4	24.12.2018	89.89	152.7
02.10.2018	116.99	239	12.11.2018	107.72	219.63	26.12.2018	96.61	160.15
03.10.2018	117.78	240.94	13.11.2018	109.4	222.51	27.12.2018	97.78	161.02
04.10.2018	117.31	239.07	14.11.2018	109.5	225.16	28.12.2018	96.53	158.98
05.10.2018	117.24	236.06	15.11.2018	110.45	227.81	31.12.2018	97.53	161.33
08.10.2018	118.78	234.99	16.11.2018	110.09	226.69	02.01.2019	97.21	163.19

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
03.01.2019	94.45	157.19	14.02.2019	111.8	183.92	28.03.2019	110.3	177.9
04.01.2019	97.74	164.43	15.02.2019	110.87	179.3	29.03.2019	111.74	181.41
07.01.2019	97.41	166.73	19.02.2019	110.77	180.25	01.04.2019	114.43	186.45
08.01.2019	97.42	167.02	20.02.2019	111.07	181.91	02.04.2019	113.68	184.03
09.01.2019	97.92	170.59	21.02.2019	111.76	182.28	03.04.2019	114.35	185.19
10.01.2019	98.91	170.12	22.02.2019	110.36	180.49	04.04.2019	113.97	187.67
11.01.2019	97.91	170.99	25.02.2019	110.86	181.07	05.04.2019	114.33	189.9
14.01.2019	99.14	171.55	26.02.2019	111.04	181.71	08.04.2019	113.97	191.38
15.01.2019	97.56	170.63	27.02.2019	111.13	181.81	09.04.2019	112.91	189.95
16.01.2019	96.99	171.36	28.02.2019	110.2	181	10.04.2019	113.08	191
17.01.2019	99.58	173.27	01.03.2019	112.13	182.8	11.04.2019	113.49	191.87
18.01.2019	101.6	176.91	04.03.2019	110.48	181.14	12.04.2019	114.46	196.95
22.01.2019	102.68	175.9	05.03.2019	109.97	180.01	15.04.2019	113.64	196.18
23.01.2019	100.92	173.68	06.03.2019	108.85	178.18	16.04.2019	113.94	197.23
24.01.2019	99.7	174.1	07.03.2019	106.86	172.86	17.04.2019	114.49	198.06
25.01.2019	100.83	175.36	08.03.2019	106.68	171.78	18.04.2019	114.15	198.15
28.01.2019	100.33	173.96	11.03.2019	108.83	176.45	22.04.2019	113.62	195.98
29.01.2019	101.3	173.58	12.03.2019	109.01	177.17	23.04.2019	113.6	195.13
30.01.2019	101.19	177.47	13.03.2019	110.86	179.53	24.04.2019	114.43	197.86
31.01.2019	105.4	177.57	14.03.2019	110.88	179.08	25.04.2019	105.13	188.87
01.02.2019	106.09	179.31	15.03.2019	109.52	177.98	26.04.2019	103.95	184.04
04.02.2019	106.58	182.73	18.03.2019	110.69	182.4	29.04.2019	104.84	186.63
05.02.2019	107.66	183.73	19.03.2019	110.35	181.41	30.04.2019	106.22	189.46
06.02.2019	108.82	183.81	20.03.2019	107.92	175.07	01.05.2019	104.62	185.62
07.02.2019	107.94	181.37	21.03.2019	109.8	178.99	02.05.2019	105.51	187.04
08.02.2019	108.1	177.24	22.03.2019	107.35	173.99	03.05.2019	106.65	188.06
11.02.2019	108.93	181.09	25.03.2019	106.9	172.07	06.05.2019	104.62	185.6
12.02.2019	110.66	185.45	26.03.2019	108.41	175.15	07.05.2019	102.09	180.66
13.02.2019	112.01	185.62	27.03.2019	108.98	176.09	08.05.2019	101.85	179.43

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
09.05.2019	100.75	179.56	20.06.2019	103.4	168.5	01.08.2019	116.98	163.31
10.05.2019	100.63	178	21.06.2019	102.17	165.35	02.08.2019	117.2	163.73
13.05.2019	99.35	172.3	24.06.2019	99.72	160.9	05.08.2019	114.85	157.26
14.05.2019	99.76	171.86	25.06.2019	97.13	155.98	06.08.2019	115	161.19
15.05.2019	101.54	172.54	26.06.2019	99.97	159.92	07.08.2019	115.41	160.66
16.05.2019	101.31	175.77	27.06.2019	101.7	163.31	08.08.2019	117.55	164.23
17.05.2019	99.4	169.92	28.06.2019	103.27	164.19	09.08.2019	115.75	162.13
20.05.2019	98.52	168.21	01.07.2019	102.97	162.97	12.08.2019	114.89	158.81
21.05.2019	99.41	167.99	02.07.2019	102	159.79	13.08.2019	115.83	160.52
22.05.2019	97.5	162	03.07.2019	103.2	161.42	14.08.2019	114.04	155.06
23.05.2019	96.17	160.59	05.07.2019	102.42	161.97	15.08.2019	113.9	152.82
24.05.2019	95.85	159.93	08.07.2019	101.92	160.82	16.08.2019	115.3	156
28.05.2019	94.07	158.45	09.07.2019	101.73	159.19	19.08.2019	116.79	158.31
29.05.2019	94.77	159.57	10.07.2019	101.62	159.99	20.08.2019	115.04	155.84
30.05.2019	95.75	158.01	11.07.2019	103.33	162.6	21.08.2019	115.93	158.18
31.05.2019	92.92	154.28	12.07.2019	105.91	167.47	22.08.2019	115.22	158.1
03.06.2019	94.13	152.34	15.07.2019	105.79	167.9	23.08.2019	111.28	151.97
04.06.2019	97.66	159.59	16.07.2019	105.61	169.79	26.08.2019	114.36	152.49
05.06.2019	98.21	158.59	17.07.2019	102.23	165.05	27.08.2019	114.13	149.53
06.06.2019	98	156.85	18.07.2019	102.8	165.38	28.08.2019	116.33	153.18
07.06.2019	98.23	158.02	19.07.2019	103.31	167.13	29.08.2019	118.37	157.45
10.06.2019	100.09	161.84	22.07.2019	104.01	169.55	30.08.2019	118.66	158.61
11.06.2019	100.01	159.44	23.07.2019	105.27	173.77	03.09.2019	117.33	155.37
12.06.2019	100.4	161.37	24.07.2019	114.39	176.01	04.09.2019	119.47	159.06
13.06.2019	102.02	165.67	25.07.2019	118.25	175.87	05.09.2019	121.2	164.38
14.06.2019	101.62	164.55	26.07.2019	120.58	174.94	06.09.2019	120.08	161.87
17.06.2019	101.4	163.72	29.07.2019	118.75	172.6	09.09.2019	121.66	167.42
18.06.2019	102.15	166.34	30.07.2019	119.81	172.39	10.09.2019	122.4	172.26
19.06.2019	101.56	166.56	31.07.2019	119.47	170.53	11.09.2019	122.85	173.96

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
12.09.2019	122.56	173.51	23.10.2019	115.15	155.98	04.12.2019	116.47	153.87
13.09.2019	122.67	174.1	24.10.2019	114.01	154.05	05.12.2019	115.01	153.94
16.09.2019	122.57	173.57	25.10.2019	115.72	158.09	06.12.2019	117.53	156.61
17.09.2019	122.39	173.3	28.10.2019	116.25	158.4	09.12.2019	118.14	156.51
18.09.2019	121.04	150.91	29.10.2019	116.91	158.01	10.12.2019	118.54	157
19.09.2019	119.12	152.45	30.10.2019	116.88	155.84	11.12.2019	116.79	159.08
20.09.2019	120.7	148.78	31.10.2019	115.17	152.66	12.12.2019	116.95	164.89
23.09.2019	119.05	145.67	01.11.2019	119.51	156.52	13.12.2019	118.62	165.67
24.09.2019	117.99	143.25	04.11.2019	123.02	164.84	16.12.2019	119.12	164.1
25.09.2019	119.05	147.04	05.11.2019	121.39	164.85	17.12.2019	120.29	163.23
26.09.2019	118.45	145.16	06.11.2019	121.95	163.17	18.12.2019	117.95	146.86
27.09.2019	118.95	144.96	07.11.2019	123.49	163.92	19.12.2019	118.56	147.02
30.09.2019	119.82	145.57	08.11.2019	124.3	163.22	20.12.2019	117.4	148.12
01.10.2019	115.81	141.64	11.11.2019	123.14	162.18	23.12.2019	118.94	151.69
02.10.2019	115.24	140.78	12.11.2019	123.01	161.22	24.12.2019	118.33	150.78
03.10.2019	115.9	141.71	13.11.2019	123.02	156.23	26.12.2019	119.04	152.49
04.10.2019	117.49	143	14.11.2019	124.08	156.68	27.12.2019	118.94	152.53
07.10.2019	115.57	142.09	15.11.2019	123.73	158.33	30.12.2019	116.44	150.14
08.10.2019	112.74	138.39	18.11.2019	122.77	157.55	31.12.2019	117.06	151.21
09.10.2019	113.86	139.25	19.11.2019	120.54	155.52	02.01.2020	116.79	155.1
10.10.2019	115.28	141.36	20.11.2019	119.01	152.27	03.01.2020	116.72	153.18
11.10.2019	116.02	145.54	21.11.2019	119.52	152.08	06.01.2020	116.2	153.3
14.10.2019	115.87	146.78	22.11.2019	119.32	156.55	07.01.2020	116	154.8
15.10.2019	116.48	149.96	25.11.2019	120.3	159.54	08.01.2020	116.66	157.13
16.10.2019	117.5	150.77	26.11.2019	121.2	161.5	09.01.2020	116.93	158.05
17.10.2019	118.39	150.7	27.11.2019	119.87	161.51	10.01.2020	115.87	156.63
18.10.2019	117.35	149.91	29.11.2019	119.73	160.05	13.01.2020	116.75	159.28
21.10.2019	118.52	152.04	02.12.2019	118.22	158.03	14.01.2020	117.27	162.13
22.10.2019	116.1	154.63	03.12.2019	116.93	151.14	15.01.2020	117.93	159.15

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
16.01.2020	118.61	159.54	28.02.2020	90.49	141.17	09.04.2020	98.69	122.29
17.01.2020	118.6	159.98	02.03.2020	92.75	139.75	13.04.2020	98.42	123.53
21.01.2020	117.39	157.53	03.03.2020	91.3	133.09	14.04.2020	101.4	125.08
22.01.2020	117.26	155.54	04.03.2020	95.82	136.41	15.04.2020	99.92	119.9
23.01.2020	116.93	154.88	05.03.2020	92.99	129.93	16.04.2020	102.22	119.08
24.01.2020	116.66	154.07	06.03.2020	94	127.68	17.04.2020	102.75	124.85
27.01.2020	114.92	148.49	09.03.2020	87.18	115.7	20.04.2020	101.2	122.64
28.01.2020	115.37	148.4	10.03.2020	92.82	120.67	21.04.2020	100.62	120.48
29.01.2020	115.76	148.06	11.03.2020	87.99	111.01	22.04.2020	97.61	118.54
30.01.2020	108	148.26	12.03.2020	86.17	97	23.04.2020	99.45	120.88
31.01.2020	103.52	144.64	13.03.2020	94.23	106.63	24.04.2020	100.18	123.06
03.02.2020	102.03	143.84	16.03.2020	87.06	90.49	27.04.2020	102.55	127.29
04.02.2020	103.38	147.51	17.03.2020	96.79	94.96	28.04.2020	96.43	127.74
05.02.2020	106.04	149.95	18.03.2020	99.26	99.68	29.04.2020	96.11	129.48
06.02.2020	106.51	148.63	19.03.2020	96.25	111.68	30.04.2020	94.66	126.77
07.02.2020	103.12	155.66	20.03.2020	93.46	111.06	01.05.2020	91.9	118.2
10.02.2020	103.07	156.78	23.03.2020	91.9	111.76	04.05.2020	90.44	115.85
11.02.2020	104.87	158	24.03.2020	95.26	120.04	05.05.2020	92.71	117.67
12.02.2020	105.54	158.51	25.03.2020	94.5	118.31	06.05.2020	92.93	115.12
13.02.2020	105.24	161.47	26.03.2020	99.78	125.6	07.05.2020	92.83	116.74
14.02.2020	105.95	158.62	27.03.2020	97.52	120.58	08.05.2020	94.83	120.44
18.02.2020	106.42	158.57	30.03.2020	97.84	124.31	11.05.2020	93.91	117.56
19.02.2020	106.76	161.14	31.03.2020	93.42	121.26	12.05.2020	92.85	113.14
20.02.2020	106.48	164.91	01.04.2020	90.39	113.48	13.05.2020	90.74	109.34
21.02.2020	102.94	163.25	02.04.2020	93.04	116.64	14.05.2020	91.69	109.11
24.02.2020	98.49	154.85	03.04.2020	90	109.22	15.05.2020	91.03	107.52
25.02.2020	93.9	145.6	06.04.2020	95.68	119.02	18.05.2020	96.1	119.19
26.02.2020	93.73	144.53	07.04.2020	92.91	115.95	19.05.2020	96.43	114.79
27.02.2020	90.24	138.76	08.04.2020	98.79	125.54	20.05.2020	97.18	117.01

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
21.05.2020	97.31	115.77	02.07.2020	114.36	155.48	13.08.2020	159.29	203.86
22.05.2020	96.72	117	06.07.2020	115.36	156.27	14.08.2020	160.74	208.6
26.05.2020	97.07	124.81	07.07.2020	114.45	158.54	17.08.2020	160.3	206.64
27.05.2020	99.62	130.43	08.07.2020	114.47	158.56	18.08.2020	159.99	206.97
28.05.2020	99.72	131.15	09.07.2020	114.45	155.74	19.08.2020	160.34	207.88
29.05.2020	99.71	130.56	10.07.2020	115.07	158.59	20.08.2020	159.55	208.82
01.06.2020	99.28	129.71	13.07.2020	113.76	156.23	21.08.2020	159.03	210.49
02.06.2020	101.17	134.2	14.07.2020	115.33	158.5	24.08.2020	160.35	217.4
03.06.2020	103.65	138.08	15.07.2020	119.21	161.25	25.08.2020	159.04	214.31
04.06.2020	103.2	139.21	16.07.2020	119.74	166.1	26.08.2020	158.9	215.77
05.06.2020	106.65	142.21	17.07.2020	118.55	165.98	27.08.2020	160.21	218.21
08.06.2020	110.45	149.38	20.07.2020	118.35	164.13	28.08.2020	162.36	221.9
09.06.2020	107.83	144.69	21.07.2020	119.04	165.5	31.08.2020	163.62	219.84
10.06.2020	106.63	140.4	22.07.2020	118.72	165.14	01.09.2020	162.65	225.46
11.06.2020	100.47	128.81	23.07.2020	118.14	165.99	02.09.2020	165.78	227.91
12.06.2020	101.48	132.72	24.07.2020	118.35	165.04	03.09.2020	158.02	220.97
15.06.2020	105.64	133.68	27.07.2020	121.01	170.64	04.09.2020	160.78	226.12
16.06.2020	105.83	135.54	28.07.2020	119.62	166.93	08.09.2020	156.45	221.05
17.06.2020	106.99	135.66	29.07.2020	123.68	169.55	09.09.2020	159.8	225.75
18.06.2020	107.58	138.39	30.07.2020	141.46	172.71	10.09.2020	157.89	224.44
19.06.2020	107.77	137.63	31.07.2020	142.76	168.4	11.09.2020	158.87	232.79
22.06.2020	106.9	137.38	03.08.2020	142.18	169.22	14.09.2020	160.14	236.34
23.06.2020	110.61	139.07	04.08.2020	144.72	170.66	15.09.2020	161.53	236.67
24.06.2020	109.5	135.09	05.08.2020	145.08	171.7	16.09.2020	159.87	250.3
25.06.2020	110.52	136.11	06.08.2020	145.47	172.24	17.09.2020	159.75	244.08
26.06.2020	107.32	130.08	07.08.2020	156.9	183.53	18.09.2020	159.66	242.78
29.06.2020	109.48	134.55	10.08.2020	159.59	199.98	21.09.2020	161.06	238.74
30.06.2020	111.18	140.22	11.08.2020	155.85	196.45	22.09.2020	161.89	243.42
01.07.2020	114.42	156.66	12.08.2020	157.79	201.96	23.09.2020	161.55	241.42

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
24.09.2020	160.41	244.22	04.11.2020	162.58	269.1	16.12.2020	170.13	288.81
25.09.2020	166.12	250.17	05.11.2020	163.56	279.07	17.12.2020	174.49	292.26
28.09.2020	168.9	254.44	06.11.2020	167.68	279.77	18.12.2020	175.18	275.57
29.09.2020	168.5	253.5	09.11.2020	163.22	263.88	21.12.2020	172.59	271.94
30.09.2020	166.63	251.52	10.11.2020	164.73	267.27	22.12.2020	174.56	273.28
01.10.2020	167.65	254.08	11.11.2020	166.64	267.81	23.12.2020	172.64	270.71
02.10.2020	166.96	255.2	12.11.2020	163.11	267.16	24.12.2020	172.19	268.82
05.10.2020	169.16	259.21	13.11.2020	163.67	271.91	28.12.2020	171.36	262.94
06.10.2020	169.35	259.27	16.11.2020	168.44	279.83	29.12.2020	169.03	261.56
07.10.2020	174.99	268.26	17.11.2020	168.88	285.05	30.12.2020	166.23	259.98
08.10.2020	174.21	271.06	18.11.2020	168.45	282.5	31.12.2020	168.4	259.62
09.10.2020	174.69	271.55	19.11.2020	166.48	279.85	04.01.2021	163.8	253.19
12.10.2020	176.54	273.5	20.11.2020	163.76	276.69	05.01.2021	161.52	253.18
13.10.2020	175.33	272.74	23.11.2020	166.6	286.35	06.01.2021	161.04	253.56
14.10.2020	174.38	276.24	24.11.2020	172.69	291.68	07.01.2021	159	246.03
15.10.2020	174.04	282.11	25.11.2020	170.5	288.3	08.01.2021	158.39	244.96
16.10.2020	174.44	283.87	27.11.2020	168.89	287.41	11.01.2021	161.86	245.31
19.10.2020	172.1	281.97	30.11.2020	171.07	286.58	12.01.2021	163.91	249.04
20.10.2020	174.88	287.4	01.12.2020	167.96	287.76	13.01.2021	163.11	252.22
21.10.2020	172.73	282.28	02.12.2020	168.83	291.72	14.01.2021	163.47	256.27
22.10.2020	172.99	275.95	03.12.2020	167.83	292.7	15.01.2021	158.9	252.56
23.10.2020	171.9	283.56	04.12.2020	167.25	294.88	19.01.2021	156.28	249.52
26.10.2020	168	277.62	07.12.2020	167.47	297.04	20.01.2021	159.84	251.96
27.10.2020	170.84	274.41	08.12.2020	166.39	301.45	21.01.2021	160.1	253.94
28.10.2020	155.78	259.99	09.12.2020	169.18	295.32	22.01.2021	158.99	254.08
29.10.2020	161.36	267.02	10.12.2020	164.24	290.9	25.01.2021	161.75	253.48
30.10.2020	157.11	259.47	11.12.2020	168.4	289.47	26.01.2021	161.43	249.67
02.11.2020	159.55	266.98	14.12.2020	166.62	285.54	27.01.2021	157.65	242.83
03.11.2020	163.48	274.48	15.12.2020	167.17	285.74	28.01.2021	157.27	242.79

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
29.01.2021	155	235.34	12.03.2021	167.69	270.2	23.04.2021	178.96	277.74
01.02.2021	156.26	239.24	15.03.2021	162.64	266.88	26.04.2021	175.81	275.76
02.02.2021	160.29	242.5	16.03.2021	162.82	260.8	27.04.2021	194.13	287.51
03.02.2021	159.71	241.29	17.03.2021	160.65	265.84	28.04.2021	198.37	287.39
04.02.2021	162.26	248.12	18.03.2021	160.2	263.51	29.04.2021	203.72	296.06
05.02.2021	164.38	255.01	19.03.2021	159.29	279.58	30.04.2021	203.86	290.31
08.02.2021	163.45	257.45	22.03.2021	161.06	274.02	03.05.2021	212.2	304.55
09.02.2021	166.92	259.13	23.03.2021	159.86	266.81	04.05.2021	214.31	304.28
10.02.2021	165.66	257.46	24.03.2021	159.91	268.29	05.05.2021	214.52	306.53
11.02.2021	162.37	254.36	25.03.2021	163.25	274.18	06.05.2021	214.78	310.96
12.02.2021	163.39	263	26.03.2021	167.98	281.34	07.05.2021	217.5	314.69
16.02.2021	161.75	261.83	29.03.2021	168.14	279.22	10.05.2021	216.13	309.27
17.02.2021	161	259.09	30.03.2021	168.64	285.92	11.05.2021	214.33	305.64
18.02.2021	162.12	255.63	31.03.2021	169.99	284.04	12.05.2021	210.7	296.01
19.02.2021	160.54	254.64	01.04.2021	171.28	283.54	13.05.2021	215.67	303.4
22.02.2021	161.6	254.67	05.04.2021	171.95	281.57	14.05.2021	216.38	309.43
23.02.2021	160.81	254.63	06.04.2021	172.97	282.17	17.05.2021	216.29	309.26
24.02.2021	160.07	260.06	07.04.2021	171.95	279.11	18.05.2021	213.99	306.05
25.02.2021	157.51	254.22	08.04.2021	173.02	284.44	19.05.2021	214.35	307.93
26.02.2021	157.83	254.5	09.04.2021	175.94	286.58	20.05.2021	213.94	309.05
01.03.2021	161.47	262.09	12.04.2021	178.58	290.79	21.05.2021	211.87	309.6
02.03.2021	161.37	259.6	13.04.2021	179.42	290.89	24.05.2021	213.43	311.84
03.03.2021	160.43	258.77	14.04.2021	176.21	287.81	25.05.2021	211.49	308.59
04.03.2021	159.45	250.3	15.04.2021	179.64	291.2	26.05.2021	213.81	310.75
05.03.2021	164.4	257.29	16.04.2021	179.71	287.59	27.05.2021	212.8	315.59
08.03.2021	160.87	251.34	19.04.2021	178.06	283.25	28.05.2021	214.6	314.81
09.03.2021	163.27	257.92	20.04.2021	179.69	280.34	01.06.2021	213.29	310.85
10.03.2021	165.23	260.42	21.04.2021	178.57	278.26	02.06.2021	211.91	306.57
11.03.2021	167.24	268.49	22.04.2021	177.51	276.54	03.06.2021	211.98	306.31

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
04.06.2021	210.63	302.12	16.07.2021	210.57	292.49	26.08.2021	192.36	267.46
07.06.2021	212.92	303.34	19.07.2021	211.41	294.82	27.08.2021	193.3	267.9
08.06.2021	209.76	302.58	20.07.2021	212.46	298.02	30.08.2021	194.01	265.54
09.06.2021	201.06	293.11	21.07.2021	212.45	298.35	31.08.2021	195.63	265.69
10.06.2021	203.2	292.84	22.07.2021	213.23	296.62	01.09.2021	196.4	265.93
11.06.2021	203.2	296.09	23.07.2021	211.64	297.07	02.09.2021	198.19	267.09
14.06.2021	201.09	292.99	26.07.2021	209.86	297.5	03.09.2021	197.34	266.04
15.06.2021	202.34	299.3	27.07.2021	195.19	282.63	07.09.2021	195.56	263.64
16.06.2021	200.42	294.68	28.07.2021	192.04	281.83	08.09.2021	194.57	261.02
17.06.2021	198.05	287.57	29.07.2021	191.81	281.92	09.09.2021	189.01	259.22
18.06.2021	197.77	285.32	30.07.2021	191.36	279.95	10.09.2021	193.26	257.55
21.06.2021	203.32	293.16	02.08.2021	191.94	276.16	13.09.2021	194.39	261.86
22.06.2021	205.4	297.69	03.08.2021	194.15	280.81	14.09.2021	191.01	255.2
23.06.2021	204.02	297.37	04.08.2021	190.79	275.12	15.09.2021	193.35	256.59
24.06.2021	206.1	303.69	05.08.2021	190.42	275.8	16.09.2021	192.97	258.38
25.06.2021	205.61	291.95	06.08.2021	192.6	276.27	17.09.2021	190.03	255.22
28.06.2021	205.23	293.99	09.08.2021	190.98	272.67	20.09.2021	189.39	250.8
29.06.2021	207.61	297.89	10.08.2021	190.61	271.26	21.09.2021	189.73	252.07
30.06.2021	207.97	298.33	11.08.2021	192.4	276.27	22.09.2021	185.3	229.08
01.07.2021	210.22	299.12	12.08.2021	193.64	276.1	23.09.2021	186.79	228.92
02.07.2021	211.53	299.38	13.08.2021	193.98	277.18	24.09.2021	188.02	226.64
06.07.2021	211.29	294.61	16.08.2021	197.07	281.66	27.09.2021	186.84	226.51
07.07.2021	214.26	293.55	17.08.2021	197.76	277.86	28.09.2021	186.76	222.4
08.07.2021	212.07	293.24	18.08.2021	194.8	272.76	29.09.2021	184.74	221.09
09.07.2021	213.92	296.4	19.08.2021	194.06	267.56	30.09.2021	182.1	219.29
12.07.2021	213.33	299.67	20.08.2021	193.24	266.55	01.10.2021	181.49	222.53
13.07.2021	211.27	299.08	23.08.2021	193	266.9	04.10.2021	178.42	217.87
14.07.2021	211.53	295.86	24.08.2021	193.27	267.81	05.10.2021	179.67	224.27
15.07.2021	212.86	296.08	25.08.2021	192.87	270.37	06.10.2021	180.7	224.2

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
07.10.2021	181.6	222.95	17.11.2021	207.85	247.35	30.12.2021	213.9	258.56
08.10.2021	183.49	223.44	18.11.2021	207.47	244.72	31.12.2021	214.34	258.64
11.10.2021	181.74	219.82	19.11.2021	208.47	242.69	03.01.2022	213.5	258.55
12.10.2021	181.99	221.32	22.11.2021	210.88	247.99	04.01.2022	217.29	264.91
13.10.2021	184.06	223.73	23.11.2021	211.81	246.43	05.01.2022	214.56	262.13
14.10.2021	191.42	227.45	24.11.2021	208.47	243.57	06.01.2022	216.64	263.19
15.10.2021	193.75	229.12	26.11.2021	205.3	238.15	07.01.2022	218.16	263.99
18.10.2021	193.39	227.98	29.11.2021	204.64	240.57	10.01.2022	211.73	256.55
19.10.2021	193.79	229.32	30.11.2021	198.37	230.37	11.01.2022	211.27	255.54
20.10.2021	195.27	231.3	01.12.2021	194.15	227.78	12.01.2022	211.22	256.21
21.10.2021	199.44	232.84	02.12.2021	199.9	235.3	13.01.2022	210.47	257.67
22.10.2021	203.81	232.98	03.12.2021	200.73	240.84	14.01.2022	206.54	256.22
25.10.2021	203.9	235.4	06.12.2021	202.06	245.05	18.01.2022	205.59	253.33
26.10.2021	218.07	237.83	07.12.2021	205.39	247.06	19.01.2022	203.76	252.19
27.10.2021	212.21	235.29	08.12.2021	204.72	244.75	20.01.2022	202.29	250.74
28.10.2021	213.9	235.96	09.12.2021	206.54	245.25	21.01.2022	201.95	244.91
29.10.2021	213.47	235.53	10.12.2021	209.11	246.28	24.01.2022	204.13	245.72
01.11.2021	210.9	235.64	13.12.2021	206.31	240.9	25.01.2022	201.94	244.04
02.11.2021	209.14	235.77	14.12.2021	203.74	240.04	26.01.2022	199	243.16
03.11.2021	212.74	240.02	15.12.2021	205.77	240.78	27.01.2022	194.83	241.93
04.11.2021	210.72	245.01	16.12.2021	207.97	238.52	28.01.2022	198.25	244.78
05.11.2021	208.22	242.77	17.12.2021	206.59	250.32	31.01.2022	202.21	245.86
08.11.2021	209.3	248.53	20.12.2021	202.43	245.55	01.02.2022	230.69	252
09.11.2021	209.96	249.48	21.12.2021	207.1	251.95	02.02.2022	232.11	251.82
10.11.2021	211.64	248.52	22.12.2021	208.44	249.96	03.02.2022	228.69	247.32
11.11.2021	213.29	250.99	23.12.2021	212.19	253.82	04.02.2022	224.79	244.11
12.11.2021	213.19	253.88	27.12.2021	215.11	256.25	07.02.2022	225.06	243.73
15.11.2021	211.52	252.3	28.12.2021	214.68	256.44	08.02.2022	225.2	243.86
16.11.2021	211.87	253.18	29.12.2021	214.6	257.49	09.02.2022	225.07	244.24

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
10.02.2022	220.68	240.41	24.03.2022	214.66	225.12	05.05.2022	179.79	207.24
11.02.2022	213.49	232.21	25.03.2022	215.35	226.56	06.05.2022	179.92	210.21
14.02.2022	213.99	228.46	28.03.2022	219.55	230.05	09.05.2022	181.43	208.27
15.02.2022	217.26	230.4	29.03.2022	222.45	238.57	10.05.2022	182.01	208.06
16.02.2022	215.31	229.01	30.03.2022	220.2	235.25	11.05.2022	177.46	207.2
17.02.2022	210.71	224.37	31.03.2022	214.46	231.39	12.05.2022	178.65	208.2
18.02.2022	209.36	222.23	01.04.2022	206.64	221.25	13.05.2022	178.04	211.29
22.02.2022	208.97	217.79	04.04.2022	205.21	217.99	16.05.2022	179.77	209.72
23.02.2022	204.48	214.84	05.04.2022	197.21	211.03	17.05.2022	183.14	221.5
24.02.2022	207.19	215.92	06.04.2022	194.39	204	18.05.2022	172.23	203.57
25.02.2022	209.95	220.72	07.04.2022	192.7	203.77	19.05.2022	167.39	199.05
28.02.2022	210.42	222.27	08.04.2022	190.97	201.52	20.05.2022	171.04	200.9
01.03.2022	205.58	214.91	11.04.2022	190.84	204.12	23.05.2022	174.39	204.69
02.03.2022	211.46	219.25	12.04.2022	187.89	204.38	24.05.2022	174.11	205.25
03.03.2022	212.43	221.31	13.04.2022	188.87	206.31	25.05.2022	173.86	204.31
04.03.2022	210.39	214.54	14.04.2022	188.02	205.74	26.05.2022	178.38	212.29
07.03.2022	201.18	201.09	18.04.2022	187.16	203.26	27.05.2022	182.53	219.67
08.03.2022	203.41	203.99	19.04.2022	190.69	208.81	31.05.2022	182.25	224.58
09.03.2022	206.78	216.72	20.04.2022	190.43	209.19	01.06.2022	180.23	218.67
10.03.2022	207.18	219.28	21.04.2022	188.8	206.86	02.06.2022	184.07	221.52
11.03.2022	203.9	213.18	22.04.2022	187.15	205.21	03.06.2022	185.49	218.7
14.03.2022	204.3	211.13	25.04.2022	189.64	205.4	06.06.2022	187.11	222.85
15.03.2022	210.53	216.23	26.04.2022	183.05	200	07.06.2022	185.51	221.37
16.03.2022	217.9	225.93	27.04.2022	186.4	199.26	08.06.2022	179.44	217.17
17.03.2022	222.32	227.98	28.04.2022	190.16	206.85	09.06.2022	176.55	217
18.03.2022	219.78	218.91	29.04.2022	179.98	198.74	10.06.2022	173.05	206.77
21.03.2022	218.56	222.16	02.05.2022	178.58	197.01	13.06.2022	172.72	200.98
22.03.2022	218.42	226.57	03.05.2022	178.12	199.44	14.06.2022	174.16	229.95
23.03.2022	214.58	221.47	04.05.2022	183.8	209.49	15.06.2022	175.88	232.78

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
16.06.2022	172.19	225.31	29.07.2022	194.89	233.09	09.09.2022	198.69	209.07
17.06.2022	171.07	229.9	01.08.2022	195.34	237.7	12.09.2022	200.17	213.84
21.06.2022	174.5	230.52	02.08.2022	193.53	233.27	13.09.2022	192.71	205.34
22.06.2022	176.15	229.02	03.08.2022	193.42	233.19	14.09.2022	190.96	205.01
23.06.2022	178.63	228.13	04.08.2022	194.52	236.1	15.09.2022	185	204.87
24.06.2022	183.3	243.24	05.08.2022	196.76	234.89	16.09.2022	176.71	161.02
27.06.2022	181.81	240.47	08.08.2022	196.09	229.02	19.09.2022	180.03	162.9
28.06.2022	179.92	240.09	09.08.2022	196.65	224.97	20.09.2022	175.68	157.4
29.06.2022	181.13	233.81	10.08.2022	202.37	232.45	21.09.2022	173.83	153.25
30.06.2022	182.54	226.71	11.08.2022	204.43	229.24	22.09.2022	167.86	154.54
01.07.2022	184.99	223.61	12.08.2022	204.89	230.68	23.09.2022	164.33	149.33
05.07.2022	184.63	229.61	15.08.2022	205.88	233.21	26.09.2022	161.75	142.9
06.07.2022	185.17	227.72	16.08.2022	206.35	238.22	27.09.2022	164.77	144.95
07.07.2022	186.19	231.35	17.08.2022	204.98	233.42	28.09.2022	167.12	149.99
08.07.2022	185.4	230.49	18.08.2022	208.05	234.87	29.09.2022	165.32	152.31
11.07.2022	184.64	224.19	19.08.2022	208.43	231.73	30.09.2022	161.54	148.47
12.07.2022	179.37	222.98	22.08.2022	206.4	223.57	03.10.2022	163.09	151.46
13.07.2022	177.92	216.13	23.08.2022	205.27	225.26	04.10.2022	168.89	159.12
14.07.2022	178.28	214.29	24.08.2022	203.04	226.06	05.10.2022	167.93	156.87
15.07.2022	182.59	217.83	25.08.2022	205	228.03	06.10.2022	165.6	155.19
18.07.2022	180.08	217.98	26.08.2022	198.93	218.16	07.10.2022	159.14	154.41
19.07.2022	185.81	225.43	29.08.2022	197.27	216.73	10.10.2022	159.74	153.21
20.07.2022	186.85	227.66	30.08.2022	195.05	213.48	11.10.2022	159.41	152.08
21.07.2022	187.01	227.66	31.08.2022	194.51	210.81	12.10.2022	159.48	152.89
22.07.2022	187.98	227.3	01.09.2022	196.61	211.86	13.10.2022	163.66	156.25
25.07.2022	187.91	228.17	02.09.2022	196.05	208.72	14.10.2022	161.68	156.96
26.07.2022	181.53	224.87	06.09.2022	195.96	204.17	17.10.2022	164.72	156.98
27.07.2022	183.9	227.63	07.09.2022	196.29	201.62	18.10.2022	166.99	156.3
28.07.2022	188.24	229.81	08.09.2022	196.13	202.87	19.10.2022	165.79	152.96

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
20.10.2022	160.98	150.14	01.12.2022	190.19	180.45	13.01.2023	182.15	188.63
21.10.2022	165.55	153.23	02.12.2022	189.39	181.41	17.01.2023	179	188.13
24.10.2022	167.55	154.76	05.12.2022	181.16	176.6	18.01.2023	176.72	187.67
25.10.2022	167	155.8	06.12.2022	175.1	173.05	19.01.2023	176.15	184.23
26.10.2022	168.99	157.96	07.12.2022	174.67	172.28	20.01.2023	178.13	186.88
27.10.2022	166.49	156.91	08.12.2022	179.63	171.91	23.01.2023	180.48	191.15
28.10.2022	167.17	160.37	09.12.2022	177.64	172.33	24.01.2023	179.99	189.25
31.10.2022	167.77	160.28	12.12.2022	182.53	177.37	25.01.2023	177.46	187.81
01.11.2022	167.4	158.19	13.12.2022	183.85	176.88	26.01.2023	179.7	190.14
02.11.2022	164.58	154.56	14.12.2022	184.31	178.07	27.01.2023	182.09	190.56
03.11.2022	164.01	154.92	15.12.2022	181.21	173.17	30.01.2023	176.97	184.08
04.11.2022	165.69	156.66	16.12.2022	178.2	171.72	31.01.2023	185.23	193.86
07.11.2022	169.13	159.24	19.12.2022	178.43	168.78	01.02.2023	184.98	202.11
08.11.2022	168.79	159.54	20.12.2022	173.63	164.35	02.02.2023	191.29	214.5
09.11.2022	164.01	158.04	21.12.2022	176.68	169.99	03.02.2023	191.66	214.67
10.11.2022	172.32	166	22.12.2022	175.61	175.69	06.02.2023	188.76	210.59
11.11.2022	178.19	175.61	23.12.2022	177.01	175.93	07.02.2023	188.29	209.91
14.11.2022	177.79	174.76	27.12.2022	176.93	177.05	08.02.2023	186.36	209.48
15.11.2022	181.47	176.26	28.12.2022	173.61	173.05	09.02.2023	184.75	208.62
16.11.2022	177.06	170.77	29.12.2022	175.75	175.55	10.02.2023	185.22	209.37
17.11.2022	176.06	171.54	30.12.2022	173.84	173.2	13.02.2023	187.41	211.66
18.11.2022	178.97	174.72	03.01.2023	175.28	177.27	14.02.2023	186.77	212.67
21.11.2022	180.61	173.64	04.01.2023	177.11	181.45	15.02.2023	186.84	213.04
22.11.2022	182.74	175.67	05.01.2023	173.84	181.28	16.02.2023	185.55	211.67
23.11.2022	182.84	176.36	06.01.2023	178.95	185.77	17.02.2023	183.21	210.3
25.11.2022	182.52	176.7	09.01.2023	181.69	189.74	21.02.2023	178.46	205.65
28.11.2022	179.91	173.21	10.01.2023	178.77	188.74	22.02.2023	176.61	202.83
29.11.2022	184.89	177.82	11.01.2023	182.23	192.2	23.02.2023	179.94	205.18
30.11.2022	189.73	182.22	12.01.2023	182.95	191.89	24.02.2023	180.15	203.28

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
27.02.2023	182.23	204.06	10.04.2023	190.26	231.6	19.05.2023	170.93	229.08
28.02.2023	182.49	203.22	11.04.2023	192.45	231.53	22.05.2023	171.51	228.68
01.03.2023	183.08	204.33	12.04.2023	189.85	229.47	23.05.2023	169.79	226.64
02.03.2023	184.68	206.93	13.04.2023	191	231.07	24.05.2023	167.72	223.55
03.03.2023	185.68	209.08	14.04.2023	192.87	230.69	25.05.2023	171.23	225.08
06.03.2023	186.51	210.13	17.04.2023	193.29	229.31	26.05.2023	171.57	224.15
07.03.2023	183.27	206.32	18.04.2023	194.12	229.21	30.05.2023	169.76	226.14
08.03.2023	184.3	209.54	19.04.2023	196.03	229.49	31.05.2023	167	217.98
09.03.2023	182.88	207.83	20.04.2023	194.98	229.38	01.06.2023	167.83	217.29
10.03.2023	181.54	201.19	21.04.2023	195.21	230.44	02.06.2023	170.14	221.74
13.03.2023	182.23	197.39	24.04.2023	195.85	232.16	05.06.2023	167.85	221.08
14.03.2023	185.06	197.89	25.04.2023	176.29	225.47	06.06.2023	167.59	219.5
15.03.2023	184.36	195.3	26.04.2023	172.57	222.77	07.06.2023	171.5	224.6
16.03.2023	187.92	204.05	27.04.2023	177.76	225.94	08.06.2023	171.48	225.01
17.03.2023	186.79	220.31	28.04.2023	179.81	227.78	09.06.2023	170.49	223.76
20.03.2023	183.49	216.24	01.05.2023	182.2	230.58	12.06.2023	171.5	224.55
21.03.2023	186.79	219.83	02.05.2023	177.84	228.4	13.06.2023	172.89	228.87
22.03.2023	185.54	217.06	03.05.2023	175.83	228.52	14.06.2023	174.88	229.67
23.03.2023	185.29	216.92	04.05.2023	173.29	226.37	15.06.2023	179	236.44
24.03.2023	186.07	217.6	05.05.2023	175.74	229.3	16.06.2023	178.58	233.46
27.03.2023	187.32	219.82	08.05.2023	174.39	230.73	20.06.2023	177.27	231.65
28.03.2023	187.73	220.44	09.05.2023	173.01	228.63	21.06.2023	173.63	225.84
29.03.2023	191.47	223.65	10.05.2023	171.57	226.33	22.06.2023	171.38	232.93
30.03.2023	191.09	224.4	11.05.2023	170.23	224.84	23.06.2023	169.29	232.34
31.03.2023	193.99	228.49	12.05.2023	168.5	222.93	26.06.2023	172.75	234.93
03.04.2023	193.72	228.84	15.05.2023	168.85	222.42	27.06.2023	174.67	246.76
04.04.2023	190.61	226.49	16.05.2023	166.61	221.27	28.06.2023	175.66	248.44
05.04.2023	189.4	229.93	17.05.2023	171.36	225.89	29.06.2023	176.05	249.98
06.04.2023	188.58	232.1	18.05.2023	171.04	230.43	30.06.2023	179.25	247.9

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
03.07.2023	183.77	247.55	14.08.2023	175.51	266.94	25.09.2023	154.31	266.43
05.07.2023	179.97	248.32	15.08.2023	173.26	265.55	26.09.2023	151.9	261.39
06.07.2023	179.28	247.67	16.08.2023	170.74	265.07	27.09.2023	152.41	262.71
07.07.2023	179.76	251.25	17.08.2023	170.74	264.91	28.09.2023	155.5	266.44
10.07.2023	181.33	251.69	18.08.2023	171.24	262.65	29.09.2023	155.87	264.92
11.07.2023	185.24	258.4	21.08.2023	168.49	259.94	02.10.2023	155.08	265.11
12.07.2023	186.49	261.61	22.08.2023	166.86	258.98	03.10.2023	153.75	260.19
13.07.2023	185.36	258.46	23.08.2023	168.88	260.45	04.10.2023	153.72	260.05
14.07.2023	185.26	257.45	24.08.2023	167	258.78	05.10.2023	153.38	259.16
17.07.2023	182.74	254.73	25.08.2023	168.87	258.73	06.10.2023	154.27	257.9
18.07.2023	184.57	261.97	28.08.2023	168.84	258.35	09.10.2023	154.34	255.72
19.07.2023	186.02	260.26	29.08.2023	171.75	260.58	10.10.2023	155.55	256.79
20.07.2023	186.94	263.54	30.08.2023	172.01	263.89	11.10.2023	155.3	255.46
21.07.2023	187.3	259.67	31.08.2023	169.4	261.02	12.10.2023	155.38	252.04
24.07.2023	188.34	258.77	01.09.2023	168	260.97	13.10.2023	155.08	242.84
25.07.2023	184.69	259.66	05.09.2023	163.97	256.62	16.10.2023	156.65	247.56
26.07.2023	184.39	268.13	06.09.2023	162.31	257.47	17.10.2023	157.18	248.03
27.07.2023	186.52	265.37	07.09.2023	162.24	256.16	18.10.2023	153.82	243.61
28.07.2023	187.89	268.85	08.09.2023	161.04	253.31	19.10.2023	152.06	243.29
31.07.2023	187.13	269.95	11.09.2023	160.89	254.7	20.10.2023	151.96	240.62
01.08.2023	185.5	268.16	12.09.2023	156.57	251.47	23.10.2023	148.16	237.97
02.08.2023	183.35	265.45	13.09.2023	157.84	252.16	24.10.2023	149.32	241.68
03.08.2023	181.5	263.52	14.09.2023	160.73	257.03	25.10.2023	146.93	235.21
04.08.2023	180.94	263	15.09.2023	160.49	254.08	26.10.2023	138.21	227.93
07.08.2023	182.15	264.36	18.09.2023	158.44	249.3	27.10.2023	134.83	228.84
08.08.2023	180.55	268.26	19.09.2023	158.01	249.99	30.10.2023	138.78	236.82
09.08.2023	179.37	265.48	20.09.2023	157.64	250.52	31.10.2023	141.25	240.1
10.08.2023	180.38	266.53	21.09.2023	155.43	261.85	01.11.2023	139.8	243.23
11.08.2023	176.62	265.77	22.09.2023	153.78	261.09	02.11.2023	141.99	247.25

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
03.11.2023	142.86	247.14	15.12.2023	162.94	281.29	30.01.2024	145.06	243.77
06.11.2023	142.27	245.33	18.12.2023	161.57	281.92	31.01.2024	141.9	241.29
07.11.2023	141.85	244.2	19.12.2023	161.62	280	01.02.2024	142.41	241.95
08.11.2023	141.95	245.37	20.12.2023	156.96	246.25	02.02.2024	141.85	242.36
09.11.2023	139.95	241.19	21.12.2023	157.16	247.36	05.02.2024	139.08	238.31
10.11.2023	138.11	246.03	22.12.2023	158.25	248.03	06.02.2024	145.92	241.32
13.11.2023	138.17	245.39	26.12.2023	158.03	251.99	07.02.2024	147.24	242.13
14.11.2023	143.17	254.18	27.12.2023	156.84	250.94	08.02.2024	147.92	241.75
15.11.2023	147.17	257.42	28.12.2023	157.31	253.58	09.02.2024	146.26	242.62
16.11.2023	146.91	254.94	29.12.2023	157.23	252.97	12.02.2024	147.45	244.44
17.11.2023	147.98	255.95	02.01.2024	158.34	252.24	13.02.2024	144.9	236.39
20.11.2023	149.57	255.54	03.01.2024	157.54	247.64	14.02.2024	144.22	236.83
21.11.2023	149.77	255.86	04.01.2024	156.99	245.29	15.02.2024	146.98	236.52
22.11.2023	150.75	256.46	05.01.2024	158.72	246.81	16.02.2024	148.41	237.59
24.11.2023	152.03	257.61	08.01.2024	159.92	248.59	20.02.2024	148.64	239.54
27.11.2023	149.59	253.6	09.01.2024	159.94	247.25	21.02.2024	148.27	241.41
28.11.2023	150.74	253.41	10.01.2024	161.22	250.81	22.02.2024	149.73	244.16
29.11.2023	152.29	253.93	11.01.2024	159.25	250.85	23.02.2024	148.63	243.46
30.11.2023	151.61	258.83	12.01.2024	158.31	248.57	26.02.2024	147.5	241.12
01.12.2023	154.91	264.42	16.01.2024	155.33	245.04	27.02.2024	148.27	241.4
04.12.2023	155.92	265.6	17.01.2024	154.56	243.29	28.02.2024	147.77	244.37
05.12.2023	154.16	266.08	18.01.2024	156.53	244.07	29.02.2024	148.26	248.97
06.12.2023	155.29	267.21	19.01.2024	156.89	246.53	01.03.2024	148.06	246.6
07.12.2023	156.5	267.63	22.01.2024	158.6	250.69	04.03.2024	150.61	246.77
08.12.2023	156.3	272.21	23.01.2024	160.06	250.85	05.03.2024	149.66	248.72
11.12.2023	155.78	271.38	24.01.2024	156.58	249.73	06.03.2024	152.55	248.4
12.12.2023	155.37	273.01	25.01.2024	159.71	253.13	07.03.2024	153.41	250.24
13.12.2023	157.25	273.83	26.01.2024	159.3	251.55	08.03.2024	153.96	247.68
14.12.2023	162.36	279.46	29.01.2024	158.02	248.03	11.03.2024	154.75	252.7

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
12.03.2024	157.38	254.22	23.04.2024	148.87	271.75	04.06.2024	135.63	245.95
13.03.2024	154.76	255.22	24.04.2024	146.62	266.07	05.06.2024	137.57	248.05
14.03.2024	153.89	255.53	25.04.2024	147.39	265.52	06.06.2024	137.56	250.27
15.03.2024	153.37	253.29	26.04.2024	147.59	265.84	07.06.2024	137.64	247.73
18.03.2024	151.69	253.18	29.04.2024	148.55	265.86	10.06.2024	137.68	253.72
19.03.2024	153.2	256.62	30.04.2024	147.48	261.78	11.06.2024	137.35	252.43
20.03.2024	154.76	259.99	01.05.2024	145.92	260.73	12.06.2024	136.43	248.6
21.03.2024	155.32	264.85	02.05.2024	147.22	262.03	13.06.2024	134.89	248.6
22.03.2024	156.27	284.32	03.05.2024	146.43	260.65	14.06.2024	135.65	246.43
25.03.2024	156.57	282.57	06.05.2024	146.67	260.29	17.06.2024	135.85	250.06
26.03.2024	143.79	288.99	07.05.2024	147.09	259.47	18.06.2024	134.2	248.09
27.03.2024	147.33	287.88	08.05.2024	147.77	258.01	20.06.2024	136.87	252.52
28.03.2024	148.63	289.74	09.05.2024	148.06	262.06	21.06.2024	136.6	253.66
01.04.2024	147.62	280.13	10.05.2024	147.37	265.73	24.06.2024	138.6	256.51
02.04.2024	149.15	275.29	13.05.2024	150.6	266.89	25.06.2024	134.36	256.38
03.04.2024	152.27	278.49	14.05.2024	147.94	259.04	26.06.2024	138.15	296.19
04.04.2024	150	275.51	15.05.2024	147.94	259.32	27.06.2024	135.83	295.47
05.04.2024	151.36	273.52	16.05.2024	149.66	258.78	28.06.2024	136.85	299.84
08.04.2024	150.11	275.57	17.05.2024	149.24	257.25	01.07.2024	135.95	298.68
09.04.2024	150.57	276.37	20.05.2024	147.59	254.71	02.07.2024	134.91	298.22
10.04.2024	147.26	270.3	21.05.2024	145.42	252.33	03.07.2024	135.55	293.71
11.04.2024	149.01	272.18	22.05.2024	143.77	252.07	05.07.2024	136.35	294
12.04.2024	144.91	267.8	23.05.2024	139.1	249.29	08.07.2024	135.53	295.53
15.04.2024	144.85	266.74	24.05.2024	138.66	247.59	09.07.2024	134.28	292.73
16.04.2024	142.89	264.94	28.05.2024	137.58	248.04	10.07.2024	135.65	293.27
17.04.2024	142.25	263.07	29.05.2024	134.41	245.11	11.07.2024	138.24	299.54
18.04.2024	142.74	263.37	30.05.2024	136.86	249.58	12.07.2024	142.35	299.02
19.04.2024	142.77	266.99	31.05.2024	138.93	253.96	15.07.2024	144.15	305.02
22.04.2024	145.36	270.15	03.06.2024	138.42	248.62	16.07.2024	147.33	313.52

Таблиця А.1 (продовження)

Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX	Дата	NYSE: UPS	NYSE: FDX
17.07.2024	147.38	310.43	27.08.2024	127.9	294.9	08.10.2024	130.96	261.4
18.07.2024	144.76	306.62	28.08.2024	127.19	296.13	09.10.2024	133	264.64
19.07.2024	145.18	306.31	29.08.2024	126.98	296.25	10.10.2024	132.84	264.27
22.07.2024	145.18	307.43	30.08.2024	128.55	298.77	11.10.2024	134.6	264.36
23.07.2024	127.68	300.8	03.09.2024	127.5	293.48	14.10.2024	134.57	267.45
24.07.2024	128.53	298.28	04.09.2024	128.92	292.84	15.10.2024	133.8	265.92
25.07.2024	127.08	298.59	05.09.2024	127.4	285.31	16.10.2024	135.84	271.8
26.07.2024	128.83	300.14	06.09.2024	127.54	283.04	17.10.2024	135.41	274.26
29.07.2024	128.61	299.23	09.09.2024	128.88	283.3	18.10.2024	135.93	274.4
30.07.2024	129.03	300.88	10.09.2024	129.83	283.85	21.10.2024	131.33	268.81
31.07.2024	130.37	302.25	11.09.2024	128.5	284.86	22.10.2024	131.33	269.79
01.08.2024	130.58	297.83	12.09.2024	128.42	286	23.10.2024	131.41	268.05
02.08.2024	128.06	292.3	13.09.2024	127.24	286.38	24.10.2024	138.35	272.87
05.08.2024	126.02	283.09	16.09.2024	128.91	292.63	25.10.2024	137.43	272.12
06.08.2024	124.5	285.73	17.09.2024	130.65	297.34	28.10.2024	135.34	275.45
07.08.2024	123.32	278.13	18.09.2024	130.65	298.17	29.10.2024	134.31	275.04
08.08.2024	126.21	278.62	19.09.2024	132.13	300.39	30.10.2024	133.8	274.08
09.08.2024	125.82	277.41	20.09.2024	128.6	254.64	31.10.2024	134.06	273.85
12.08.2024	124.86	279.15	23.09.2024	128.74	258.79			
13.08.2024	126.49	283.1	24.09.2024	129.52	267.13			
14.08.2024	126.42	283.33	25.09.2024	131.51	263.77			
15.08.2024	128.55	284.18	26.09.2024	133.33	266.33			
16.08.2024	129.65	285.4	27.09.2024	134.26	267.55			
19.08.2024	128.95	288.42	30.09.2024	136.34	273.68			
20.08.2024	128.88	288.44	01.10.2024	133.27	269.56			
21.08.2024	127.9	291.52	02.10.2024	133.01	266.93			
22.08.2024	126.84	294.28	03.10.2024	130.72	262.08			
23.08.2024	127.97	297.18	04.10.2024	131.25	260.84			
26.08.2024	129.26	297.24	07.10.2024	131.2	260.5			

ДОДАТОК Б

Вартість токену логістичної платформи VeChain (VET)

Таблиця Б.1 – Вартість токену логістичної платформи VeChain (VET)

Дата	VET	Дата	VET
01.09.2018	0.0128913	01.03.2022	0.0774950634
01.10.2018	0.0103647	01.04.2022	0.0453444895
01.11.2018	0.00476678478762	01.05.2022	0.0327679274
01.12.2018	0.003972173886	01.06.2022	0.0227331701
01.01.2019	0.00390870195472	01.07.2022	0.0271515157
01.02.2019	0.00459613171464	01.08.2022	0.0241982701
01.03.2019	0.00611060927313	01.09.2022	0.0230592955
01.04.2019	0.00625227049786	01.10.2022	0.0239810542
01.05.2019	0.00769323884878	01.11.2022	0.0192764953
01.06.2019	0.00811907709241	01.12.2022	0.0157844851
01.07.2019	0.00561405648823	01.01.2023	0.0231525183
01.08.2019	0.00411623526558	01.02.2023	0.026925329
01.09.2019	0.00346987811009	01.03.2023	0.0234680048
01.10.2019	0.00412163751685	01.04.2023	0.0222569202
01.11.2019	0.00609294127173	01.05.2023	0.0203414441
01.12.2019	0.00524098494682	01.06.2023	0.019690509
01.01.2020	0.00577890695673	01.07.2023	0.0186350776
01.02.2020	0.005660441302	01.08.2023	0.0157517653
01.03.2020	0.00313208589622	01.09.2023	0.0174157966
01.04.2020	0.00437533995567	01.10.2023	0.018874605
01.05.2020	0.00627081844483	01.11.2023	0.021375693
01.06.2020	0.00883224065347	01.12.2023	0.0342393847
01.07.2020	0.0172623112	01.01.2024	0.0282058452
01.08.2020	0.01610298	01.02.2024	0.0477181223
01.09.2020	0.01349869	01.03.2024	0.0461652705
01.10.2020	0.00988731	01.04.2024	0.0360456965
01.11.2020	0.015976	01.05.2024	0.0339588784
01.12.2020	0.01877717	01.06.2024	0.026726995
01.01.2021	0.02542401	01.07.2024	0.0262918707
01.02.2021	0.03965532	01.08.2024	0.0218136026
01.03.2021	0.08805684	01.09.2024	0.0243232387
01.04.2021	0.20107878	01.10.2024	0.0211507333
01.05.2021	0.12615818	01.11.2024	0.0400817898
01.06.2021	0.09060993		
01.07.2021	0.08958631		
01.08.2021	0.12308351		
01.09.2021	0.0951272319		
01.10.2021	0.1327306514		
01.11.2021	0.1190897491		
01.12.2021	0.0828033818		
01.01.2022	0.0537953098		
01.02.2022	0.05186744		

Декларація академічної доброчесності
здобувача вищої освіти ЗНУ

Я____Шевченко_____Ілля_____Андрійович_____,
студент(ка)___2___курсу, форми навчання____денної___,
факультету_____економічного_____,
спеціальності_____економіка_____,
адреса електронної пошти_iljashevchenko59@gmail.com_,
підтверджую, що написана мною кваліфікаційна робота на тему «Аналіз впливу ринку цифрових активів на розвиток сектору логістичних послуг»
відповідає вимогам академічної доброчесності та не містить порушень, що визначені у ст. 42 Закону України «Про освіту», зі змістом яких ознайомлений/ознайомлена;
- заявляю, що надана мною для перевірки електронна версія роботи є ідентичною її друкованій версії;
- згоден/згодна на перевірку моєї роботи на відповідність критеріям *академічної доброчесності у будь-який спосіб, у тому числі за допомогою* Інтернет-системи, а також на архівування роботи в базі даних цієї системи.

Дата_____ Підпис_____ ПІБ (студент) __Шевченко І.А._____
Дата_____ Підпис_____ ПІБ (науковий керівник) _Очеретін Д.В._