

**Київський національний університет імені Тараса Шевченка**

**Економічний факультет**

**Кафедра економічної кібернетики**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

**Вплив зміни валютних курсів на міжнародні логістичні операції  
українських компаній**

студентки 4 курсу

спеціальності 051 «Економіка»

ОПП «Економічна кібернетика»

денної форми навчання

**Мнухіної Марини Олександрівни**

Науковий керівник:

кандидат економічних наук, асистент

**Наумова Марія Олександрівна**

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

Студентка \_\_\_\_\_

Роботу допущено до захисту перед ЕК  
рішенням кафедри економічної кібернетики  
від 12 червня 2025 р.,  
протокол № 15

**Завідувач кафедри:**

доктор економічних наук, професор  
Ляшенко Олена Ігорівна \_\_\_\_\_

КИЇВ – 2025

## РЕФЕРАТ

**Кваліфікаційна робота бакалавра містить:** 103 ст., 11 рис., 14 табл., 57 джерел.

**Ключові слова:** логістичні витрати, валютні курси, міжнародна логістика, валютний ризик, ARIMA, VAR, GARCH, економетричне моделювання, сценарне прогнозування, валютна волатильність, управління ризиками.

**Об'єкт дослідження:** логістичні витрати українських компаній, що здійснюють міжнародні операції.

**Мета дослідження:** оцінити вплив валютних коливань на логістичні витрати українських компаній, сформувані економетричну модель для прогнозування цих витрат в умовах валютної нестабільності та розробити практичні рекомендації щодо оптимізації витрат і управління валютними ризиками.

### Методи дослідження:

- Аналіз динаміки валютного курсу та логістичних витрат;
- Побудова економетричних моделей: ARIMA, VAR, GARCH(1,1);
- Тестування моделей (Тест Дарбіна-Уотсона, LM тест Бреуша-Годфрі, тест Уайта, тест Жарка-Бера, тест Дікі-Фуллера, CUSUM та CUSUM of Squares тести та ін.);
- Сценарне прогнозування;
- Візуалізація даних за допомогою Python (pandas, matplotlib) та побудова моделей в EViews.

**Наукова новизна, теоретична значущість дослідження:** робота пропонує комплексний підхід до аналізу впливу валютного курсу на логістичні витрати через поєднання моделей часових рядів та сценарного аналізу. Побудована модель дозволяє враховувати як рівень, так і волатильність валютного курсу, що підвищує точність прогнозування та поглиблює розуміння ролі валютної нестабільності в міжнародній логістиці.

**Практична цінність:** запропоновані моделі та сценарії можуть бути використані логістичними компаніями для оцінки ризиків, формування резервних фондів, бюджетного планування та стратегічного ухвалення рішень в умовах волатильного валютного середовища. Інструментарій, застосований у дослідженні, може бути інтегрований в системи управління ризиками на підприємствах, що працюють у сфері міжнародної торгівлі.

## RESUME

**Taras Shevchenko National University of Kyiv**

Faculty of Economics, Department of Economic Cybernetics

**Key words:** logistics costs, exchange rate, international logistics, currency risk, ARIMA, VAR, GARCH, econometric modeling, scenario forecasting, volatility, risk management.

**The bachelor's thesis** by student Maryna Mnukhina **explores** the impact of exchange rate fluctuations on the logistics costs of Ukrainian companies involved in international operations. The study focuses on building a multifactor econometric model based on data from 2019 to 2023 and examines how changes in macroeconomic indicators, particularly the USD/UAH exchange rate, influence company expenditures in the logistics sector.

The research utilizes statistical and econometric methods, including ARIMA, VAR, and GARCH(1,1) models, along with tests for stationarity, autocorrelation, heteroskedasticity, and model stability (ADF, Durbin–Watson, Breusch–Godfrey, White, Jarque–Bera, CUSUM, CUSUM of Squares etc.). Forecasting was conducted using both baseline and scenario-based approaches to assess potential financial risks under different exchange rate dynamics through 2028.

The modeling was implemented in EViews, while data preprocessing and visualization were conducted using Python libraries (pandas, matplotlib, seaborn, statsmodels).

This study is practically relevant for logistics and financial departments of export-oriented companies. It can serve as a tool for currency risk assessment, cost forecasting, strategic planning, and building more resilient logistics budgets in unstable economic environments.

**Pages:** 103, **figures:** 11, **tables:** 14, **bibliography:** 57.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПЛИВУ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ НА МІЖНАРОДНУ ЛОГІСТИКУ.....	9
1.1. Методи прогнозування та управління валютними ризиками у логістичних операціях.....	9
1.2. Механізми формування валютного курсу та його значення для міжнародної логістики.....	15
1.3. Ризики валютних коливань у міжнародній логістиці та їхній вплив на економічні результати.....	19
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ І ПОБУДОВИ ЕКОНОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ .....	25
2.1. Методологічні засади збору та обробки даних для дослідження валютних ризиків у логістиці.....	25
2.2. Формування вибірки, вибір змінних та застосування економетричних моделей для аналізу валютних ризиків у логістиці .....	30
2.3. Підходи до вибору економетричної моделі та її порівняння з альтернативними методами аналізу валютних ризиків.....	35
2.4. Тестування адекватності та стабільності економетричної моделі у дослідженні валютних ризиків у логістиці .....	41
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА: ЕКОНОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ НА ЛОГІСТИЧНІ ВИТРАТИ.....	47
3.1. Формування сучасної моделі впливу валютних курсів на логістичні витрати.....	47
3.2. Характеристика інформаційної бази.....	50
3.3. Побудова моделі та її специфікація.....	57
3.4. Результати тестування адекватності та стабільності моделі .....	65

3.5. Практичні рекомендації щодо управління валютними ризиками.....	89
ВИСНОВКИ .....	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	98

## ВСТУП

Сучасна глобалізація та активний розвиток міжнародної торгівлі спричинили суттєве зростання важливості логістики як ключової складової економіки. Логістичні витрати є одним із найвагоміших факторів, що впливають на ефективність діяльності підприємств, особливо тих, які здійснюють операції в міжнародному середовищі. У цьому контексті валютні ризики, пов'язані з коливаннями курсів валют, стають критичним викликом для компаній, які прагнуть зберегти конкурентоспроможність та фінансову стабільність.

Колівання валютних курсів впливають на всі складові логістичних витрат: транспорт, паливо, митні збори, складське зберігання та інші операції. Зокрема, зростання курсу іноземної валюти щодо національної безпосередньо збільшує витрати, номіновані в іноземній валюті, що може призвести до значних фінансових втрат. У таких умовах розробка ефективних підходів до аналізу впливу валютних курсів на логістичні витрати є важливим завданням для економістів та менеджерів.

**Актуальність дослідження** зумовлена тим, що в сучасних умовах нестабільності світової економіки валютні курси залишаються одним із найбільш мінливих макроекономічних показників. Для компаній, які працюють на міжнародних ринках, ефективне управління валютними ризиками стає необхідною умовою для підтримання рентабельності та мінімізації фінансових втрат. Крім того, аналіз впливу валютних курсів на логістичні витрати дозволяє не лише виявити основні чинники, що формують витрати, але й розробити стратегії адаптації до мінливих умов ринку.

**Мета роботи** полягає в дослідженні впливу змін валютних курсів на логістичні витрати українських компаній та розробці практичних рекомендацій щодо оптимізації витрат і управління валютними ризиками. Для досягнення мети передбачено вирішення таких завдань:

1. Дослідити теоретичні аспекти взаємозв'язку між валютними курсами та логістичними витратами.

2. Розробити економетричну модель, що дозволяє оцінити вплив основних макроекономічних змінних на логістичні витрати.
3. Провести прогнозування змін витрат за різних сценаріїв валютних коливань.
4. Надати рекомендації щодо адаптації компаній до валютних ризиків і оптимізації логістичних витрат.

**Об'єктом дослідження** є логістичні витрати українських компаній, що здійснюють міжнародні операції. Предметом дослідження є вплив валютних курсів та інших макроекономічних чинників на структуру та динаміку логістичних витрат.

**Методи дослідження** включають економетричний аналіз, моделювання часових рядів, статистичні методи аналізу та прогнозування, що дозволяють забезпечити точність та репрезентативність отриманих результатів.

**Практичне значення роботи** полягає в тому, що розроблена модель та рекомендації можуть бути використані компаніями для управління валютними ризиками, підвищення ефективності логістичних операцій та забезпечення фінансової стабільності. Дослідження також може бути корисним для економістів, аналітиків та інших фахівців, які працюють у сфері міжнародного бізнесу та логістики.

Таким чином, робота спрямована на вирішення актуального завдання, що має важливе практичне та наукове значення, оскільки ефективне управління валютними ризиками є запорукою успішної діяльності в умовах мінливої економіки.

## РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПЛИВУ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ НА МІЖНАРОДНУ ЛОГІСТИКУ

### 1.1. Методи прогнозування та управління валютними ризиками у логістичних операціях

Валютні ризики є однією з ключових проблем, з якими стикаються компанії, що працюють на міжнародному ринку. Ця проблема особливо актуальна для сфери логістики, оскільки міжнародні перевезення, постачання та зберігання товарів вимагають значних фінансових ресурсів, які часто формуються в різних валютах. Аналіз теоретичних підходів до вивчення валютних ризиків у логістиці дозволяє визначити основні аспекти управління цими ризиками та їхній вплив на ефективність операційної діяльності компаній.

Наукові дослідження валютних ризиків у логістиці зосереджуються на кількох ключових аспектах: визначенні сутності валютних ризиків, класифікації їх видів, вивченні механізмів впливу на логістичні процеси та методів управління цими ризиками. Одним із базових теоретичних підходів до розуміння валютних ризиків є їхній поділ на три основні типи: операційний, транзакційний та трансляційний ризики. Кожен із цих ризиків має специфічний вплив на діяльність компаній, які працюють у логістичній сфері [1].

**Операційний** валютний ризик виникає у зв'язку зі зміною вартості товарів і послуг через коливання валютних курсів. У логістиці це може проявлятися у збільшенні витрат на перевезення або зберігання через зростання курсу валюти, в якій номінуються відповідні контракти. Такий ризик особливо значний для компаній, які працюють у регіонах із високою волатильністю валютних ринків.

**Транзакційний** ризик пов'язаний із впливом коливань валютних курсів на грошові потоки компанії під час виконання фінансових зобов'язань. У логістиці цей ризик часто виникає під час укладення договорів на міжнародні перевезення, закупівлю пального, оренду складів або оплати послуг партнерів у різних країнах. Враховуючи тривалий час між укладенням контракту і його виконанням, компанії можуть втрачати кошти через несприятливі зміни валютних курсів.

**Трансляційний** ризик стосується переоцінки активів і пасивів компанії в іноземній валюті внаслідок зміни курсу національної валюти. Для логістичних компаній, які мають дочірні підприємства або філії за кордоном, цей ризик може бути суттєвим, оскільки переоцінка балансових показників може вплинути на загальну фінансову стабільність компанії [2].

Теоретичні підходи до аналізу валютних ризиків у логістиці також враховують вплив макроекономічних чинників на коливання валютних курсів. Дослідники підкреслюють, що такі фактори, як рівень інфляції, процентні ставки, зовнішньоторговельний баланс і політична стабільність, суттєво впливають на формування валютних курсів. У логістиці ці фактори мають значення для планування довгострокових контрактів і оцінки ризиків, пов'язаних із фінансуванням міжнародних операцій.

Однією з важливих складових аналізу теоретичних підходів до валютних ризиків є вивчення моделей прогнозування валютних курсів. Такі моделі базуються на використанні економетричних методів, які дозволяють оцінювати ймовірність зміни валютного курсу на основі статистичних даних. У контексті логістики прогнозування валютних курсів дозволяє компаніям мінімізувати ризики шляхом укладення контрактів на майбутні поставки за фіксованими цінами або використання хеджування.

Методи управління валютними ризиками у логістиці також є важливою складовою теоретичного аналізу. Найбільш поширеними підходами є використання фінансових інструментів, таких як форварди, ф'ючерси, опціони і валютні свопи [5]. У логістичних компаніях ці інструменти застосовуються для фіксації валютного курсу на момент виконання контракту, що дозволяє уникнути додаткових витрат через несприятливі курсові зміни.

Ще одним важливим аспектом є операційні стратегії управління валютними ризиками, які передбачають оптимізацію логістичних процесів. Наприклад, компанії можуть адаптувати маршрути перевезень, змінювати постачальників або укладати контракти з партнерами у стабільніших валютах. Ці

стратегії дозволяють мінімізувати вплив валютних ризиків на операційну діяльність.

Сучасні теоретичні дослідження також акцентують увагу на використанні інформаційних технологій у процесі управління валютними ризиками. Зокрема, системи управління ризиками, інтегровані в ERP-системи, дозволяють автоматизувати процес моніторингу валютних курсів, оцінювати ризики в реальному часі та забезпечувати прийняття оперативних рішень. У логістиці такі системи можуть бути інтегровані з програмами управління запасами, планування перевезень і фінансового обліку.

Аналіз літератури також свідчить про важливість міждисциплінарного підходу до вивчення валютних ризиків у логістиці. Це означає, що дослідники поєднують економічні, фінансові та логістичні аспекти, щоб краще зрозуміти вплив валютних курсів на діяльність компаній. Наприклад, вивчення взаємозв'язків між валютними курсами, цінами на паливо та витратами на транспортування дозволяє отримати більш повне уявлення про ризики, які впливають на ефективність логістичних операцій.

Важливо зазначити, що валютні ризики мають не лише негативний, а й позитивний вплив на логістичну діяльність. У певних умовах зміна валютного курсу може призвести до зниження витрат на перевезення або закупівлю товарів за кордоном. Це створює додаткові можливості для компаній, які мають ефективну систему моніторингу та управління валютними ризиками.

Отже, теоретичні підходи до вивчення валютних ризиків у логістиці охоплюють широкий спектр аспектів, починаючи від аналізу їх сутності й механізмів впливу, закінчуючи методами прогнозування та управління. Ці підходи дозволяють не лише ідентифікувати ризики, але й розробляти ефективні стратегії їх мінімізації, що є ключовим чинником забезпечення фінансової стабільності та конкурентоспроможності логістичних компаній на міжнародному ринку [6].

Практичний досвід дослідження та управління валютними ризиками у сфері логістики демонструє, що ця проблема є не лише теоретичною, але й має

значний вплив на реальну діяльність компаній. Сучасні тенденції у цій галузі свідчать про все більшу інтеграцію фінансових і технологічних інструментів, спрямованих на мінімізацію негативного впливу валютних коливань. Для розуміння сучасного стану досліджень і практики управління валютними ризиками слід враховувати досвід провідних міжнародних логістичних компаній, дослідження галузевих експертів і впровадження інноваційних підходів.

Однією з ключових особливостей практичного досвіду є широка варіативність підходів до управління валютними ризиками, які залежать від специфіки діяльності компанії, її масштабу та регіональної орієнтації. Наприклад, міжнародні логістичні компанії, такі як DHL, FedEx чи Maersk, використовують комплексні стратегії для захисту своїх фінансових операцій від впливу валютних коливань. Вони поєднують традиційні фінансові інструменти, такі як форвардні контракти, ф'ючерси та валютні свопи, із сучасними технологічними рішеннями, такими як автоматизовані системи прогнозування курсів та управління ризиками [7].

Практика управління валютними ризиками часто базується на регіональних особливостях. Так, компанії, які працюють у країнах із нестабільною економікою або високою інфляцією, стикаються з підвищеними ризиками. У таких випадках вони, як правило, використовують стратегії диверсифікації валютної експозиції, укладаючи контракти у стабільніших валютах, таких як долар США, євро чи японська єна. Це дозволяє мінімізувати залежність від локальних валют, які є більш схильними до коливань.

Один із сучасних підходів, який активно впроваджується у практиці, — це використання мультивалютних рахунків для проведення розрахунків. Цей інструмент дозволяє компаніям тримати активи в різних валютах і проводити фінансові операції у валюті, яка є найвигіднішою на поточний момент [8]. Наприклад, якщо курс долара США раптово зростає, компанія може здійснити платежі у євро, щоб уникнути додаткових витрат. Такий підхід активно

використовується в логістичних компаніях, які працюють із кількома валютами одночасно.

Ще однією сучасною тенденцією є використання алгоритмічного трейдингу для управління валютними ризиками. Деякі великі логістичні компанії розробляють власні алгоритми, які аналізують фінансові ринки та прогнозують зміни валютних курсів. Наприклад, алгоритми можуть автоматично укладати форвардні контракти, якщо прогнозується значне зростання курсу певної валюти [9]. Такий підхід дозволяє компаніям швидко реагувати на зміни ринку та зменшувати вплив валютних коливань на свої фінансові результати.

У практиці також важливо враховувати часовий аспект управління валютними ризиками. Досвід показує, що короткострокові ризики можуть бути ефективно знижені за допомогою хеджування, тоді як довгострокові ризики вимагають більш глибокого стратегічного планування. Наприклад, у випадках, коли компанія планує довгострокову співпрацю з постачальниками чи клієнтами з інших країн, часто використовуються стратегічні партнерські угоди, які передбачають фіксований обмінний курс на період дії контракту.

Сучасні тенденції у дослідженнях валютних ризиків свідчать про активне залучення великих масивів даних (Big Data) та штучного інтелекту. Наприклад, дослідження впливу валютних коливань на логістичні витрати проводяться з використанням історичних даних про курси валют, обсяги транспортування, витрати на паливо тощо. Аналітичні системи, які базуються на технологіях машинного навчання, дозволяють знаходити складні взаємозв'язки між цими змінними та прогнозувати майбутні ризики.

Також важливим напрямом є розвиток блокчейн-технологій у сфері валютних операцій. Деякі логістичні компанії почали використовувати криптовалюту як засіб проведення міжнародних розрахунків. Це дозволяє уникнути залежності від традиційних валютних коливань і знизити транзакційні витрати. Однак практичне застосування криптовалют у логістиці все ще має певні обмеження, пов'язані з їх волатильністю та правовим регулюванням [11].

Досвід провідних компаній також свідчить про важливість інтеграції валютного ризику у загальну систему управління ризиками. Це означає, що валютні ризики розглядаються у контексті інших фінансових ризиків, таких як ризики зміни процентних ставок, кредитні ризики тощо. Такий підхід дозволяє компаніям ефективніше координувати свої дії та оптимізувати фінансові ресурси.

На рівні глобальних досліджень тенденція полягає в усе більшому застосуванні математичних і статистичних моделей для аналізу валютних ризиків. Наприклад, моделі VAR (Vector Autoregression) та ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) широко використовуються для прогнозування курсів валют. Крім того, методи Монте-Карло дозволяють моделювати різні сценарії зміни курсів і оцінювати їх вплив на логістичні витрати.

Практичний досвід також демонструє, що навчання персоналу є важливим компонентом управління валютними ризиками. У багатьох компаніях проводяться спеціалізовані тренінги для фінансових аналітиків і менеджерів, спрямовані на підвищення їхніх навичок у роботі з валютними інструментами. Це дозволяє компаніям підвищувати рівень експертизи своїх працівників і зменшувати ризики, пов'язані з помилками у прийнятті рішень.

Підсумовуючи, сучасний практичний досвід управління валютними ризиками у логістиці свідчить про необхідність поєднання фінансових, технологічних і організаційних підходів. Використання інноваційних інструментів, таких як алгоритмічний трейдинг, Big Data та блокчейн, дозволяє компаніям швидко адаптуватися до змін ринку. Водночас стратегічне планування і навчання персоналу залишаються важливими компонентами ефективного управління валютними ризиками. Такий комплексний підхід забезпечує фінансову стабільність компаній і сприяє їх конкурентоспроможності на міжнародному ринку [12].

## 1.2. Механізми формування валютного курсу та його значення для міжнародної логістики

Валютний курс є одним із ключових економічних індикаторів, який визначає співвідношення між вартістю грошових одиниць двох країн. Це поняття відіграє фундаментальну роль у міжнародній торгівлі, фінансах та логістиці, оскільки впливає на ціни товарів і послуг, витрати на транспортування, інвестиційну привабливість ринків і фінансову стабільність компаній. Визначення валютного курсу, його типів та особливостей функціонування дозволяє краще зрозуміти механізми впливу на економічні процеси і взаємозв'язки між учасниками глобального ринку.

Валютний курс визначається як ціна однієї валюти, виражена в одиницях іншої валюти. Наприклад, курс гривні до долара США показує, скільки гривень необхідно для придбання одного долара. Ця величина може змінюватися під впливом різноманітних економічних, політичних і соціальних чинників, що створює динамічне середовище для фінансових операцій [13].

У залежності від способу формування валютного курсу виділяють кілька його типів: фіксований, плаваючий і змішаний (регульований плаваючий курс). Кожен із цих типів має свої особливості, переваги та недоліки, які визначають їх доцільність у різних економічних умовах.

**Фіксований** валютний курс встановлюється та підтримується центральним банком країни на певному рівні відносно іншої валюти або кошика валют. Для цього центральний банк використовує валютні інтервенції, купуючи або продаючи іноземну валюту, щоб утримати курс на заданому рівні. Основною перевагою фіксованого курсу є стабільність, яка сприяє прогнозованості міжнародної торгівлі та інвестицій. Наприклад, валютний курс, прив'язаний до долара США, забезпечує стабільність у країнах із високою залежністю від експорту, номінованого в доларах. Однак цей підхід має і свої недоліки, зокрема втрату гнучкості в умовах зміни економічної ситуації, що може призвести до дисбалансів у платіжному балансі та резервів центрального банку.

**Плаваючий** валютний курс формується на основі ринкового попиту і пропозиції без втручання центрального банку. Основними факторами, що впливають на його динаміку, є торгівельний баланс, рівень інфляції, зміни в процентних ставках, політична стабільність та очікування учасників ринку. Перевагою плаваючого курсу є його здатність адаптуватися до змін економічних умов, автоматично вирівнюючи зовнішньоекономічний баланс. Наприклад, у разі зростання попиту на експорт країни її валюта зміцнюється, що допомагає компенсувати зростання доходів від експорту. Недоліком такого підходу є значна волатильність, яка може створювати ризики для підприємств, зайнятих у міжнародній торгівлі, та інвесторів.

**Змішаний** або регульований плаваючий валютний курс поєднує елементи як фіксованого, так і плаваючого курсів. У цьому випадку валютний курс формується на ринку, але центральний банк може втручатися для згладжування різких коливань або підтримання стабільності в кризових ситуаціях. Такий підхід використовується багатьма країнами, оскільки дозволяє досягти балансу між стабільністю і гнучкістю [14].

Ще одним важливим аспектом класифікації валютних курсів є їх форма вираження: номінальний, реальний і паритетний курси. Номінальний валютний курс відображає безпосереднє співвідношення між двома валютами, яке спостерігається на ринку. Реальний валютний курс враховує рівень інфляції в країнах, валюти яких порівнюються, що дозволяє оцінити реальну купівельну спроможність валюти. Наприклад, якщо номінальний курс залишається стабільним, але рівень інфляції в одній із країн значно зростає, реальний курс цієї валюти знизиться.

Паритетний валютний курс базується на концепції паритету купівельної спроможності, яка передбачає, що однакові товари в різних країнах повинні мати однакову вартість, якщо виразити її у спільній валюті. Цей курс використовується для довгострокових оцінок і порівнянь економічної ситуації між країнами [15].

Окрім зазначених типів, валютні курси можуть бути класифіковані за напрямом угод. Спот-курс — це курс, за яким здійснюються операції негайного обміну валюти, зазвичай протягом двох робочих днів. Форвардний курс застосовується для угод із відстроченим виконанням, коли сторони фіксують обмінний курс на майбутню дату. Такий підхід використовується для хеджування валютних ризиків у міжнародній торгівлі та логістиці [17].

Крім того, важливим є питання подвійного або множинного валютного курсу, коли в країні одночасно діють кілька курсів, залежно від типу операції (експорт, імпорт, інвестиції тощо). Така система часто застосовується в умовах економічної кризи або для підтримки стратегічних галузей економіки.

Стан платіжного балансу також значною мірою визначає динаміку валютного курсу. Якщо країна має позитивне сальдо платіжного балансу, тобто експорт перевищує імпорт, це створює стійкий приплив іноземної валюти і зміцнює національну валюту. У разі дефіциту платіжного балансу відбувається зворотний процес, що призводить до послаблення валюти.

Обсяг міжнародних резервів центрального банку є ще одним чинником, який впливає на валютний курс. Центральний банк може використовувати валютні резерви для проведення інтервенцій з метою стабілізації курсу. Наприклад, якщо курс національної валюти знижується, центральний банк може продавати іноземну валюту, щоб збільшити її пропозицію на ринку і підтримати національну валюту.

Політична стабільність і довіра до уряду також мають суттєвий вплив на валютний курс. Країни з високим рівнем політичної стабільності і прогнозованою політикою залучають більше інвестицій, що зміцнює їхню валюту. Навпаки, політична нестабільність, конфлікти чи економічна криза можуть викликати відтік капіталу, що призводить до девальвації валюти.

Серед інших чинників, що впливають на динаміку валютного курсу, слід виділити обсяги зовнішньої торгівлі. Країни, які експортують більше, ніж імпортують, зазвичай мають сильнішу валюту, оскільки попит на їхні товари і,

відповідно, на валюту зростає. Наприклад, якщо експорт товарів і послуг зростає, іноземні покупці повинні купувати національну валюту, що підвищує її вартість.

Глобальні економічні тенденції також відіграють значну роль у формуванні валютного курсу. Наприклад, зміни в цінах на енергоресурси, такі як нафта і газ, можуть мати суттєвий вплив на валюти країн, економіки яких залежать від експорту цих ресурсів. Зростання цін на нафту може зміцнити валюту експортера, тоді як падіння — послабити її.

Роль очікувань і спекуляцій на валютному ринку не можна недооцінювати. Валютний ринок є одним із найбільш чутливих до інформації, і навіть чутки або прогнози щодо змін у грошово-кредитній політиці, економічних показників чи політичної ситуації можуть спричиняти суттєві коливання курсів. Спекулянти, які прагнуть отримати прибуток на таких коливаннях, створюють додатковий тиск на валюту, посилюючи її динаміку [17].

Окремо варто виділити чинники, пов'язані з глобалізацією і розвитком міжнародної торгівлі. Зростання інтеграції національних економік, розвиток транснаціональних компаній і логістичних ланцюгів створюють додаткові можливості для впливу глобальних подій на динаміку валютних курсів. Наприклад, глобальні фінансові кризи або зміни в торговельних угодах між країнами можуть суттєво впливати на валютний курс навіть у короткостроковій перспективі.

Технологічний прогрес також відіграє важливу роль у формуванні валютних курсів. Розвиток фінансових технологій, таких як електронна торгівля валютами, автоматизація операцій і впровадження алгоритмічного трейдингу, змінює структуру валютного ринку і спосіб формування курсу. Швидкість обробки інформації і проведення транзакцій впливає на реакцію ринку на зміни економічних і політичних умов.

Таким чином, динаміка валютних курсів формується під впливом численних взаємопов'язаних чинників, які можуть мати як короткостроковий, так і довгостроковий вплив. Розуміння цих чинників дозволяє учасникам ринку приймати обґрунтовані рішення, розробляти ефективні стратегії управління

ризиками та прогнозувати можливі зміни у вартості валют. Урахування таких аспектів є необхідним для забезпечення стабільності фінансової системи та ефективної роботи підприємств у міжнародному середовищі [18].

### **1.3. Ризики валютних коливань у міжнародній логістиці та їхній вплив на економічні результати**

Валютний ризик є важливим чинником, який впливає на фінансову стабільність компаній, зайнятих у сфері міжнародної логістики. Його вплив на витрати логістичних операцій є багатограним і залежить від багатьох чинників, таких як характер діяльності компанії, структура логістичних витрат, вибір валют для розрахунків і загальний стан валютного ринку. Враховуючи глобалізацію та постійно зростаючі масштаби міжнародної торгівлі, розуміння цього впливу є критично важливим для ефективного управління ризиками та забезпечення конкурентоспроможності.

Одним із найпоширеніших способів, якими валютний ризик впливає на витрати логістичних операцій, є коливання валютних курсів у період між укладенням контракту та його виконанням. Наприклад, якщо компанія укладає договір на транспортування вантажу в іноземній валюті, а до моменту платежу ця валюта зростає в ціні, фактичні витрати компанії зростуть. Це може значно ускладнити фінансове планування, особливо для компаній із низькою маржинальністю або значною залежністю від іноземних постачальників і партнерів.

Вплив валютного ризику на витрати також залежить від структури логістичних операцій. Основними елементами таких витрат є витрати на транспортування, складське зберігання, паливо, митні платежі та страхування. Валютний ризик впливає на кожен із цих елементів, залежно від того, в якій валюті вони номіновані. Наприклад, вартість пального, що є одним із ключових чинників логістичних витрат, часто прив'язана до долара США через глобальну залежність від ціноутворення на нафту. Якщо курс долара США зростає відносно національної валюти, витрати на паливо для транспортних компаній

автоматично збільшуються, що підвищує загальні витрати на транспортування [20].

Ще одним аспектом є витрати на обслуговування кредитів або фінансування, які використовуються для проведення логістичних операцій. Багато міжнародних компаній залучають кредити або використовують факторинг у валюті, яка є домінуючою на глобальних ринках, наприклад, у доларах США або євро. Коливання курсів цих валют впливають на розмір обов'язкових платежів, що може створювати додаткове фінансове навантаження.

Митні платежі та збори також залежать від валютного курсу, оскільки часто розраховуються у валюті країни-імпортера або у доларах США. Якщо національна валюта країни слабшає, імпортні мита та податки стають дорожчими, що безпосередньо впливає на логістичні витрати. Ця ситуація особливо актуальна для компаній, що працюють у країнах із нестабільними валютами, де різкі коливання курсів є звичним явищем.

Валютний ризик також впливає на витрати через зміни в логістичних маршрутах. Наприклад, у разі значного зростання курсу валюти, у якій проводяться розрахунки за транспортування через певну країну, компанія може бути змушена змінити маршрут або постачальника послуг. Такі зміни можуть супроводжуватися додатковими витратами, пов'язаними з перенаправленням вантажів, пошуком нових партнерів або укладенням нових контрактів.

Одним із менш очевидних, але важливих аспектів впливу валютного ризику на витрати є втрата можливостей через не вигідний обмінний курс. Наприклад, компанії, які не використовують хеджування або інші фінансові інструменти для управління валютними ризиками, можуть зазнавати збитків через необхідність купувати валюту за несприятливим курсом. Це може знизити їхню конкурентоспроможність на міжнародному ринку, особливо в умовах високої конкуренції [21].

Особливу увагу слід приділити впливу валютного ризику на довгострокові контракти. У логістиці такі контракти часто укладаються на кілька місяців або навіть років. Коливання валютного курсу протягом цього періоду можуть

суттєво змінити умови співпраці, зробивши контракт менш вигідним або навіть збитковим для однієї зі сторін. Це може спричинити перегляд умов контракту, що супроводжується додатковими адміністративними та юридичними витратами.

Розвиток інформаційних технологій також відкриває нові можливості для управління валютними ризиками. Сучасні ERP-системи та спеціалізовані програми для управління ризиками дозволяють компаніям автоматизувати процес моніторингу валютних курсів, оцінювати ризики в реальному часі та оперативно приймати рішення. Такі інструменти стають усе більш популярними серед логістичних компаній, оскільки вони не лише знижують вплив валютних ризиків, але й підвищують ефективність управління фінансовими ресурсами.

У підсумку, вплив валютного ризику на витрати логістичних операцій є складним і багатогранним процесом, який вимагає системного підходу до аналізу та управління. Валютний ризик впливає на кожен аспект логістичних витрат, починаючи від транспортування і пального до митних платежів і фінансових операцій. Ефективне управління валютними ризиками дозволяє компаніям знижувати витрати, підвищувати свою конкурентоспроможність і забезпечувати фінансову стабільність навіть в умовах високої волатильності валютного ринку [22].

Валютний ризик суттєво впливає не лише на витрати, але й на доходи компаній, які займаються міжнародною логістикою. Динаміка валютних курсів може значно змінювати фінансові результати логістичних операцій, створюючи як ризики, так і можливості. Розуміння впливу валютного ризику на доходи є критично важливим для забезпечення стійкості бізнесу та планування ефективних стратегій розвитку в умовах нестабільного валютного ринку.

Одним із ключових аспектів впливу валютного ризику на доходи логістичних операцій є зміна вартості послуг у разі коливання валютних курсів. Багато міжнародних логістичних компаній встановлюють тарифи на перевезення, зберігання чи інші послуги в іноземній валюті, такій як долар США або євро. Якщо національна валюта клієнта знецінюється відносно валюти, в якій

номіновані послуги, клієнти можуть зіткнутися з підвищенням вартості, що знижує попит на логістичні послуги і, відповідно, доходи компанії.

Зворотна ситуація також можлива: зміцнення національної валюти відносно іноземної може знизити доходи логістичних компаній, які отримують оплату в іноземній валюті. Наприклад, якщо компанія здійснює перевезення за межами своєї країни і отримує дохід у валюті клієнта, а ця валюта знецінюється, фактичний дохід у перерахунку на національну валюту буде меншим. Це створює додаткові труднощі для фінансового планування та прогнозування прибутковості [23].

Валютний ризик також впливає на доходи через зміни в обсягах перевезень. Коливання валютних курсів можуть зробити певні ринки більш або менш привабливими для експортерів та імпортерів, що, у свою чергу, впливає на попит на логістичні послуги. Наприклад, якщо курс валюти країни-експортера знижується, його товари стають дешевшими на міжнародному ринку, що стимулює попит на логістичні послуги для експорту. Однак зворотна ситуація, коли валюта зміцнюється, може призвести до зменшення обсягів експорту і, відповідно, до зниження доходів логістичних компаній.

Ще одним важливим чинником є використання фінансових інструментів для управління валютними ризиками, які також впливають на доходи логістичних операцій. Наприклад, логістичні компанії можуть укласти форвардні контракти для фіксації обмінного курсу на момент отримання платежів. Такий підхід дозволяє уникнути збитків через несприятливі курсові коливання, але може також обмежувати потенційний прибуток у разі вигідної зміни курсу. Вибір стратегії хеджування залежить від оцінки ризиків і пріоритетів компанії.

Суттєвий вплив валютний ризик має на структуру доходів у багатонаціональних компаніях, які отримують виручку в різних валютах. Якщо значна частина доходів компанії формується у валютах країн із нестабільними економіками, такі доходи стають більш вразливими до коливань валютних курсів. Це може вимагати розробки спеціальних стратегій для мінімізації

ризиків, таких як диверсифікація валютних надходжень або укладення контрактів у більш стабільних валютах [4].

Ще одним аспектом є вплив валютного ризику на довгострокові доходи логістичних компаній. Наприклад, під час укладення багаторічних контрактів із клієнтами компанії стикаються з невизначеністю щодо майбутніх валютних курсів. Якщо курси змінюються несприятливо, це може призвести до зниження прибутковості контракту або навіть до збитків. Для уникнення таких ситуацій компанії часто використовують механізми індексації тарифів або включають у контракти положення про можливість перегляду умов у разі суттєвих змін валютного курсу.

Важливим є також вплив валютного ризику на інвестиційну діяльність логістичних компаній. У разі знецінення національної валюти компанії, які планують розширення або модернізацію своїх операцій, можуть стикатися з підвищенням вартості інвестиційних проектів, номінованих в іноземній валюті. Це може знизити рентабельність таких проектів і змусити компанії переглядати свої інвестиційні плани. З іншого боку, зміцнення національної валюти може зробити іноземні інвестиції дешевшими, створюючи додаткові можливості для розвитку.

Валютний ризик також впливає на доходи через зміни в глобальній економічній кон'юнктурі. Наприклад, зміни в обмінних курсах основних валют, таких як долар США, євро чи юань, можуть спричинити суттєві зрушення у міжнародній торгівлі, що безпосередньо впливає на попит на логістичні послуги. Крім того, такі зміни можуть створювати додаткові можливості для компаній, які мають гнучкі бізнес-моделі і здатні швидко адаптуватися до нових умов.

Одним із сучасних підходів до мінімізації впливу валютного ризику на доходи є використання аналітичних систем і алгоритмів для прогнозування курсових змін. Інформаційні технології дозволяють логістичним компаніям не лише оперативного реагувати на зміни валютного ринку, але й планувати свої операції таким чином, щоб мінімізувати ризики і максимізувати доходи [24]. Наприклад, компанії можуть змінювати маршрути перевезень,

переорієнтуватися на інші ринки або коригувати свої фінансові стратегії залежно від прогнозів.

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ І ПОБУДОВИ ЕКОНОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ

### 2.1. **Методологічні засади збору та обробки даних для дослідження валютних ризиків у логістиці**

Для проведення економетричного аналізу впливу валютних курсів на логістичні операції необхідно зібрати й опрацювати якісні та релевантні дані. Джерела цих даних можуть бути різноманітними, залежно від цілей дослідження, специфіки вибраної моделі, доступності інформації та її точності. Характеристика джерел даних включає визначення основних типів даних, їхнє походження, надійність, актуальність та методи обробки.

Одним із найважливіших джерел даних для аналізу є офіційні державні установи, такі як центральні банки, статистичні агентства чи міністерства фінансів. Центральні банки, як правило, публікують курси обміну національної валюти щодо основних іноземних валют, а також дані про обсяги валютних інтервенцій, зміни процентних ставок і стан резервів. Наприклад, Національний банк України регулярно оновлює дані про офіційний курс гривні щодо долара США, євро та інших валют [25]. Такі дані є високонадійними, оскільки вони базуються на реальних транзакціях і офіційних звітах.

Ще одним важливим джерелом є міжнародні фінансові організації, такі як Міжнародний валютний фонд (МВФ), Світовий банк чи Банк міжнародних розрахунків (BIS). Ці організації надають глобальні макроекономічні дані, включаючи інформацію про валютні курси, обсяги торгівлі, платіжний баланс і інші ключові показники. Зокрема, МВФ публікує бази даних International Financial Statistics, які містять багаторічні ряди даних для різних країн [27]. Ці джерела є особливо корисними для проведення досліджень, які охоплюють кілька країн або регіонів.

Комерційні інформаційні платформи, такі як Bloomberg, Thomson Reuters чи S&P Capital IQ, також надають дані про валютні курси, економічні індикатори та ринкові тенденції. Їхні переваги полягають у високій оперативності, доступі

до великих масивів даних і можливості проведення інтегрованого аналізу. Однак доступ до таких платформ може бути обмежений через високу вартість підписки, що робить їх менш доступними для невеликих компаній чи індивідуальних дослідників.

У контексті логістичних операцій важливим джерелом даних є внутрішня інформація компаній, яка включає фінансові звіти, дані про витрати на транспортування, складське зберігання, митні платежі та інші операційні витрати. Ці дані дозволяють деталізувати аналіз і враховувати специфіку бізнес-процесів конкретної компанії. Наприклад, якщо логістична компанія веде діяльність у кількох країнах, її звіти можуть містити інформацію про доходи й витрати в різних валютах, що є цінним для оцінки валютних ризиків.

Ще одним джерелом даних є бази даних торговельних і митних організацій. Вони містять інформацію про обсяги міжнародної торгівлі, товари, маршрути перевезень, а також митні тарифи. Наприклад, бази даних Світової організації торгівлі (СОТ) чи національних митних служб можуть бути використані для аналізу впливу валютних курсів на вартість товарів і послуг у логістичних ланцюгах. Такі дані особливо корисні для дослідження міжнародних транспортних потоків.

Окрему категорію джерел становлять ринкові дані, які включають інформацію про ціни на нафту, паливо, транспортні послуги, а також біржові котирування валют. Зміни цін на нафту, наприклад, можуть мати суттєвий вплив на транспортні витрати, а динаміка біржових котирувань валют дозволяє відстежувати курсові коливання в реальному часі. Дані такого типу зазвичай доступні на фінансових платформах або через аналітичні звіти.

Інтернет-ресурси та API (інтерфейси прикладного програмування) стали важливим інструментом для отримання даних у сучасних умовах. Багато центральних банків, бірж і фінансових організацій надають API для автоматичного отримання актуальної інформації про курси валют, процентні ставки та інші показники [28]. Наприклад, API Європейського центрального

банку дозволяє отримувати офіційні курси євро до інших валют. Використання таких інструментів спрощує доступ до даних і знижує витрати на їх обробку.

Академічні дослідження та публікації можуть бути джерелом вторинних даних. У багатьох дослідженнях публікуються зведені таблиці, статистичні показники та результати аналізу, які можуть бути використані для порівняння або як основа для подальших досліджень. Однак такі дані можуть бути менш оперативними, оскільки базуються на аналізі за минулі періоди.

Важливо враховувати якість і надійність джерел даних, особливо при проведенні економетричного аналізу. Дані повинні бути повними, актуальними і репрезентативними для досліджуваної проблеми. Наприклад, використання застарілих даних про валютні курси може призвести до неточних висновків і помилок у моделюванні.

Для забезпечення точності аналізу важливо також стандартизувати дані, які надходять із різних джерел. Це включає перевірку сумісності форматів, валют, часових інтервалів та інших параметрів. Наприклад, якщо дані про доходи компанії представлені в національній валюті, а курси валют — у доларах США, необхідно провести перерахунок для забезпечення однорідності [29].

У підсумку, джерела даних для аналізу валютних ризиків у логістиці є різноманітними й охоплюють як офіційні статистичні дані, так і внутрішню інформацію компаній, ринкові дані, міжнародні бази даних і автоматизовані системи збору інформації. Вибір конкретного джерела залежить від цілей дослідження, доступності інформації та вимог до точності аналізу. Використання комплексного підходу до збору й обробки даних дозволяє отримати максимально об'єктивні результати й забезпечити ефективне управління валютними ризиками.

Обґрунтування вибору ключових показників є важливим етапом у проведенні економетричного аналізу, оскільки саме вони визначають структуру моделі, її точність і практичну цінність. Для аналізу впливу валютних курсів на логістичні операції необхідно обрати такі показники, які найкраще відображають сутність досліджуваного процесу, враховують основні аспекти взаємозв'язку

валютного ризику та логістичної діяльності, а також дозволяють досягти поставлених цілей дослідження [27].

Перш за все, центральним показником у такому аналізі є валютний курс, який визначає вартість однієї валюти відносно іншої. Валютний курс може бути представлений у різних формах, таких як офіційний курс центрального банку, ринковий (спот) курс, форвардний курс чи середній обмінний курс за певний період. Вибір конкретного типу курсу залежить від цілей дослідження. Наприклад, для аналізу короткострокових змін логістичних витрат доцільно використовувати ринковий курс, тоді як для оцінки довгострокових тенденцій — середній або офіційний курс. Крім того, варто враховувати курси валют основних торгових партнерів, оскільки вони мають найбільший вплив на логістичні операції.

Другим важливим показником є обсяги міжнародних логістичних операцій, які можуть бути виражені у вигляді вартості перевезень, кількості вантажів, що транспортуються, або кількості логістичних маршрутів. Ці дані дозволяють визначити масштаби діяльності компанії та її залежність від валютних коливань. Для більш глибокого аналізу варто розглядати ці показники окремо для кожної країни чи регіону, оскільки вплив валютного курсу може варіювати залежно від географічних і економічних умов.

Наступним ключовим показником є витрати на логістичні послуги, зокрема транспортування, паливо, митні збори, складське зберігання та страхування. Ці витрати прямо залежать від валютного курсу, оскільки більшість міжнародних контрактів укладається в іноземній валюті. Наприклад, зростання курсу долара США може призвести до збільшення вартості пального, що вплине на загальні витрати на перевезення. Аналіз цих витрат дозволяє оцінити чутливість логістичних операцій до змін валютного курсу [28].

Додатково, у дослідженні слід враховувати доходи логістичних компаній, які можуть бути представлені у вигляді виручки від надання послуг, отриманої у різних валютах. Цей показник дає змогу оцінити, наскільки компанія залежить від іноземних ринків та які ризики виникають через курсові коливання. Особливу

увагу варто приділити співвідношенню доходів у національній валюті та іноземних валютах, оскільки це впливає на загальну фінансову стабільність компанії.

Не менш важливими є макроекономічні показники, такі як рівень інфляції, процентні ставки, платіжний баланс, обсяги експорту та імпорту, а також обсяг міжнародних резервів. Ці показники дозволяють врахувати вплив макроекономічного середовища на формування валютного курсу. Наприклад, висока інфляція в країні зазвичай призводить до знецінення національної валюти, що впливає на логістичні витрати та доходи.

Для детального аналізу також можуть використовуватися індикатори валютного ризику, такі як волатильність валютного курсу, амплітуда його коливань, а також показники ризику, отримані за допомогою фінансових інструментів. Ці дані дозволяють оцінити нестабільність валютного ринку і потенційний вплив ризику на логістичні операції. Наприклад, високий рівень волатильності може свідчити про значні ризики для компаній, що здійснюють міжнародні операції [29].

Ще одним важливим компонентом є ціни на енергоресурси, такі як нафту чи газ, оскільки вони суттєво впливають на транспортні витрати. У багатьох випадках ціни на нафту формуються в доларах США, тому їхній зв'язок із валютним курсом є очевидним. Аналіз залежності цін на енергоресурси від курсу валют дозволяє прогнозувати зміни витрат на транспортування.

У деяких випадках може бути корисним врахувати політичні показники, наприклад рівень політичної стабільності чи ризики змін у торговельній політиці. Політичні події, такі як укладення чи розірвання торговельних угод, можуть суттєво впливати на валютний курс і, відповідно, на логістичні операції.

Вибір показників також залежить від наявності даних і їхньої якості. Важливо, щоб дані були актуальними, репрезентативними та достатніми для побудови економетричної моделі. Наприклад, для оцінки впливу валютного курсу на логістичні витрати доцільно використовувати часові ряди даних із

частотою, яка відповідає часовим інтервалам проведення операцій (місячні, квартальні або річні дані).

Таким чином, вибір ключових показників є багатокритеріальним процесом, який враховує специфіку дослідження, доступність даних і цілі аналізу. Комбінація показників валютного курсу, витрат, доходів, макроекономічних факторів та індикаторів ризику дозволяє створити комплексну модель, яка максимально точно відображає вплив валютних коливань на логістичні операції. Ефективний вибір цих показників є основою для отримання обґрунтованих і практично значущих результатів [30].

## **2.2. Формування вибірки, вибір змінних та застосування економетричних моделей для аналізу валютних ризиків у логістиці**

Процес формування вибірки та підготовки даних є критичним етапом у проведенні економетричного аналізу, оскільки саме якість даних і коректність їхнього опрацювання визначають точність і надійність отриманих результатів. У контексті аналізу впливу валютних курсів на логістичні операції, цей процес охоплює кілька ключових етапів: визначення цілей дослідження, вибір джерел даних, формування вибірки, очищення, перевірку якості та трансформацію даних для подальшого аналізу.

Перший етап у процесі формування вибірки — це чітке визначення цілей дослідження. Наприклад, якщо метою є аналіз впливу валютних курсів на транспортні витрати, слід ідентифікувати змінні, які відображають ці витрати, курси валют, а також інші релевантні показники, такі як обсяги перевезень, ціни на паливо або митні тарифи. Важливо також визначити часовий горизонт дослідження, оскільки аналіз короткострокових змін може потребувати даних із щоденною частотою, тоді як для довгострокових тенденцій достатньо буде місячних чи квартальних даних [31].

Другий етап — вибір джерел даних. Як правило, для таких досліджень використовуються офіційні статистичні бази, внутрішні дані компаній, дані міжнародних фінансових організацій і комерційних платформ. Наприклад, курси

валют можуть бути отримані з даних центрального банку чи біржових котирувань, тоді як інформація про витрати на логістику зазвичай доступна у фінансовій звітності компаній. Важливо, щоб джерела даних відповідали вимогам надійності, актуальності та доступності.

На цьому етапі також визначається обсяг вибірки. Обсяг вибірки залежить від специфіки аналізу, але загальне правило полягає у виборі достатньої кількості спостережень, щоб забезпечити статистичну значущість результатів. Наприклад, для аналізу взаємозв'язку між валютними курсами та логістичними витратами можна вибрати часовий ряд із щомісячними спостереженнями за останні п'ять років. Якщо аналіз охоплює декілька країн або регіонів, дані повинні бути репрезентативними для кожної з них.

Після вибору джерел і обсягу вибірки розпочинається процес збору даних. Цей етап може включати завантаження даних із публічних баз, інтеграцію з API для отримання оперативної інформації або збір внутрішніх даних компанії. Важливо забезпечити, щоб усі дані були зібрані у форматі, який відповідає потребам аналізу, наприклад, у вигляді таблиць із чітко визначеними змінними та часовими інтервалами [28].

Наступний етап — очищення даних, який включає перевірку наявності помилок, відсутніх значень і аномалій. Наприклад, якщо в часовому ряді курсів валют є пропущені значення, їх можна заповнити методом інтерполяції або замінити на середнє значення для відповідного періоду. Аномалії, такі як різкі стрибки в курсі валюти без очевидної причини, повинні бути проаналізовані, щоб визначити, чи є це реальним явищем або результатом помилки.

Перевірка якості даних також є важливою частиною підготовки. Це включає аналіз точності, повноти та узгодженості даних. Наприклад, значення курсів валют із різних джерел повинні збігатися, інакше варто використовувати найбільш надійне джерело. Також необхідно переконатися, що всі змінні вимірюються в однакових одиницях і узгоджені за часовими інтервалами.

Наступний крок — трансформація даних для їх використання в моделі. Це може включати нормалізацію змінних, перерахунок курсів валют у фіксовану

базову валюту, розрахунок змінних, які не є прямо доступними (наприклад, волатильність курсу), або створення похідних показників. Наприклад, для аналізу чутливості витрат до змін курсу можна розрахувати відсоткові зміни валютного курсу за кожен період і співвіднести їх із відсотковими змінами витрат.

Окремо слід згадати про інтеграцію даних із різних джерел. Якщо дані про витрати отримані з одного джерела, а курси валют — з іншого, їх потрібно об'єднати на основі спільних змінних, таких як час або країна. Це вимагає перевірки на відповідність форматів і забезпечення, щоб усі змінні відповідали одна одній.

Для підготовки даних до аналізу зазвичай використовується програмні забезпечення на кшталт Excel, Python, R чи спеціалізовані економетричні програми, як-от STATA або EViews [32]. Останні два інструменти дозволяють автоматизувати багато етапів підготовки, зокрема очищення, трансформацію та інтеграцію даних, що сильно підвищить точність і ефективність процесу.

Остаточним етапом підготовки є візуалізація даних. Це дозволяє оцінити основні тенденції, взаємозв'язки та аномалії перед проведенням економетричного аналізу. Наприклад, графіки динаміки курсів валют і логістичних витрат можуть показати, чи існує очевидна кореляція між ними, і вказати на можливі часові лаги.

Таким чином, процес формування вибірки та підготовки даних є багатоступеневим і включає чітке визначення цілей, збір даних із надійних джерел, очищення, перевірку якості, трансформацію та візуалізацію. Цей процес забезпечує основу для коректного економетричного аналізу, дозволяючи отримати точні й обґрунтовані результати, які можуть бути використані для прийняття стратегічних рішень у сфері управління валютними ризиками та оптимізації логістичних операцій.

Вибір змінних та інструментів аналізу є фундаментальним етапом у розробці економетричної моделі впливу валютних курсів на логістичні операції. Саме коректно визначені змінні дозволяють моделі відображати реальні

процеси, які відбуваються в економіці, та забезпечувати адекватні результати для прогнозування і прийняття управлінських рішень. Крім того, вибір інструментів аналізу визначає точність оцінювання взаємозв'язків між змінними, що є критично важливим для досягнення цілей дослідження.

Першим кроком у виборі змінних є визначення залежної змінної, яка відображає результативний показник, що аналізується. У контексті дослідження впливу валютних курсів на логістичні операції залежною змінною можуть бути логістичні витрати, виражені у національній валюті, або їхній відсотковий приріст за певний період. Наприклад, загальні витрати на транспортування, складське зберігання, митні платежі чи страхування можуть виступати основними показниками, що відображають зміни у логістичній діяльності внаслідок коливань валютного курсу [33].

Далі визначаються незалежні змінні, які є чинниками, що впливають на залежну змінну. Головною незалежною змінною є валютний курс, який може бути представлений у кількох формах. Це може бути офіційний курс, середньозважений курс на ринку, курс форвардних або спот-угод. Для детального аналізу можна враховувати курс кількох основних валют (наприклад, долара США, євро, китайського юаня), які мають найбільший вплив на логістичні операції компанії. Крім того, слід розглядати не тільки абсолютні значення курсу, але й їхні зміни у вигляді приростів або відсоткових коливань.

Для врахування макроекономічного контексту до моделі можуть бути включені змінні, які характеризують економічну ситуацію в країні або на міжнародному ринку. Наприклад, рівень інфляції є важливою змінною, яка впливає на купівельну спроможність валюти та конкурентоспроможність товарів на міжнародному ринку. Процентні ставки центрального банку також є релевантними, оскільки вони впливають на інвестиційну привабливість валюти і, відповідно, на її курс. Інші макроекономічні змінні, такі як обсяги експорту та імпорту, платіжний баланс або ціни на енергоресурси, можуть додатково розкрити вплив валютного курсу на логістичну діяльність.

Окрему увагу слід приділити змінним, які характеризують специфіку логістичних операцій. Наприклад, обсяги перевезених вантажів, витрати на паливо, тарифи на транспортні послуги або середні відстані перевезень можуть бути важливими показниками для аналізу. Вони дозволять врахувати, як саме зміни у валютному курсі впливають на різні складові логістичних витрат.

Для якісного аналізу також необхідно врахувати часові аспекти. Це може включати лагові змінні, які відображають запізнілу реакцію логістичних витрат на зміни валютного курсу. Наприклад, якщо контракт укладено за одним курсом, а оплата здійснюється пізніше, реальний вплив змін курсу буде відчутним лише через певний час. Лагові змінні можуть бути представлені у вигляді курсових значень за попередні періоди або їхніх приростів.

Важливим аспектом є врахування сезонних факторів, які можуть впливати на логістичні витрати. Наприклад, у певні періоди року (свята, сезони зростання попиту на товари) обсяги перевезень можуть зростати, що впливатиме на витрати. Сезонність можна врахувати шляхом додавання фіктивних змінних для відповідних періодів [34].

Після визначення змінних важливо обрати відповідні інструменти аналізу для побудови моделі. Найбільш поширеним методом є регресійний аналіз, який дозволяє оцінити залежність між валютним курсом і логістичними витратами. Лінійна регресія є базовим інструментом для оцінки впливу однієї або кількох незалежних змінних на залежну змінну. Однак у разі складних взаємозв'язків можуть застосовуватися нелінійні регресії або моделі зі змішаними ефектами.

У разі роботи з часовими рядами доцільно використовувати економетричні моделі, такі як ARIMA (autoregressive integrated moving average) або VAR (vector autoregression). Вони дозволяють враховувати динаміку змін змінних у часі та оцінювати взаємозв'язки між ними. Наприклад, модель VAR може бути використана для аналізу взаємного впливу валютного курсу та логістичних витрат із урахуванням лагових змінних.

Для врахування нестабільності валютного курсу можуть бути використані моделі волатильності, такі як GARCH (generalized autoregressive conditional

heteroskedasticity). Ці моделі дозволяють оцінити ризик валютних коливань і їхній вплив на логістичні витрати.

Для перевірки адекватності моделі та якості її прогнозів застосовуються статистичні тести, такі як тест Дарбіна-Вотсона для перевірки автокореляції залишків, тест на гетероскедастичність Бреуша-Пагана або тест на мультиколінеарність ВІФ (variance inflation factor). Ці інструменти дозволяють визначити, чи є модель достатньо надійною і чи відповідає вона вимогам до економетричного аналізу.

Окрім традиційних методів, сучасні інструменти аналізу також включають машинне навчання. Наприклад, методи дерева рішень або випадкових лісів можуть бути використані для виявлення складних взаємозв'язків між змінними, які не враховуються в традиційних регресійних моделях. Машинне навчання є особливо корисним у випадках великої кількості змінних або високої волатильності даних.

Таким чином, вибір змінних та інструментів аналізу є ключовим етапом у розробці економетричної моделі. Чітке визначення залежної та незалежних змінних, врахування часових, макроекономічних і сезонних факторів, а також використання сучасних інструментів дозволяє створити точну та надійну модель, яка максимально повно відображає вплив валютних курсів на логістичні операції [36].

### **2.3. Підходи до вибору економетричної моделі та її порівняння з альтернативними методами аналізу валютних ризиків**

Обґрунтування вибору конкретного типу економетричної моделі є ключовим етапом у побудові дослідження, оскільки від цього залежить точність аналізу, адекватність отриманих результатів та їх практичне застосування. У контексті аналізу впливу валютних курсів на логістичні операції вибір моделі базується на специфіці досліджуваних процесів, доступних даних, їхній структурі, а також на теоретичних і практичних аспектах економетричного моделювання.

Першим критерієм вибору моделі є визначення типу залежності між змінними. Оскільки у дослідженні аналізується вплив валютного курсу на логістичні витрати або доходи, ключовим завданням є виявлення та кількісне оцінювання цього взаємозв'язку. Для цього зазвичай використовуються регресійні моделі, які дозволяють оцінити силу та напрямок впливу однієї або кількох незалежних змінних на залежну змінну. У простих випадках може бути застосована однофакторна лінійна регресія, де логістичні витрати (або доходи) є залежною змінною, а валютний курс — незалежною. Проте для більш складних взаємозв'язків, які включають декілька факторів, доцільно використовувати багатофакторну регресію.

Другим важливим критерієм є структура даних. У разі використання часових рядів, що є типовим для досліджень валютного курсу, обирається модель, яка враховує часову динаміку змінних. Серед таких моделей найбільш поширеними є ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) та VAR (Vector Autoregression). ARIMA дозволяє моделювати часові ряди, враховуючи автокореляцію змінних, їхню сезонність і тренди. VAR, у свою чергу, є багатозмінною моделлю, яка дозволяє оцінювати взаємозв'язки між кількома часовими рядами, наприклад, між валютним курсом, витратами на транспортування та цінами на паливо [37].

Третім критерієм є наявність лагового ефекту, який може виникати у логістичних операціях. Наприклад, зміни валютного курсу можуть не одразу впливати на логістичні витрати через часові затримки в укладанні контрактів, оплаті послуг або постачанні товарів. У таких випадках доцільно використовувати моделі з лаговими змінними, які враховують затримку впливу незалежної змінної на залежну. Це може бути реалізовано через додавання лагових змінних у стандартну регресійну модель або використання спеціалізованих моделей, таких як Distributed Lag Models.

Четвертим важливим аспектом є врахування волатильності валютного курсу, яка може мати значний вплив на логістичні витрати. Для цього часто використовуються моделі волатильності, такі як GARCH (Generalized

Autoregressive Conditional Heteroskedasticity). Ці моделі дозволяють оцінювати ризик валютних коливань і їхній вплив на залежну змінну. Наприклад, у випадку високої волатильності курсу долара США витрати на транспортування, номіновані в доларах, можуть суттєво змінюватися, що важливо враховувати у моделі [38].

Ще одним критерієм є потреба в оцінці нелінійних взаємозв'язків між змінними. Якщо передбачається, що вплив валютного курсу на логістичні витрати або доходи не є лінійним, доцільно використовувати нелінійні моделі. Наприклад, вплив може бути більш значущим за умов різких стрибків курсу або перевищення певного порогу. Для таких випадків застосовуються моделі, які враховують нелінійності, такі як квадратичні або кубічні регресії.

Окрім традиційних моделей, сучасні дослідження все частіше використовують методи машинного навчання для аналізу великих обсягів даних і складних взаємозв'язків. Наприклад, методи випадкових лісів, градієнтного бустингу або нейронні мережі можуть бути застосовані для прогнозування логістичних витрат залежно від валютного курсу та інших змінних. Ці методи є особливо ефективними для аналізу великих масивів даних із багатьма факторами, проте вони вимагають значних обчислювальних ресурсів і технічної експертизи [34].

У контексті вибору моделі також важливо враховувати особливості даних, такі як їхня дисперсія, кореляція між змінними та наявність мультиколінеарності. Наприклад, якщо дані мають високу гетероскедастичність (нерівномірну варіативність залишків), це може вплинути на точність оцінок. Для таких випадків застосовуються кориговані методи, наприклад, моделі зі зваженими найменшими квадратами (WLS).

Важливим етапом є тестування моделі на адекватність і перевірка її припущень. Це включає аналіз автокореляції, тестування на гетероскедастичність, перевірку нормальності залишків тощо. Наприклад, тест Дарбіна-Вотсона дозволяє визначити, чи присутня в моделі автокореляція

залишків, що важливо для часових рядів. Також слід перевірити стабільність моделі, використовуючи методи перехресної перевірки (cross-validation).

Таким чином, вибір конкретного типу економетричної моделі є багатокритеріальним процесом, який залежить від цілей дослідження, структури даних, характеристик змінних і теоретичних припущень. Для аналізу впливу валютних курсів на логістичні операції найбільш доцільними є регресійні моделі, моделі часових рядів (ARIMA, VAR), моделі волатильності (GARCH) та інструменти машинного навчання. Поєднання традиційних і сучасних підходів дозволяє отримати комплексний аналіз і зробити обґрунтовані висновки.

Порівняння обраної економетричної моделі з іншими можливими підходами є важливим етапом наукового дослідження, оскільки дозволяє оцінити її переваги, обмеження та обґрунтованість використання в конкретному контексті. Для аналізу впливу валютних курсів на логістичні операції існує широкий спектр методів, кожен із яких має свої особливості, адаптовані до різних типів даних, цілей аналізу та складності взаємозв'язків між змінними.

Одним із базових методів, який часто використовується для дослідження економічних процесів, є лінійна регресія. Цей метод дозволяє оцінити взаємозв'язок між залежною змінною, наприклад, логістичними витратами, та незалежною змінною, такою як валютний курс. Лінійна регресія має простоту інтерпретації та ефективність у разі, якщо взаємозв'язки між змінними є лінійними. Однак її основне обмеження полягає в тому, що вона не враховує можливі нелінійності чи складніші форми взаємозв'язків, які можуть бути властиві впливу валютних курсів на логістичні операції [39].

Для моделювання складніших взаємозв'язків застосовуються нелінійні регресійні моделі. Вони дозволяють врахувати ефекти насичення, порогові значення або змінну інтенсивність впливу валютного курсу залежно від його рівня. Наприклад, у випадку сильних коливань валютного курсу його вплив на витрати може бути значно більшим, ніж за умов стабільності. Нелінійні моделі, хоча і складніші в реалізації, забезпечують більш точне моделювання таких ситуацій. Проте їхнім недоліком є складність у параметризації, потреба у

великих обсягах даних і можливість надмірної адаптації до специфічних особливостей вибірки (overfitting).

Іншим популярним підходом є використання моделей часових рядів, таких як ARIMA (autoregressive integrated moving average). Цей метод дозволяє врахувати часову динаміку змінних, виявити автокореляцію та сезонні ефекти. ARIMA є корисною для прогнозування змін логістичних витрат або доходів залежно від попередньої динаміки валютного курсу. Однак цей метод менш ефективний у випадках, коли залежність між змінними є нелінійною або коли на залежну змінну впливають численні чинники, які не враховуються в часовому ряді [37].

Модель VAR (vector autoregression) є більш гнучким інструментом для аналізу взаємозв'язків між кількома змінними, представленими у вигляді часових рядів. Наприклад, VAR дозволяє моделювати одночасний вплив валютного курсу, цін на паливо та логістичних витрат, враховуючи лагові ефекти. Це дає змогу отримати комплексне уявлення про взаємодію змінних у системі. Проте VAR-моделі мають високу вимогу до обсягу даних і можуть бути складними в інтерпретації, особливо коли включено багато змінних.

Для аналізу волатильності валютного курсу та її впливу на логістичні операції застосовуються моделі GARCH (generalized autoregressive conditional heteroskedasticity). Ці моделі дозволяють оцінити динаміку ризиків, пов'язаних із валютними коливаннями, та врахувати змінну природу їхнього впливу на витрати чи доходи. Основна перевага GARCH-моделей полягає у здатності моделювати процеси з високою волатильністю, які часто виникають на валютних ринках. Однак їхній недолік полягає у складності параметризації та значних обчислювальних витратах [38].

Окрім традиційних економетричних моделей, у сучасних дослідженнях все частіше використовуються методи машинного навчання. Наприклад, методи випадкових лісів (Random Forest) або градієнтного бустингу (Gradient Boosting) дозволяють аналізувати складні багатофакторні залежності. Ці методи є особливо ефективними при роботі з великими масивами даних, коли кількість

змінних і їхні взаємозв'язки ускладнюють застосування традиційних моделей. Водночас основними обмеженнями цих методів є їхня «чорна скринька» (відсутність прозорої інтерпретації результатів) і висока вимога до ресурсів.

Ще одним сучасним інструментом є нейронні мережі, які використовуються для моделювання нелінійних і складних взаємозв'язків. Нейронні мережі здатні враховувати багатовимірні дані, виявляти приховані патерни та адаптуватися до різних типів задач, таких як прогнозування чи класифікація. Проте їхній недолік полягає у складності налаштування, потребі в значному обсязі даних і високих обчислювальних витратах.

Порівнюючи обрану модель із вищезгаданими підходами, необхідно враховувати специфіку дослідження. Наприклад, якщо основна мета — виявити причинно-наслідковий зв'язок між валютним курсом і логістичними витратами, лінійної або багатофакторної регресії може бути достатньо. Якщо ж дослідження спрямоване на прогнозування динаміки витрат залежно від змін курсу, доцільніше використовувати моделі часових рядів або GARCH.

Для багатофакторного аналізу, що враховує одночасний вплив кількох змінних, таких як ціни на паливо, сезонні коливання та економічні показники, моделі VAR забезпечують комплексний підхід. У разі високої волатильності даних і потреби в аналізі ризиків застосування GARCH-моделей є найбільш виправданим. Для великих масивів даних або складних взаємозв'язків машинне навчання та нейронні мережі відкривають нові можливості для аналізу, хоча їхня складність може обмежувати використання в практичних умовах.

Таким чином, вибір моделі залежить від конкретних завдань дослідження, доступних даних і вимог до результатів. Порівняння обраної моделі з іншими підходами дозволяє визначити її найбільшу відповідність умовам дослідження та забезпечити отримання точних і практично значущих результатів [34].

## 2.4. Тестування адекватності та стабільності економетричної моделі у дослідженні валютних ризиків у логістиці

Тестування адекватності економетричної моделі є ключовим етапом у процесі аналізу, оскільки від цього залежить, наскільки достовірними та точними будуть результати дослідження. Адекватність моделі визначає її здатність правильно описувати взаємозв'язок між змінними, відповідати припущенням, закладеним у методології, та надавати інформативні й обґрунтовані прогнози. Для оцінки адекватності використовуються різні критерії, які охоплюють як статистичні тести, так і перевірки відповідності моделі до теоретичних припущень.

Одним із перших і базових критеріїв тестування адекватності є коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ), який показує частку варіації залежної змінної, що пояснюється незалежними змінними моделі. Високе значення  $R^2$  свідчить про те, що модель добре описує дані. Однак варто враховувати, що надто високе значення  $R^2$  може бути результатом надмірної адаптації моделі до специфічних особливостей вибірки (*overfitting*), що знижує її здатність до генералізації на нові дані. Для багатофакторних моделей доцільно використовувати скоригований коефіцієнт детермінації (*Adjusted  $R^2$* ), який враховує кількість незалежних змінних і розмір вибірки.

Наступним важливим критерієм є статистика Фішера (F-тест), яка використовується для перевірки загальної значущості моделі. Цей тест дозволяє оцінити, чи мають незалежні змінні сумарний вплив на залежну змінну. Якщо значення F-статистики є високим, а відповідне p-значення менше за прийнятний рівень значущості (наприклад, 0,05), це свідчить про те, що модель є статистично значущою [39].

Критично важливим є також тестування значущості окремих коефіцієнтів моделі, яке проводиться за допомогою t-тесту. Цей тест дозволяє перевірити, чи має кожна незалежна змінна статистично значущий вплив на залежну змінну. Значення t-статистики і відповідні p-значення для кожного коефіцієнта

визначають, чи слід залишити цю змінну в моделі. Якщо р-значення перевищує рівень значущості, змінну можна вважати несуттєвою для моделі.

Одним із ключових припущень регресійного аналізу є відсутність автокореляції залишків. Для перевірки цього використовується тест Дарбіна-Вотсона (DW-тест). Значення DW-статистики, близьке до 2, свідчить про відсутність автокореляції. Якщо ж значення значно відхиляється від 2, це вказує на наявність автокореляції, що може спотворювати результати моделі. У разі виявлення автокореляції слід внести корективи, наприклад, використовувати моделі часових рядів або додавати лагові змінні.

Ще одним важливим аспектом є перевірка на гетероскедастичність, тобто нерівномірність варіації залишків. Гетероскедастичність може спотворювати оцінки коефіцієнтів моделі та їхню значущість. Для перевірки цього припущення застосовуються тести Бреуша-Пагана або Уайта. Якщо гетероскедастичність виявлено, можна застосовувати методи корекції, наприклад, моделі зі зваженими найменшими квадратами (WLS) [40].

Важливим критерієм є також перевірка на мультиколінеарність, яка виникає, коли незалежні змінні мають високий рівень кореляції між собою. Мультиколінеарність ускладнює інтерпретацію коефіцієнтів і може робити модель нестабільною. Для перевірки використовується коефіцієнт інфляції дисперсії (VIF). Якщо значення VIF перевищує 10, це свідчить про серйозну мультиколінеарність, і необхідно вжити заходів, наприклад, виключити одну з корельованих змінних або трансформувати дані.

Для оцінки точності моделі в прогнозуванні застосовуються метрики точності, такі як середньоквадратична помилка (MSE), середня абсолютна помилка (MAE) або середня абсолютна процентна помилка (MAPE). Ці показники дозволяють оцінити, наскільки добре модель прогнозує залежну змінну. Низькі значення цих метрик свідчать про високу точність прогнозу.

Ще одним аспектом є перевірка розподілу залишків на нормальність, яка є важливою умовою для коректності багатьох статистичних тестів. Для цього використовується тест Колмогорова-Смірнова, тест Шапіро-Вілка або графічні

методи, такі як гістограма залишків чи Q-Q графік. Якщо залишки не відповідають нормальному розподілу, можна використати трансформацію змінних або застосувати робастні моделі [35].

Для складних моделей із багатьма змінними важливо проводити перевірку на стабільність моделі. Це можна зробити за допомогою перехресної перевірки (cross-validation), яка передбачає розділення вибірки на навчальну та тестову підвибірки. Це дозволяє оцінити, наскільки добре модель узагальнює дані й чи не є вона перенавченою на основі навчальної вибірки.

Для моделей часових рядів, таких як ARIMA чи VAR, додатково перевіряються стаціонарність даних (тест Дікі-Фуллера) та коректність лагових параметрів. Стаціонарність є необхідною умовою для більшості моделей часових рядів, оскільки нестабільні дані можуть призводити до хибних висновків.

У підсумку, критерії тестування адекватності моделі охоплюють широкий спектр статистичних тестів і показників, які дозволяють оцінити, наскільки модель відповідає даним і теоретичним припущенням. Комплексне застосування цих критеріїв забезпечує отримання точних і достовірних результатів, які можуть бути використані для прогнозування, прийняття рішень і оптимізації управління в умовах валютних ризиків [35].

Перевірка стабільності економетричної моделі є важливим етапом, який дозволяє оцінити її здатність коректно відображати досліджувані взаємозв'язки в різних умовах, а також її стійкість до змін у даних або модифікації припущень. Стабільність моделі є критичним фактором для її застосування в практичних завданнях, особливо у прогнозуванні та стратегічному плануванні. Для перевірки стабільності моделі використовуються різні методи, які дозволяють оцінити її надійність, адаптивність і точність.

Одним із найбільш поширених методів перевірки стабільності є перехресна перевірка (cross-validation). Цей метод полягає в розділенні вибірки на навчальну та тестову підвибірки. Модель будується на основі навчальної вибірки, а її точність перевіряється на тестовій. Це дозволяє оцінити, наскільки добре модель узагальнює дані і чи не є вона перенавченою (overfitting). Одним із

варіантів перехресної перевірки є  $k$ -кратна перехресна перевірка, коли дані поділяються на  $k$  підгруп, і кожна з них по черзі використовується як тестова, а решта — як навчальна. Це забезпечує більш репрезентативну оцінку стабільності моделі.

Ще одним важливим методом є перевірка надійності моделі за допомогою підвбірок (subsample analysis). У цьому методі дані вибірки поділяються на кілька частин за певними критеріями, такими як часові інтервали, географічні регіони чи категорії. Модель будується окремо для кожної підвбірки, і отримані результати порівнюються. Якщо модель є стабільною, її параметри мають залишатися подібними для різних підвбірок.

Перевірка стабільності також включає аналіз чутливості моделі (sensitivity analysis) до змін у даних або модифікацій параметрів. Це може бути реалізовано шляхом штучного внесення незначних змін у початкові дані або припущення моделі, після чого оцінюється, як ці зміни впливають на результати. Стабільна модель демонструє незначну зміну параметрів або прогнозів у відповідь на такі модифікації, що свідчить про її надійність [37].

Бутстрепінг (bootstrapping) є ще одним ефективним методом перевірки стабільності моделі. Цей підхід передбачає багаторазове випадкове вибирання підвбірок із початкової вибірки з поверненням і повторне побудову моделі на основі цих підвбірок. Аналіз розподілу параметрів моделі, отриманих для різних підвбірок, дозволяє оцінити її стійкість. Якщо параметри залишаються стабільними, це свідчить про високу надійність моделі.

Для перевірки стабільності в умовах часових рядів застосовується метод ковзного вікна (rolling window analysis). У цьому методі модель будується на основі підвбірок із певним часовим інтервалом, який поступово зміщується вздовж усього ряду. Отримані параметри моделі аналізуються на предмет змін у часі. Якщо параметри залишаються стабільними, це свідчить про стійкість моделі до часових змін [34].

Ще одним методом є кумулятивний сумарний тест (CUSUM) та тест на зміну параметрів (parameter stability tests). Ці тести дозволяють виявити, чи

відбулися значні зміни у параметрах моделі протягом часу. Наприклад, у випадку, якщо валютний курс демонструє різкі коливання через зміну економічних умов, стабільна модель повинна зберігати свою адекватність навіть у цих умовах.

Перевірка стабільності моделі також включає аналіз залишків, тобто відмінностей між фактичними значеннями залежної змінної та прогнозованими значеннями моделі. Для цього використовуються графічні методи, такі як побудова графіка залишків у часі або розподілу залишків. Якщо залишки розподілені рівномірно і не демонструють систематичних трендів, це свідчить про стабільність моделі.

Для моделей із багатьма змінними доцільно використовувати методи перевірки мультиколінеарності, такі як розрахунок коефіцієнта інфляції дисперсії (VIF). Висока мультиколінеарність може робити модель нестабільною, тому її слід виявляти та мінімізувати шляхом виключення або трансформації корельованих змінних [36].

Сучасні дослідження також використовують методи штучного внесення шуму в дані (noise injection) для перевірки стабільності моделі. Це включає додавання випадкових значень до початкових даних і оцінку, наскільки модель зберігає свої прогностичні властивості. Стабільна модель повинна бути нечутливою до невеликих змін у даних.

Для моделей машинного навчання важливою перевіркою стабільності є оцінка узгодженості прогнозів (prediction consistency) на незалежних тестових наборах даних. Якщо модель демонструє високий рівень точності на тестових даних, це підтверджує її здатність узагальнювати закономірності.

У підсумку, перевірка стабільності моделі є багатоступеневим процесом, який охоплює аналіз її поведінки на різних підвибірках, оцінку впливу змін у даних та параметрах, а також тестування на відповідність припущенням. Використання комплексного підходу до перевірки стабільності дозволяє забезпечити високу надійність моделі та її здатність коректно описувати реальні процеси навіть за змінних умов. Це робить модель не лише науково

обґрунтованою, але й практично корисною для прогнозування та прийняття рішень [34].

## РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА: ЕКОНОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ НА ЛОГІСТИЧНІ ВИТРАТИ

### 3.1. Формування сучасної моделі впливу валютних курсів на логістичні витрати

Зважаючи на важливість ефективного управління логістичними витратами, доцільно буде дослідити, які саме економічні чинники впливають на збільшення чи зменшення витрат, а також кількісно оцінити силу та напрям цього впливу. Для цього варто побудувати багатофакторну регресійну модель за методом найменших квадратів.

В кореляційно-регресійній моделі передбачається, що існує лінійний зв'язок між залежною змінною і незалежними змінними. Це означає, що зміна в залежній змінній може бути передбачена або пояснена змінами в незалежних змінних шляхом лінійної комбінації цих змінних.

Кореляційно-регресійна модель може бути представлена у вигляді такого рівняння регресії:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon, \quad (3.1)$$

*де  $Y$  представляє залежну змінну, яку ми намагаємося передбачити,  
 $X_1, X_2, \dots, X_n$  - незалежні змінні, які впливають на залежну змінну,  
 $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  - коефіцієнти регресії, які показують ступінь впливу незалежних змінних на залежну змінну,*

*$\varepsilon$  - помилка моделі, яка враховує нев'язку між спостережуваними значеннями залежної змінної і їх передбаченими значеннями за допомогою моделі.*

Для побудови кореляційно-регресійної моделі найчастіше використовуються методи оцінки коефіцієнтів регресії, на кшталт методу найменших квадратів. Ці методи дозволяють знайти оптимальні значення коефіцієнтів, які якнайкраще апроксимують спостережувані дані.

Аналіз трендів, кореляцій та основних статистичних показників є важливим етапом у побудові економетричної моделі, оскільки дозволяє зрозуміти динаміку змінних, виявити взаємозв'язки між ними та оцінити базові характеристики даних. Цей етап забезпечує попередню оцінку природи залежностей у досліджуваній системі та є основою для подальшого моделювання.

Першим етапом аналізу є вивчення трендів, тобто загальних напрямків зміни значень змінних протягом обраного періоду. Наприклад, у випадку валютних курсів спостереження за динамікою долара США, євро або інших основних валют дозволяє визначити періоди зростання, стабільності або падіння. Такі тренди можуть бути пов'язані з макроекономічними подіями, такими як зміни в монетарній політиці, міжнародна торгівля або економічні кризи. Виявлення трендів у валютних курсах дозволяє оцінити їхній довгостроковий вплив на логістичні витрати. Для візуалізації трендів часто використовуються графіки часових рядів, які надають чітке уявлення про зміни у динаміці змінних.

Щодо логістичних витрат, то аналіз трендів допомагає зрозуміти, як вони змінюються залежно від валютних курсів, обсягів перевезень або інших чинників. Наприклад, витрати можуть демонструвати стійке зростання через інфляційний тиск або коливання цін на паливо. Водночас, у сезон високого попиту може спостерігатися короткострокове збільшення витрат. Тренди в логістичних витратах дозволяють оцінити можливі взаємозв'язки з іншими змінними, а також спрогнозувати їхню динаміку [41].

Наступним кроком є аналіз кореляцій, який дозволяє оцінити силу і напрямок взаємозв'язків між змінними. Наприклад, кореляція між валютним курсом і логістичними витратами може свідчити про те, наскільки сильно зміни в курсі впливають на витрати. Для цього розраховується коефіцієнт кореляції Пірсона, який варіюється від -1 до 1. Позитивна кореляція (близька до 1) означає, що зростання однієї змінної супроводжується зростанням іншої, тоді як негативна кореляція (близька до -1) свідчить про зворотний зв'язок.

Наприклад, високий позитивний кореляційний зв'язок між курсом долара США і витратами на транспортування може свідчити про залежність вартості логістичних послуг від міжнародної ціни на паливо, номінованої в доларах. Натомість слабка кореляція може вказувати на те, що валютні курси не є ключовим чинником для цієї змінної, і необхідно шукати інші детермінанти.

Аналіз кореляцій також важливий для виявлення мультиколінеарності між незалежними змінними. Наприклад, якщо валютний курс і ціни на паливо мають високий рівень кореляції, це може ускладнити інтерпретацію результатів регресійного аналізу. У таких випадках доцільно провести додаткові тести, наприклад розрахунок коефіцієнта інфляції дисперсії (VIF), щоб оцінити вплив мультиколінеарності на стабільність моделі.

Далі проводиться оцінка основних статистичних показників, які описують змінні, зокрема їхні середні значення, стандартні відхилення, мінімальні та максимальні значення, медіану та моду. Ці показники дають змогу краще зрозуміти природу розподілу даних і їхню варіативність. Наприклад, велике стандартне відхилення курсу валюти може свідчити про високу волатильність, що є важливим чинником для оцінки ризиків.

Також важливо проаналізувати розподіл змінних. Для цього використовується графічний аналіз, наприклад побудова гістограм, а також статистичні тести, такі як тест Колмогорова-Смірнова або Шапіро-Вілка. Розуміння розподілу змінних дозволяє вирішити, чи потрібно проводити їхню трансформацію (наприклад, логарифмування), щоб забезпечити відповідність припущенням регресійного аналізу.

Окрім базових характеристик, проводиться оцінка часових аспектів даних. Наприклад, у змінних, які є часовими рядами, можуть бути виявлені сезонні коливання. Для цього використовуються методи спектрального аналізу або автокореляційні функції (ACF). Виявлення сезонності допомагає врахувати ці особливості при побудові моделі, наприклад через введення фіктивних змінних або лагових показників.

Ще одним важливим аспектом є аналіз лагового впливу змінних. Наприклад, валютний курс може впливати на логістичні витрати з певною затримкою, оскільки зміни курсу можуть бути враховані у вартості послуг лише через кілька місяців. Для цього проводиться лаговий аналіз, який дозволяє визначити, які часові лаги є найсуттєвішими для залежної змінної.

Крім того, доцільно оцінити динамічні взаємозв'язки між змінними за допомогою методів ковзного вікна (rolling window analysis). Це дозволяє виявити, як змінюється сила і напрямок кореляції або трендів у часі. Наприклад, вплив валютного курсу на витрати може бути більш значущим у періоди високої волатильності або економічної нестабільності.

У підсумку, аналіз трендів, кореляцій та основних статистичних показників є важливим етапом попереднього дослідження даних, який забезпечує розуміння природи взаємозв'язків між змінними та їхньої динаміки. Цей аналіз дозволяє виявити ключові особливості даних, визначити їхню відповідність теоретичним припущенням і забезпечити основу для коректного моделювання впливу валютних курсів на логістичні операції [43].

### **3.2. Характеристика інформаційної бази**

Об'єктом дослідження став обсяг логістичних витрат компаній в Україні. Метою – визначення впливу динаміки валютних курсів та інфляції, оскільки саме зазначені чинники часто використовуються дослідниками для пояснення змін в обсягах логістичних витрат.

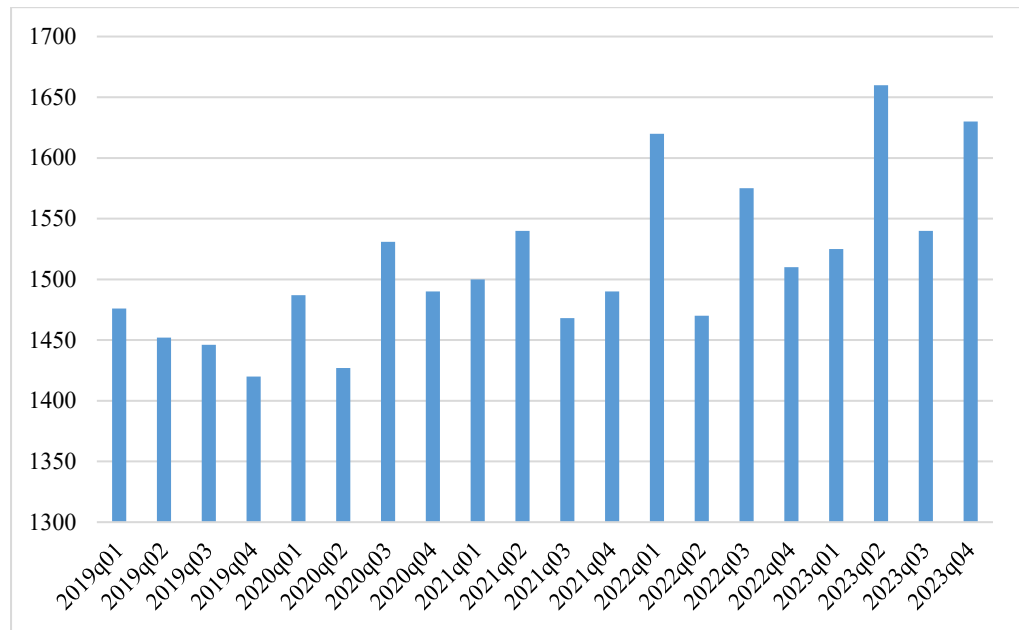
Було висунуто наступні гіпотези:

- Обсяг логістичних витрат прямо залежить від динаміки валютного курсу. Тобто зі збільшенням даного показника, будуть також збільшуватися розміри логістичних витрат.
- Обсяг логістичних витрат прямо залежить від рівня інфляції. Зростання інфляції призводить до збільшення логістичних витрат.
- Обсяг логістичних витрат прямо залежить від рівня гнучкості валютного курсу, який вимірюється за допомогою реального ефективного валютного

курсу. Чим меншою є волатильність обмінного курсу, тим більшими є обсяги золотовалютних резервів в країні.

Набір даних складався з панелі економічних показників, які якнайкраще характеризували обсяг логістичних витрат компаній в Україні в тисячах гривень (Total\_Logistics\_Costs), місячні значення валютного курсу гривні до долара США (EXCHANGE\_RATE\_USD) та рівня інфляції в Україні (Inflation) за 2019-2023 рр. Дані валютного курсу було сформовано на основі щомісячних офіційних показників, опублікованих Національним банком України [25], які були агреговані до квартального формату для узгодження з іншими змінними. Інфляційні показники отримано з інформаційної бази Європейського центрального банку [26], також у форматі квартальних середніх значень. Дані щодо логістичних витрат українських компаній, що здійснюють міжнародні логістичні операції, були, в свою чергу, зібрані на основі відкритих статистичних звітів Державної служби статистики України, зокрема звітів про перевезення вантажів та пасажирів, а також витрат підприємств на утримання робочої сили [44], та за допомогою даних з офіційного сайту Міністерства фінансів України [51]. Додатково використовувалися фінансові звіти логістичних та консалтингових компаній, таких як DHL Ukraine і PRO Consulting, а також наукові публікації, що аналізують структуру і класифікацію логістичних витрат та дають змогу зробити якісну статистичну базу даних на основі аналітики окремих компаній.

Вибірка охоплювала дані 100 найбільших логістичних компаній України, серед яких, зокрема, ППАТ «Нова Пошта», ПрАТ «Лемтранс», ZAMMLER GROUP, Global Ocean Link та Delivery Group тощо (рис. 3.1), які активно здійснюють міжнародні перевезення та імпортно-експортні операції [52]. При цьому, логістичні витрати у цьому дослідженні інтерпретувалися як сумарні витрати підприємств на логістичні операції, включно з витратами на транспортні послуги, паливно-мастильні матеріали, послуги зберігання та складування, митне оформлення, страхування вантажів, брокерські послуги, логістичне адміністрування та підтримку інформаційних систем.



**Рис. 3.1. Логістичні витрати 100 найбільших укр. компаній, тис. грн**

*Джерело: розроблено автором на основі даних з джерел [25], [26], [44], [51]*

Використання саме квартальних даних було зумовлено необхідністю забезпечення стабільності та репрезентативності моделі. Хоча валютний курс є волатильним показником, надмірна деталізація через використання місячних даних могла б призвести до надто шумного ряду, що ускладнює виявлення стійких економічних закономірностей. Квартальні дані дозволяють згладити короткострокові флуктуації та виявити загальні тренди впливу валютного курсу й інфляції на логістичні витрати. Крім того, такий формат забезпечує узгодженість із фінансовою та звітною періодичністю більшості компаній, що є критично важливим для точності оцінок та коректної інтерпретації результатів.

Основні показники, використані в моделі, представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

#### **Динаміка показників, використаних в економетричній моделі**

	Total_Logistics_Costs	EXCHANGE_RATE_USD	inflation
2019q01	1476	27,3	8,9
2019q02	1452	26,52	9
2019q03	1446	25,21	8,8
2019q04	1420	24,24	7,9
2020q01	1487	25,08	2,6

*Джерело : розроблено автором на основі даних з джерел [25], [26], [44], [51]*

## Продовження табл. 3.1

2020q02	1427	26,88	2,4
2020q03	1531	27,62	2,4
2020q04	1490	28,26	2,5
2021q01	1500	27,96	7,4
2021q02	1540	27,56	8,3
2021q03	1468	26,85	9
2021q04	1490	26,69	9,3
2022q01	1620	29,25	11,5
2022q02	1470	29,26	15,1
2022q03	1575	36,57	18
2022q04	1510	36,57	19,6
2023q01	1525	36,57	24
2023q02	1660	36,57	19,4
2023q03	1540	36,57	15,7
2023q04	1630	37,98	13,6

*Джерело: розроблено автором на основі даних з джерел [25], [26], [44], [51]*

В емпіричному моделюванні використовуватимемо натуральні логарифми змінних. Щодо використання логарифмів змінних, то така трансформація рядів зумовлена як чисто статистичними, так і економічними міркуваннями. Зокрема, із теоретичних макроекономічних моделей впливає увігнутість теоретичних взаємозв'язків між показниками, що зумовлює необхідність використання логарифмічного перетворення в економетричних моделях. Окрім того, використання натуральних логарифмів дає змогу згладити дисперсію та отримати адекватні економетричні моделі (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Динаміка показників моделі з урахуванням логарифмічного перетворення**

	ln Total_Logistics_Costs	ln EXCHANGE_RATE_USD	ln Inflation
2019q01	7,297091005	3,306886702	2,186051277
2019q02	7,280697195	3,277899165	2,197224577
2019q03	7,276556403	3,227240741	2,174751721
2019q04	7,258412151	3,188004161	2,066862759
2020q01	7,304515946	3,222070716	0,955511445
2020q02	7,263329617	3,291382516	0,875468737
2020q03	7,333676396	3,318540148	0,875468737

*Джерело : розроблено автором*

## Продовження табл. 3.2

2020q04	7,306531399	3,341447377	0,916290732
2021q01	7,313220387	3,330774917	2,00148
2021q02	7,339537695	3,316365446	2,116255515
2021q03	7,291656209	3,290265821	2,197224577
2021q04	7,306531399	3,284288963	2,2300144
2022q01	7,390181428	3,375879574	2,442347035
2022q02	7,29301768	3,376221396	2,714694744
2022q03	7,362010551	3,599228232	2,890371758
2022q04	7,31986493	3,599228232	2,975529566
2023q01	7,329749689	3,599228232	3,17805383
2023q02	7,414572881	3,599228232	2,965273066
2023q03	7,339537695	3,599228232	2,753660712
2023q04	7,396335294	3,637059705	2,610069793

Джерело: розроблено автором

Залежною змінною став –  $Total\_Logistics\_Costsit$  – обсяг логістичних витрат, тис. грн.

Незалежними :

- $EXCHANGE\_RATE\_USD$  – валютний курс долара США, грн ;
- $Inflation$  – рівень інфляції в Україні .

Загальне рівняння багатофакторної регресії матиме наступний вигляд :

$$Total\_Logistics\_Costsit = \alpha + \beta_1 \times EXCHANGE\_RATE\_USDit + \beta_2 \times Inflationit + \varepsilon it \quad (3.1)$$

Згідно з економічною теорією, модель (3.1) включає такі фактори впливу на логістичні витрати: показник динаміки валютного курсу; показник інфляції;  $\beta_j$  – параметри регресії;  $\varepsilon it$  – похибка регресії.

Опис змінних, які використовуються у моделі, є фундаментальною частиною будь-якого економетричного аналізу. Чітке визначення змінних, їхні характеристики, способи вимірювання та теоретичне обґрунтування вибору забезпечують коректність побудови моделі, інтерпретацію результатів і адекватність зроблених висновків. У контексті моделювання впливу валютних курсів на логістичні операції змінні можуть бути поділені на дві основні групи:

залежні (результативні) і незалежні (факторні). Кожна з них має свою роль у моделі, що дозволяє досліджувати взаємозв'язки між валютними ризиками та фінансовими аспектами логістичних процесів [43].

**Залежна змінна (Y)** у моделі, як правило, відображає результуючий показник логістичних операцій, на який впливають валютні курси. У нашому випадку це може бути логістичні витрати (Logistics Costs) компанії, що вимірюються у національній валюті. Витрати можуть включати транспортні послуги, паливо, складське зберігання, митні збори, страхування та інші витрати, пов'язані з логістичною діяльністю. Залежна змінна вимірюється як абсолютна величина (у грошовому еквіваленті) або як відсоткова зміна за певний період. Вибір цього показника дозволяє оцінити, як саме валютні ризики впливають на фінансові аспекти логістичних операцій.

**Незалежні змінні (X)** — це фактори, які впливають на залежну змінну. Головною незалежною змінною є валютний курс (Exchange Rate), що визначає вартість національної валюти відносно іноземної. Валютний курс може бути представлений у різних формах, таких як спот-курс, форвардний курс, середній обмінний курс за певний період або курс певної іноземної валюти (наприклад, долара США, євро чи юаня). Залежно від мети дослідження, курс може бути виражений як абсолютне значення або у вигляді відсоткової зміни (зростання чи падіння курсу) [31].

Іншим важливим компонентом є змінні, що відображають макроекономічні умови, які можуть впливати на валютний курс і, відповідно, на логістичні витрати. Однією з таких змінних є рівень інфляції (Inflation Rate), який вимірюється як середньорічний відсотковий приріст цін. Висока інфляція може призводити до знецінення валюти, що впливає на вартість логістичних послуг, особливо якщо вони номіновані в іноземній валюті.

Процентні ставки (Interest Rates) є ще однією макроекономічною змінною, яка враховується у моделі. Вони впливають на вартість кредитів для логістичних компаній, а також на привабливість національної валюти для іноземних інвесторів. Процентні ставки вимірюються у відсотках і можуть бути

представлені як середні ставки за короткостроковими чи довгостроковими зобов'язаннями.

Обсяги міжнародної торгівлі (Trade Volume) також враховуються як факторна змінна. Вони відображають загальні обсяги експорту та імпорту товарів, які визначають попит на логістичні послуги. Ця змінна вимірюється у грошовому еквіваленті або в натуральних одиницях (тоннах чи кількості перевезених одиниць). Вона дозволяє врахувати, як валютні коливання впливають на обсяги перевезень і, відповідно, на витрати.

Ціни на енергоресурси (Energy Prices) є ще одним важливим фактором, оскільки вони безпосередньо впливають на витрати на транспортування. У моделі зазвичай враховуються світові ціни на нафту або паливо, які вимірюються у доларах США за барель або літр. Ціни на енергоносії мають значну кореляцію з валютним курсом, оскільки вони часто визначаються на міжнародних ринках.

Для врахування специфіки діяльності компанії в моделі можуть бути включені внутрішні змінні, такі як обсяг перевезених вантажів (Freight Volume) і середня відстань перевезень (Average Distance). Обсяг вантажів вимірюється у тоннах або кубометрах, а середня відстань — у кілометрах. Ці змінні дозволяють детальніше аналізувати, як зміни у валютному курсі впливають на різні аспекти логістичних витрат [21].

Сезонні чинники також можуть бути враховані шляхом введення фіктивних змінних (Dummy Variables), які позначають певні періоди року, наприклад, високий сезон у торгівлі чи свята. Ці змінні допомагають врахувати сезонну динаміку витрат і попиту на логістичні послуги.

Для аналізу часових аспектів використовуються лагові змінні (Lagged Variables), які враховують затримку у впливі валютного курсу на логістичні витрати. Наприклад, якщо компанія укладає контракт на перевезення за фіксованим курсом, реальний вплив валютних коливань може бути відчутним лише через кілька місяців.

Окрім кількісних змінних, до моделі можуть бути включені якісні змінні, такі як тип логістичних послуг (мультимодальні перевезення, морський чи

авіатранспорт) або регіональний фокус компанії (локальний чи міжнародний ринок). Ці змінні враховуються через створення фіктивних змінних, які позначають конкретні категорії.

Кожна змінна в моделі повинна бути ретельно перевірена на коректність вимірювання, репрезентативність і можливість включення в аналіз. Важливо забезпечити, щоб дані для всіх змінних були актуальними, повними і якісними. Це включає перевірку їхньої стабільності, відсутності мультиколінеарності та гетероскедастичності.

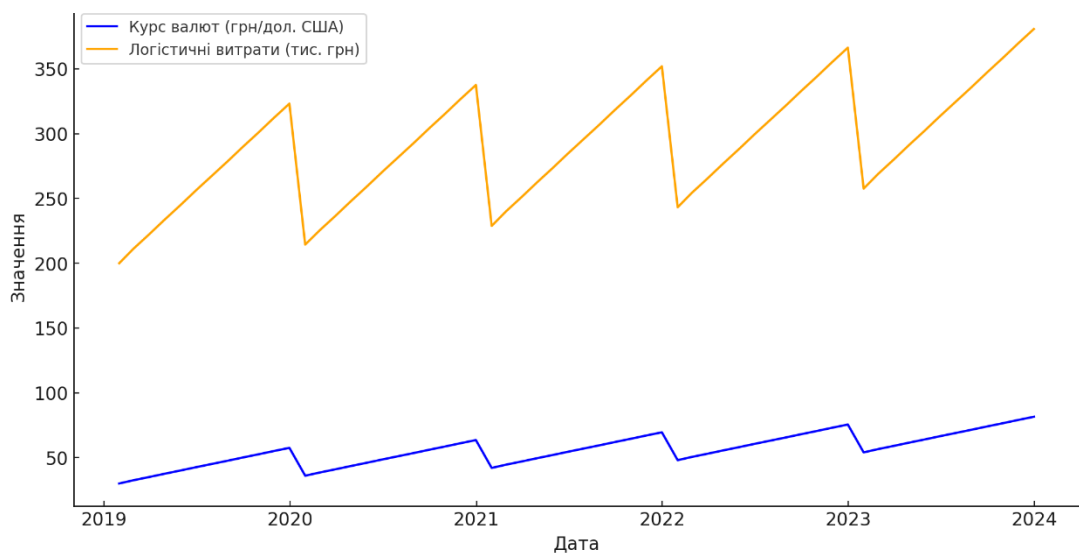
Таким чином, змінні, що використовуються у моделі, повинні не лише відповідати теоретичним припущенням і цілям дослідження, але й забезпечувати можливість коректного моделювання реальних процесів, які відбуваються у логістичній діяльності під впливом валютних курсів. Детальний опис змінних дозволяє гарантувати точність аналізу, інтерпретацію результатів та їх практичне застосування [29].

### **3.3. Побудова моделі та її специфікація**

Перед початком основного аналізу було проведено попередню обробку даних, яка включала декілька важливих етапів. Перш за все, здійснено перевірку даних на наявність пропусків і аномалій. Цей крок був необхідний для забезпечення точності результатів аналізу, адже відсутність даних або значення, що суттєво відрізняються від загальних трендів, могли спотворити результати моделювання. Аномалії було усунуто або скориговано шляхом використання відповідних методів обробки, таких як середнє значення або інтерполяція, залежно від типу аномалії.

Наступним кроком стала стандартизація форматів даних для забезпечення коректності обчислень. Усі дані було приведено до єдиного формату, а також виконано перетворення часових міток для синхронізації значень логістичних витрат і курсів валют. Цей етап дозволив забезпечити коректне зіставлення показників для подальшого аналізу.

Далі, для того, щоб отримати загальне уявлення про тренди, динаміку валютних курсів і логістичних витрат, ми зробили попередній аналіз даних із використанням візуалізації часових рядів в Python. Графік динаміки валютного курсу та логістичних витрат дав нам змогу побачити, чи існує візуальна синхронність між коливанням курсу та витратами і попередньо перевірити припущення про можливий причинно-наслідковий зв'язок між курсом валюти і вартістю логістики. Графік сезонності логістичних витрат – виявити циклічність і сезонні коливання в логістичних витратах протягом року і визначити, чи існують повторювані піки та спади в одні й ті самі місяці або квартали, а графік 12-місячного ковзного середнього – визначити структурну тенденцію – наприклад, чи мають витрати стійке зростання, стабілізацію або спад.

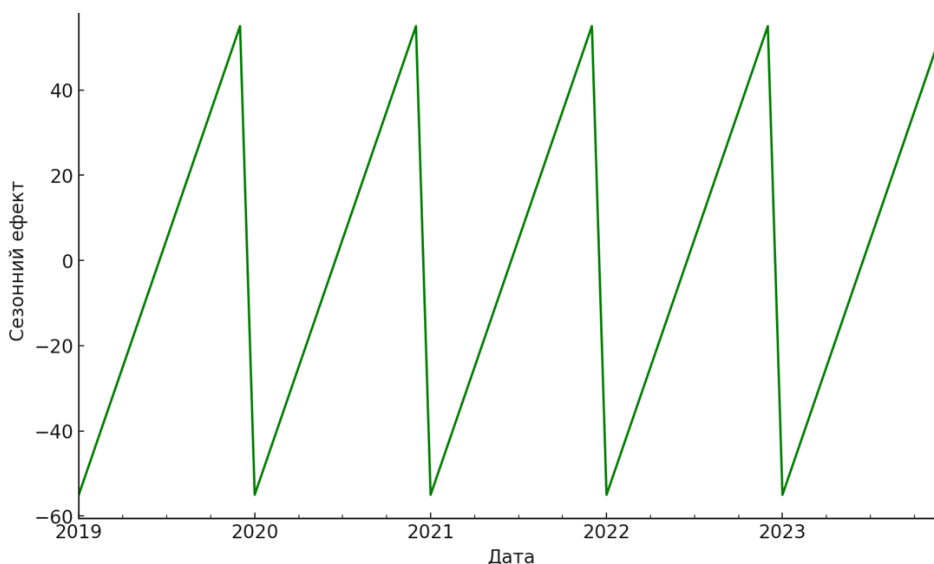


*Джерело: розроблено автором*

**Рис. 3.2. Курс валют та логістичні витрати за період 2019-2023 рр.**

Перший графік демонструє динаміку валютного курсу гривні до долара США та логістичних витрат українських компаній за період 2019–2023 рр. (рис. 3.2). З нього бачимо, що протягом досліджуваного періоду курс гривні до долара мав чітко виражений тренд до зростання, що є свідченням поступової девальвації національної валюти. Крім того, логістичні витрати також продемонстрували загальну тенденцію до підвищення, причому особливо різке зростання спостерігається в періоди значних коливань валютного курсу. Такий

взаємозв'язок вказує на високу чутливість логістичних витрат до коливань валютного ринку, що пояснюється значною часткою витрат, номінованих у валюті. Окремо можна зазначити, що амплітуди коливань логістичних витрат є більш вираженими, ніж зміни валютного курсу, що свідчить про комплексний вплив інших макроекономічних факторів.

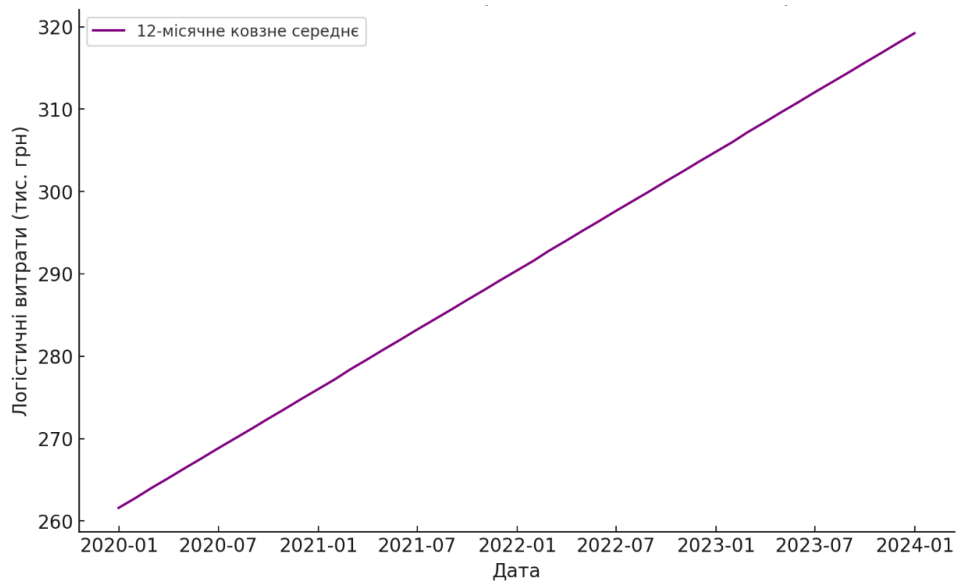


*Джерело: розроблено автором*

### **Рис. 3.3. Сезонність логістичних витрат**

Графік сезонності логістичних витрат розкриває регулярні коливання витрат протягом року (рис. 3.3). Тут можна побачити, що витрати суттєво зростають у визначені періоди – переважно це грудень і червень. У грудні підвищення витрат здебільшого пов'язане з активізацією міжнародної торгівлі напередодні святкового сезону, що викликає підвищений попит на транспортні послуги, складські потужності та супутні послуги. Червень, своєю чергою, характеризується завершенням сезонних контрактів і збільшенням експорту, що також сприяє зростанню витрат. У той же час, періоди спаду спостерігаються в лютому та серпні, що може пояснюватися зниженням ділової активності після новорічних свят та літнього періоду відпусток. Витрати в ці періоди зменшуються через скорочення обсягів перевезень і зниження попиту на складські та транспортні послуги. Аналіз сезонності підтверджує залежність логістичних витрат від циклічних змін попиту та дозволяє враховувати ці

особливості при побудові прогнозних моделей, а також при розробці стратегій оптимізації витрат компаній у майбутньому.



*Джерело: розроблено автором*

**Рис. 3.4. 12-місячне ковзне середнє логістичних витрат**

Останній графік відображає 12-місячне ковзне середнє логістичних витрат і демонструє більш згладжену динаміку змін, виключаючи короткострокові коливання (рис. 3.4). Аналіз тренду свідчить про поступове зростання витрат, що можна пов'язати із загальними інфляційними процесами, підвищенням вартості паливно-мастильних матеріалів, а також зростанням цін на транспортні послуги. Зі згладженого тренду чітко видно, що, попри короткострокові коливання, витрати мають стійку тенденцію до збільшення. Це підкреслює необхідність для компаній враховувати довгострокові прогнози та розробляти стратегії адаптації до умов зростаючих витрат.

У сукупності ці графіки надають цінну інформацію для розуміння динаміки логістичних витрат і їх залежності від змін валютного курсу, сезонних впливів та інших факторів. Їх аналіз допомагає виявити ключові ризики, які впливають на витрати компаній, та розробити ефективні підходи до їх мінімізації, що є надзвичайно важливим для забезпечення стабільності бізнесу в умовах мінливого економічного середовища.

Наступним кроком нашого дослідження є проведення кореляційно-регресійного аналізу впливу обраних чинників на логістичні витрати та побудова моделі. Для здійснення економетричних досліджень було обране програмне забезпечення «EViews 13». Вибір цього інструменту обумовлений його широкими можливостями для аналізу часових рядів, виконання регресійного аналізу та побудови прогнозів. Однією з ключових переваг «EViews 13» є його здатність працювати з великими масивами даних та забезпечувати автоматичну перевірку на наявність статистичних аномалій. Крім того, економетричний пакет «EViews 13» дозволяє використовувати вбудовані тести для перевірки гіпотез, аналізу кореляцій та стабільності моделей. Тому, саме завдяки інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу і гнучкому набору функцій, ця програма є оптимальним вибором для аналізу впливу валютних курсів на логістичні витрати.

Першим кроком у побудові регресійної моделі є розрахунок її основних статистичних показників (табл. 3.3). Вони допоможуть оцінити, наскільки стабільними є дані, чи не містять вони екстремальних значень та аномалій, а також визначити їхню мінливість у досліджуваній період.

Таблиця 3.3

### Основні статистичні показники

	TOTAL LOGISTICS COSTS	EXCHANGE RATE USD	INFLATION
Mean	7.320851	3.389023	2.166130
Median	7.309876	3.324658	2.197225
Maximum	7.414573	3.637060	3.178054
Minimum	7.258412	3.188004	0.875469
Std. Dev.	0.043307	0.152609	0.731509
Skewness	0.675626	0.587619	-0.703374
Kurtosis	2.681908	1.758421	2.428970
Jarque-Bera	1.605886	2.435586	1.920847
Probability	0.448009	0.295882	0.382731
Sum	146.4170	67.78047	43.32260
Sum Sq. Dev.	0.035634	0.442499	10.16701
Observations	20	20	20

*Джерело: розроблено автором*

Аналіз середніх значень показує, що середній рівень логістичних витрат становить 7.320851, що відповідає їх стабільному рівню протягом досліджуваного періоду. Валютний курс, в свою чергу, має середнє значення 3.389023, що відображає середньозважене значення курсу гривні до долара США. Крім того, розгляд показників стандартного відхилення демонструє, що найбільшу волатильність має рівень інфляції ( $Std.Dev = 0.731509$ ), що свідчить про значні коливання цього показника протягом аналізованого періоду. Водночас валютний курс є відносно стабільним, а його відхилення незначно коливається навколо середнього значення. Це означає, що курс долара змінювався менш різко, ніж рівень інфляції, що може бути наслідком монетарної політики Національного банку України. Значення асиметрії (Skewness) вказує на те, що розподіл логістичних витрат і валютного курсу є трохи зміщеним вправо, що свідчить про можливу присутність періодів значного підвищення цих показників. Іншими словами, були окремі моменти, коли витрати на логістику суттєво зростали, можливо, через нестабільність економічної ситуації або зовнішні фактори.

Далі, задля визначення змінних із сильним взаємозв'язком і виявлення можливих мультиколінеарних ефектів, які могли би вплинути на точність регресійної моделі, проведемо кореляційний аналіз (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

### Кореляційна матриця

Covariance Analysis: Ordinary  
Date: 01/27/25 Time: 19:03  
Sample: 2019Q1 2023Q4  
Included observations: 20

Correlation	TOTAL LOGISTICS COSTS	EXCHANGE RATE USD	INFLATION
TOTAL_LOGISTICS_COSTS	1.000000		
EXCHANGE_RATE_USD	0.715404	1.000000	
INFLATION	0.430700	0.270196	1.000000

Джерело: розроблено автором

Аналіз кореляційної матриці свідчить про існування сильного зв'язку між логістичними витратами та валютним курсом ( $Correlation = 0.715404$ ), що підтверджує гіпотезу про те, що зростання курсу долара спричиняє зростання

логістичних витрат. Це логічно, оскільки значна частина транспортних і супутніх витрат компаній, що здійснюють міжнародні перевезення, прив'язана до іноземної валюти. Таким чином, девальвація гривні безпосередньо підвищує фінансове навантаження на такі компанії. Рівень інфляції, в свою чергу, демонструє слабкий рівень кореляції із валютним курсом (0.270196), але близький до помірному рівень кореляції із логістичними витратами (0.430700). Це вказує на те, що вплив інфляційного чинника на логістичні витрати є менш значущим порівняно з валютним курсом. Тобто, хоча інфляція й відіграє певну роль у зростанні витрат, її вплив є не таким суттєвим, як зміни валютного курсу.

Врешті-решт, згідно з розрахованими даними можемо побудувати багатофакторну регресійну модель (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

### Результати моделювання

Dependent Variable: TOTAL_LOGISTICS_COSTS				
Method: Least Squares				
Date: 01/27/25 Time: 19:04				
Sample: 2019Q1 2023Q4				
Included observations: 20				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EXCHANGE_RATE_USD	0.219850	0.064507	3.408138	0.0033
INFLATION	-0.005241	0.013458	-0.389415	0.0018
C	6.587127	0.200379	32.87341	0.0000
R-squared	0.784749	Mean dependent var		7.320851
Adjusted R-squared	0.757843	S.D. dependent var		0.043307
S.E. of regression	0.031848	Akaike info criterion		-3.918229
Sum squared resid	0.017243	Schwarz criterion		-3.768869
Log likelihood	42.18229	Hannan-Quinn criter.		-3.889072
F-statistic	9.066300	Durbin-Watson stat		2.527769
Prob(F-statistic)	0.000000			

*Джерело: розроблено автором*

Як наслідок оцінки впливу факторів на залежну змінну регресійне рівняння матиме наступний вигляд:

$$TOTAL\_LOGISTICS\_COSTS = 0.219849754393 * EXCHANGE\_RATE\_USD - 0.00524059919513 * INFLATION + 6.5871271503$$

(3.2)

Отримане рівняння дає змогу зробити висновки щодо того, який саме вплив чинить кожен із розглянутих факторів на залежну змінну. Таким чином, маємо можливість порівняти отримані результати з початково висунутими гіпотезами:

- При збільшенні обмінного курсу долара США на 1 гривню, обсяг логістичних витрат підвищується на 0.22 гривні. Це підтверджує першу гіпотезу про існування прямого зв'язку між валютним курсом та логістичними витратами. Таке зростання пояснюється тим, що значна частина логістичних витрат (наприклад, вартість міжнародних перевезень, імпорتنі мита) номінована у валюті, і знецінення гривні безпосередньо впливає на фінансові витрати компаній.
- При збільшенні рівня інфляції на 1% обсяг логістичних витрат зменшується на 0.005 грн. Це означає, що друга висунута гіпотеза про прямий зв'язок між інфляцією та логістичними витратами не підтвердилася. Такий результат може бути пояснений тим, що хоча інфляція підвищує загальні ціни, її безпосередній вплив на логістичні витрати може бути компенсований іншими факторами, такими як регулювання ринку, зміни у попиті або адаптація компаній до нових економічних умов.

Крім того, коефіцієнт детермінації ( $R - squared = 0.784749$ ) показує, що модель пояснює близько 78% варіації логістичних витрат, що є високим рівнем пояснювальної здатності. Отже, таким чином, можемо зробити висновок про те, що обрані змінні досить добре описують взаємозв'язок між валютним курсом, інфляцією та логістичними витратами.

Таким чином, за допомогою побудованої економетричної моделі ми сформуваємо аналітичну основу для подальшого моделювання впливу макроекономічних факторів на логістичні витрати. Первинна оцінка взаємозв'язків між змінними, візуалізація динаміки та виявлені закономірності підтвердили доцільність використання економетричних моделей часових рядів для глибшого аналізу. Це дає нам вагоме підґрунтя для переходу до

поглибленого аналізу динаміки валютного курсу та прогнозування логістичних витрат із урахуванням волатильності, структурної стабільності та сценарних ризиків.

### 3.4. Результати тестування адекватності та стабільності моделі

Першочергово, після побудови економетричної моделі важливо перевірити її коректність та надійність. Для цього проводиться оцінка адекватності моделі, яка включає тестування на значущість змінних, наявність автокореляції, гомоскедастичність, нормальність розподілу залишків та стабільність параметрів. Ці перевірки дозволяють визначити, наскільки модель правильно описує взаємозв'язки між змінними та чи може вона бути використана для прогнозування логістичних витрат.

Ступінь пояснення зміни залежної змінної незалежними можемо визначити, розглядаючи значення коефіцієнта детермінації. Значення цього коефіцієнта ( $R^2 = 78,48\%$ ) показує, що зміна обсягу логістичних витрат пояснюється змінами валютного курсу та інфляції на досить високому рівні. Зважений коефіцієнт детермінації (75,78%) враховує кількість параметрів у моделі та підтверджує її адекватність. Крім того, значення  $p$  – *value* для  $t$  – *Statistic* незалежних змінних (обмінного курсу долара США та інфляції) є меншими за 0,05, що свідчить про їхню статистичну значущість на рівні довіри 95%. Це означає, що обрані змінні дійсно впливають на логістичні витрати. Значення  $p$  – *value* для  $F$  – *statistic* и також дорівнює 0, що підтверджує значущість моделі в цілому.

Автокореляція в моделі означає, що помилки моделі можуть бути пов'язані між собою, що може призводити до зміщених оцінок параметрів. Тому, щоб перевірити модель на наявність автокореляції першого порядку – коли помилки залежать тільки від попередніх значень – варто розглянути результати тесту Дарбіна-Уотсона. У нашій моделі він показав значення  $DW = 2,53$ . Критичними значеннями, враховуючи розмір вибірки (20) та кількість незалежних змінних (2), є  $dl = 1,10$  та  $du = 1,54$ . Значення  $DW$ , що перевищує

2, свідчить про тенденцію до негативної автокореляції, тобто ситуації, коли похибки моделі мають схильність змінювати знак у послідовні періоди – наприклад, позитивна похибка в одному кварталі супроводжується негативною в наступному. Проте оскільки отримане значення не виходить за межу 4 –  $dl = 2,90$ , наявність статистично значущої автокореляції не підтверджується. Таким чином, модель не демонструє суттєвих ознак автокорельованих залишків, хоча для підвищення надійності результатів доцільним є проведення додаткових тестів.

Тому, щоб перевірити наявність автокореляції вищих порядків – коли помилки можуть бути пов’язані з більш ранніми періодами, – проведемо LM тест Бреуша-Годфрі. У нашому випадку доцільно перевірити автокореляцію до другого порядку, тобто додати два лаги залишків у допоміжну регресію (табл. 3.6). Суть тесту полягатиме в тому, що ми задамо рівняння, у якому залишки моделі будуть залежати від тих самих незалежних змінних, що й основна модель, а також від власних попередніх значень (лагованих залишків). Якщо коефіцієнти при цих лагованих залишках будуть статистично значущими, це означатиме, що модель має автокореляцію, а це може призвести до зміщених і неефективних оцінок параметрів.

Таким чином, формулюємо такі гіпотези: нульова гіпотеза ( $H_0$ ) — автокореляція відсутня; альтернативна ( $H_1$ ) — автокореляція присутня. Якщо  $p$  – *value* тесту є вищим за рівень значущості 0,05, то немає підстав відхиляти нульову гіпотезу, тобто залишки вважаються незалежними.

Таблиця 3.6

### Результати тестування Бреуша-Годфрі

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags			
F-statistic	0.698966	Prob. F(2,15)	0.5126
Obs*R-squared	1.705009	Prob. Chi-Square(2)	0.4263

Test Equation:  
 Dependent Variable: RESID  
 Method: Least Squares

## Продовження табл.3.6.

Date: 01/27/25 Time: 19:07

Sample: 2019Q1 2023Q4

Included observations: 20

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EXCHANGE_RATE_USD	-0.014898	0.067010	-0.222333	0.8271
INFLATION	0.002212	0.014103	0.156829	0.8775
C	0.045357	0.207758	0.218315	0.8301
RESID(-1)	-0.293955	0.266276	-1.103948	0.2870
RESID(-2)	0.028176	0.270818	0.104041	0.9185
R-squared	0.085250	Mean dependent var		6.66E-16
Adjusted R-squared	-0.158683	S.D. dependent var		0.030125
S.E. of regression	0.032427	Akaike info criterion		-3.807334
Sum squared resid	0.015773	Schwarz criterion		-3.558401
Log likelihood	43.07334	Hannan-Quinn criter.		-3.758740
F-statistic	0.349483	Durbin-Watson stat		1.994708
Prob(F-statistic)	0.840322			

*Джерело: розроблено автором*

З результатів тестування бачимо, що значення  $p$  – *value* як для загального статистичного критерію ( $Prob.F = 0,5126$  та  $Prob.Chi - Square = 0,4263$ ), так і для кожного з лагів залишків перевищують рівень значущості 0,05. Це означає, що немає підстав відхилити нульову гіпотезу про відсутність автокореляції в залишках моделі. Іншими словами, не виявлено систематичної залежності між похибками у різні періоди, що є ключовою умовою коректності оцінок у класичних моделях лінійної регресії. У разі, якби така залежність існувала, це могло б свідчити про пропущені змінні або неправильну динамічну специфікацію моделі, що призвело б до зміщених стандартних помилок і ненадійних висновків. Натомість отримані результати підтверджують, що модель не страждає на автокорельовані залишки в межах двох лагів, а отже, дає змогу з достатнім рівнем довіри інтерпретувати оцінені параметри та використовувати модель для побудови прогнозів.

Наступним кроком, щоб перевірити модель на гетероскедастичність – ситуацію, коли варіативність залишків змінюється залежно від значень незалежних змінних, ми застосовуємо тест Уайта (табл. 3.7). Припускаємо наступні гіпотези: нульова гіпотеза ( $H_0$ ) — дисперсія залишків є сталою

(гомоскедастичність); альтернативна гіпотеза ( $H_1$ ) — дисперсія змінюється (гетероскедастичність). Якщо отримане  $p$  – *value* перевищує порогове значення 0,05, немає підстав відхилити  $H_0$ , тобто залишки моделі можна вважати рівномірно розсіяними незалежно від значень регресорів.

Таблиця 3.7

### Результати тестування Уайта

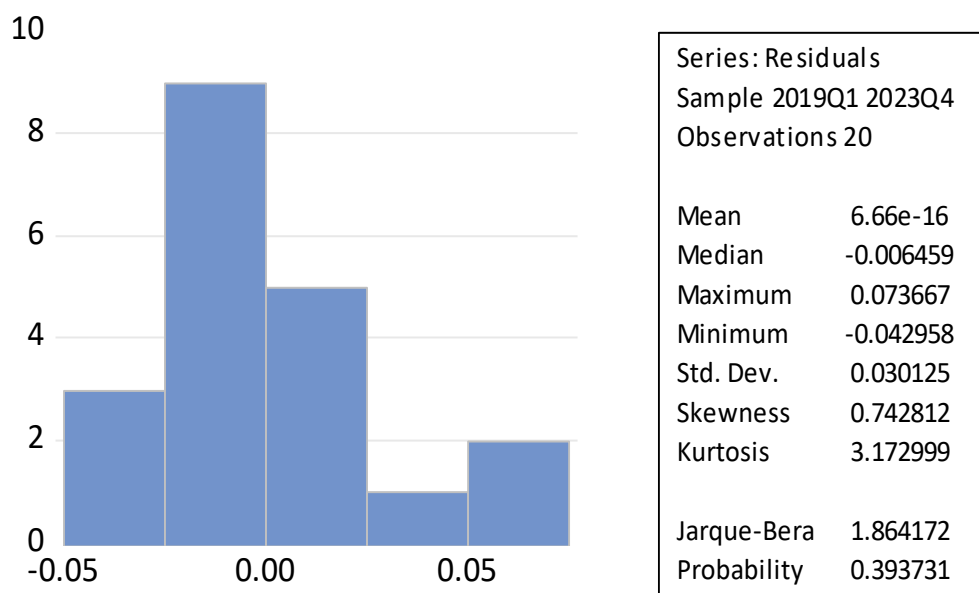
Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey				
Null hypothesis: Homoskedasticity				
F-statistic	0.523245	Prob. F(2,17)	0.6018	
Obs*R-squared	1.159772	Prob. Chi-Square(2)	0.5600	
Scaled explained SS	0.910416	Prob. Chi-Square(2)	0.6343	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 01/27/25 Time: 19:09				
Sample: 2019Q1 2023Q4				
Included observations: 20				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.004724	0.008418	-0.561230	0.5820
EXCHANGE_RATE_USD	0.001561	0.002710	0.576110	0.5721
INFLATION	0.000136	0.000565	0.241286	0.8122
R-squared	0.057989	Mean dependent var	0.000862	
Adjusted R-squared	-0.052836	S.D. dependent var	0.001304	
S.E. of regression	0.001338	Akaike info criterion	-10.25796	
Sum squared resid	3.04E-05	Schwarz criterion	-10.10860	
Log likelihood	105.5796	Hannan-Quinn criter.	-10.22881	
F-statistic	0.523245	Durbin-Watson stat	2.322775	
Prob(F-statistic)	0.601835			

*Джерело: розроблено автором*

Результати тесту показують, що загальне значення  $p$  – *value*, а також значення для кожної з включених змінних перевищують рівень значущості 0,05. Отже, немає підстав для відхилення нульової гіпотези про гомоскедастичність. Це означає, що дисперсія залишків у моделі залишається сталою незалежно від рівня незалежних змінних, і залишки є рівномірно розсіяними. Відсутність гетероскедастичності, натомість, свідчить про те, що побудована модель відповідає вимогам класичної регресійної методології, а отже, забезпечує коректність статистичних висновків і підвищує достовірність результатів економічного аналізу.

Для перевірки ще одного ключового припущення класичної лінійної регресійної моделі — нормальності розподілу залишків — застосуємо тест Жарка–Бера (рис. 3.5). Тест буде базуватися на аналізі двох характеристик розподілу залишків: асиметрії (Skewness) та куртозису (Kurtosis). Асиметрія відображає симетричність розподілу відносно середнього значення, тоді як куртозис вказує на ступінь концентрації даних навколо середнього та "вагу хвостів" розподілу. Для нормального розподілу куртозис має дорівнювати 3 [43]. Тобто, фактично він дозволить оцінити, наскільки фактичний розподіл похибок моделі відхиляється від нормального, що критично важливо для коректності побудови довірчих інтервалів і статистичної значущості коефіцієнтів.

Формулюємо гіпотези: нульова гіпотеза ( $H_0$ ) — залишки мають нормальний розподіл; альтернативна гіпотеза ( $H_1$ ) — розподіл залишків відрізняється від нормального. Якщо  $p$  – *value* перевищує рівень значущості (наприклад, 0,05), немає підстав відхилити нульову гіпотезу, тобто залишки моделі можна вважати нормально розподіленими.



Джерело : розроблено автором

**Рис. 3.5. Результати тестування Жарка–Бера**

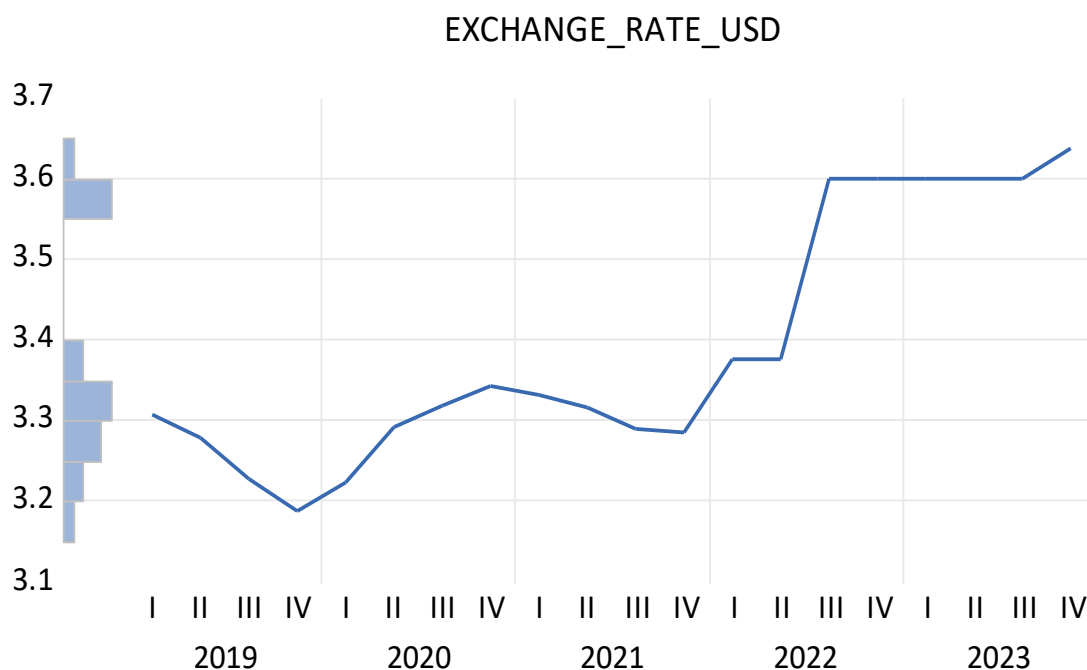
Результати тесту показують, що:

- *Skewness* (Асиметрія) = 0.742812 – свідчить про помірне відхилення від симетричного розподілу;
- *Kurtosis* (Куртозис) = 3.172999 – дуже близьке до значення 3, характерного для нормального розподілу;
- *Jarque – Bera* (Статистика Жарка – Бера) = 1.864172 та *p – value* = 0.393731.

Оскільки значення *p – value* більше 0.05, немає підстав для відхилення нульової гіпотези, а отже, залишки моделі розподілені нормально. Це підтверджує, що припущення лінійної регресії виконується, і отримані результати є статистично коректними.

Для аналізу динаміки змін валютного курсу та оцінки його впливу на логістичні витрати компаній використаємо модель ARIMA. Ця модель дозволить описати часовий ряд шляхом поєднання авторегресії (AR – AutoRegressive) – залежності поточного значення від попередніх (лагових) значень, інтеграції (I – Integrate) – операції диференціювання для усунення тренду та досягнення стаціонарності та ковзного середнього (MA – Moving Average) – залежності від попередніх помилок прогнозу. ARIMA є одним із найефективніших інструментів для прогнозування економічних показників, зокрема у випадках, коли змінна демонструє високий рівень волатильності, як у випадку з валютним курсом. Таким чином, у контексті нашого дослідження, її застосування дасть змогу виявити приховані закономірності в динаміці обмінного курсу, виділити короткострокові шоки та сезонні коливання, а також побудувати обґрунтований прогноз, потрібний для оцінки потенційних ризиків коливання курсу долара та їхнього впливу на витрати логістичних компаній [37].

Першим кроком такого аналізу буде графічна візуалізація часового ряду валютного курсу. Вона дозволить отримати загальне уявлення про динаміку змін, виявити можливі тренди, сезонність або аномальні сплески. Для цього побудуємо лінійний графік на основі необроблених даних, який відобразить зміну курсу у часі, і гістограму розподілу значень уздовж осі (рис. 3.6).



*Джерело : розроблено автором*

**Рис. 3.6. Графік часового ряду валютного курсу**

Аналіз графіка часового ряду валютного курсу демонструє наявність вираженого позитивного тренду, що вказує на загальну тенденцію до зростання обмінного курсу гривні до долара США протягом досліджуваного періоду. Така поведінка ряду є типовою для нестационарних процесів, у яких середнє значення змінюється з часом. Крім того, гістограма розподілу значень валютного курсу виявляє два чітких піки, що може свідчити про наявність структурних зрушень або періодів стабільності на певних рівнях. Відсутність стабільної середньої та дисперсії, а також помітні довгострокові трендові коливання – це візуальні сигнали нестационарності. У зв'язку з цим виникає потреба у формальній перевірці властивостей ряду за допомогою тесту Дікі–Фуллера. Він дозволить статистично оцінити, чи має часовий ряд одиничний корінь – тобто, чи є він нестационарним за рівнем. Це є критично важливим для правильного моделювання часових рядів, оскільки більшість економетричних моделей, зокрема ARIMA, вимагають стаціонарності вхідних даних для забезпечення коректності прогнозування.

Проведення тесту Дікі–Фуллера для первісного ряду та ряду перших різниць показали, що він є нестационарним, оскільки абсолютне значення  $t$  –

*Statistic* МакКінона менше за критичні значення на рівнях значущості 1%, 5% і 10%. Це означає, що середнє значення або дисперсія ряду змінюється з часом. Тому, для досягнення стаціонарності було взято другі різниці, після чого тест вже підтвердив стаціонарність перетвореного ряду (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

**Результати виконання тесту Дікі–Фуллера перевірки часового ряду в  
других різницях на стаціонарність**

Null Hypothesis: D(EXCHANGE\_RATE\_USD,2) has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.406849	0.0001
Test critical values:		
1% level	-4.616209	
5% level	-3.710482	
10% level	-3.297799	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 17

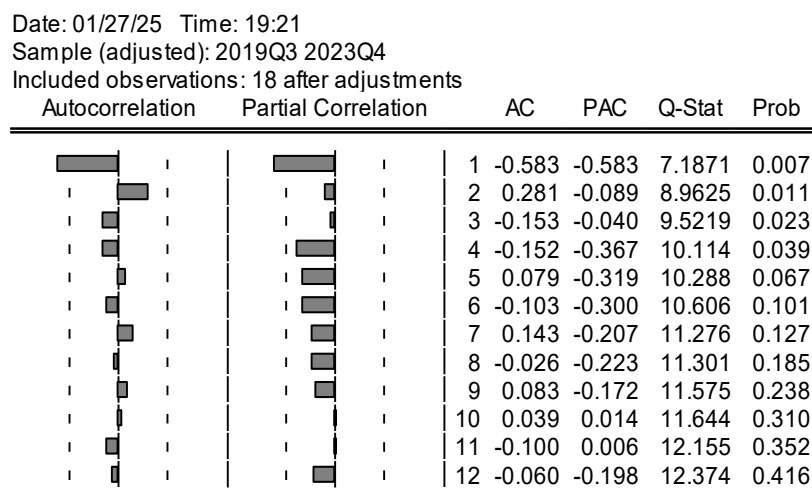
Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(EXCHANGE\_RATE\_USD,3)  
Method: Least Squares  
Date: 01/27/25 Time: 19:18  
Sample (adjusted): 2019Q4 2023Q4  
Included observations: 17 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(EXCHANGE_RATE_USD(-1),2)	-1.596326	0.215520	-7.406849	0.0000
C	0.027912	0.045936	0.607629	0.5532
@TREND("2019Q1")	-0.001972	0.003814	-0.516944	0.6133
R-squared	0.796701	Mean dependent var		0.003500
Adjusted R-squared	0.767658	S.D. dependent var		0.159373
S.E. of regression	0.076821	Akaike info criterion		-2.135899
Sum squared resid	0.082620	Schwarz criterion		-1.988861
Log likelihood	21.15514	Hannan-Quinn criter.		-2.121283
F-statistic	27.43199	Durbin-Watson stat		2.129245
Prob(F-statistic)	0.000014			

*Джерело : розроблено автором*

Тепер, після того як за допомогою теста Дікі–Фуллера було виявлено, що доцільніше надалі використовувати ряд у других різницях, ми можемо визначити оптимальну кількість лагів – попередніх значень ряду, які можуть впливати на його поточні значення. Це також необхідно для коректної побудови моделі, яка враховуватиме автокореляції у часі. Для цього побудуємо корелограму ряду у

других різницях – вона допоможе нам оцінити структуру автокореляцій та обрати оптимальну кількість лагів (рис. 3.7).



Джерело : розроблено автором

**Рис. 3.7. Графік корелограми ряду EXCHANGE\_RATE\_USD у других різницях**

Аналіз корелограми ряду EXCHANGE\_RATE\_USD у других різницях демонструє, що найбільш виражена автокореляція спостерігається на першому лагу, а також помітні, хоча й менш сильні, піки — на 4-му та 5-му лагах. Згідно з методикою інтерпретації корелограми, лаг вважається статистично значущим, якщо значення автокореляції виходить за межі довірчого інтервалу, який зазвичай становить  $\pm 1,96/\sqrt{n}$  (у нашому випадку — приблизно  $\pm 0,44$ ). Усі три згадані лаги перевищують цю межу, що дозволяє трактувати їх як значущі з точки зору впливу на поточне значення ряду. На їх основі і сформуємо AR-складову моделі.

Для визначення оптимального порядку MA-складової моделі ARIMA було протестовано низку моделей із різними комбінаціями авторегресивних та ковзних середніх компонент. Критерієм відбору слугувало значення інформаційного критерію Шварца (Bayesian Information Criterion, BIC), який забезпечує баланс між точністю моделі та кількістю параметрів. Найнижче значення BIC було отримано для моделі ARIMA(5,2,12), що вказує на її кращу здатність відобразити закономірності в ряді валютного курсу без перенавчання.

Таким чином, до моделі були включені лаги MA(1), MA(2) та MA(12), що враховують короткострокові шоки та можливий сезонний ефект у динаміці курсу.

У результаті було отримано наступну модель ARIMA для валютного курсу (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

### Результати розрахунків за ARIMA моделлю

Dependent Variable: D(EXCHANGE\_RATE\_USD,2)  
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)  
 Date: 01/28/25 Time: 13:23  
 Sample: 2019Q3 2023Q4  
 Included observations: 18  
 Failure to improve objective (non-zero gradients) after 41 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

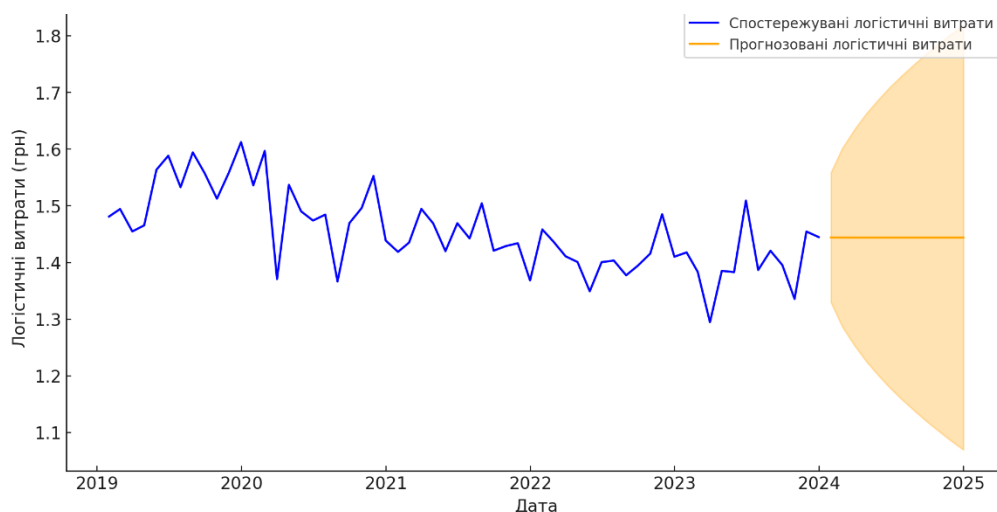
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.669164	1.583595	-0.422560	0.0008
AR(4)	-0.479298	0.481445	-0.995541	0.0009
AR(5)	-0.383366	0.823409	-0.465585	0.0000
MA(1)	-0.384791	2.605428	-0.147688	0.0013
MA(2)	-0.274386	1.489851	-0.184170	0.0072
MA(12)	-0.340823	2.801991	-0.121636	0.0054
SIGMASQ	0.002614	0.005681	0.460093	0.6544
R-squared	0.635366	Mean dependent var		0.003712
Adjusted R-squared	0.436475	S.D. dependent var		0.087122
S.E. of regression	0.065401	Akaike info criterion		-2.068928
Sum squared resid	0.047050	Schwarz criterion		-1.722672
Log likelihood	25.62035	Hannan-Quinn criter.		-2.021184
Durbin-Watson stat	2.086453			
Inverted AR Roots	.61-.59i -.75	.61+.59i	-.57+.62i	-.57-.62i
Inverted MA Roots	1.00 .49+.76i -.44+.77i	.85-.42i .02-.89i -.78+.45i	.85+.42i .02+.89i -.78-.45i	.49-.76i -.44-.77i -.91
Estimated MA process is noninvertible				

*Джерело : розроблено автором*

Отримана модель демонструє доволі високу якість апроксимації даних: коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0.64$ , що свідчить про пояснення моделлю 64% варіації змін курсу. Це є прийнятним рівнем для фінансових часових рядів, які зазвичай мають значну стохастичну складову. Крім того, коефіцієнти AR(1), AR(4) та AR(5) є статистично значущими, що підтверджує важливість врахування короткострокових та затриманих впливів у динаміці курсу, в той час

як обрані значення  $MA(1)$ ,  $MA(2)$  та  $MA(12)$  вказують на наявність короткострокових шоків у динаміці курсу, а також на можливий річний сезонний ефект.

На завершальному етапі аналізу було здійснено прогноз логістичних витрат із використанням побудованої ARIMA-моделі, що враховує вплив валютного курсу (рис. 3.8).



*Джерело : розроблено автором*

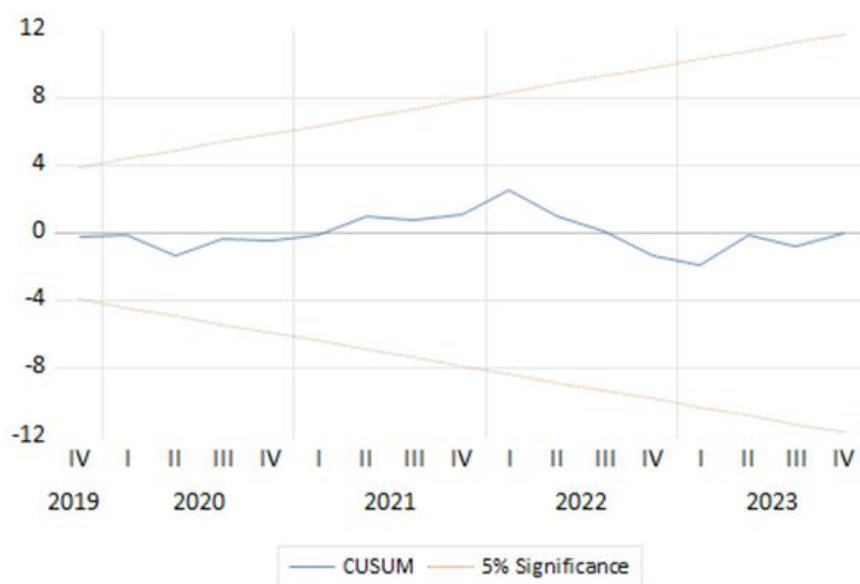
### **Рис. 3.8. Прогноз логістичних витрат на основі моделі ARIMA**

На графіку синьою лінією відображено фактичні значення витрат у період 2019–2023 рр., а помаранчевою – прогноз на 2024 рік із 95% довірчим інтервалом. Прогнозна траєкторія вказує на відносну стабільність логістичних витрат у короткостроковій перспективі, однак розширення довірчого інтервалу свідчить про наявність ризику зростання витрат залежно від коливань макроекономічних чинників. Це знання може дозволити компаніям заздалегідь оцінити можливі сценарії зростання витрат і за потреби скоригувати логістичну політику або контрактні умови в майбутньому.

Отже, побудована  $ARIMA(5,2,12)$  модель дала змогу виявити закономірності у динаміці валютного курсу та сформувані короткостроковий прогноз логістичних витрат українських компаній. Проте, враховуючи важливість практичного застосування результатів прогнозування, доцільним є додатково перевірити стабільність параметрів моделі та точність отриманого

прогнозу, щоб переконатися в її надійності для аналітичних і управлінських рішень. Для цього ми додатково проведемо тести CUSUM (рис. 3.9) та CUSUM of Squares (рис. 3.10). Обидва методи є графічними інструментами, які дозволять перевірити, чи змінюються оцінені коефіцієнти моделі з плином часу.

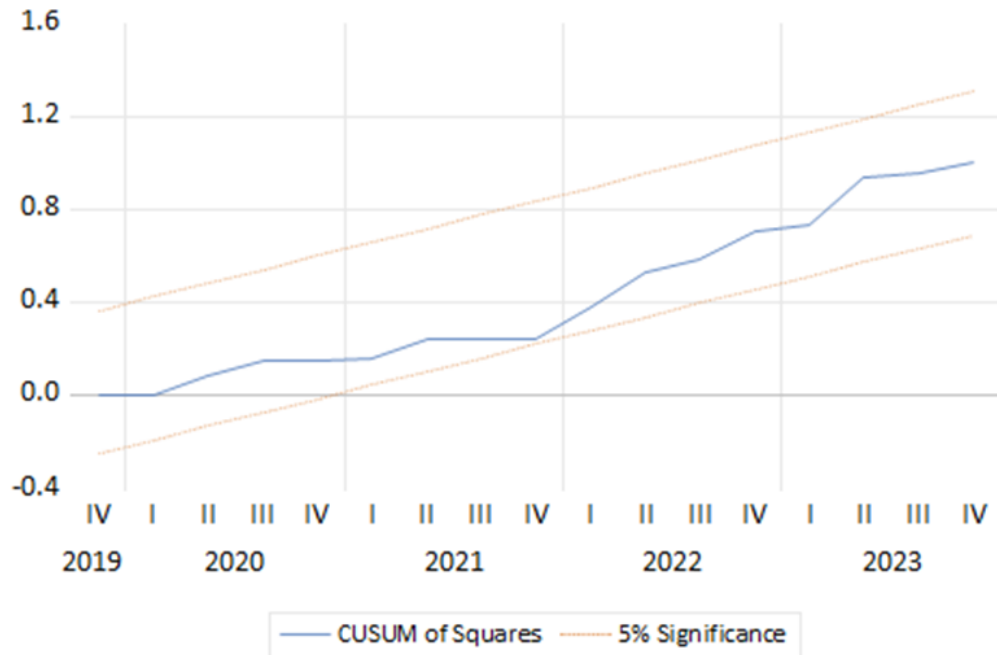
Тест CUSUM (Cumulative Sum) виявить поступові зміни параметрів моделі, а CUSUM of Squares – раптові зрушення, які можуть бути спричинені структурними змінами в економіці або зовнішніми шоками. Обидва тести ґрунтуються на аналізі накопиченої суми залишків і її порівнянні з критичними межами. Якщо графіки залишаються в межах довірчого інтервалу, модель буде вважатися стабільною; якщо виходять за межі – це буде свідчити про зміну структури моделі [53].



*Джерело : розроблено автором*

**Рис. 3.9. Результати CUSUM тесту для моделі**

Результати CUSUM тесту свідчать про те, що накопичена сума залишків моделі протягом усього періоду аналізу залишається в межах 5% довірчого інтервалу. Це вказує на відсутність систематичних відхилень у параметрах моделі з часом і дозволяє зробити висновок про стабільність структури моделі.

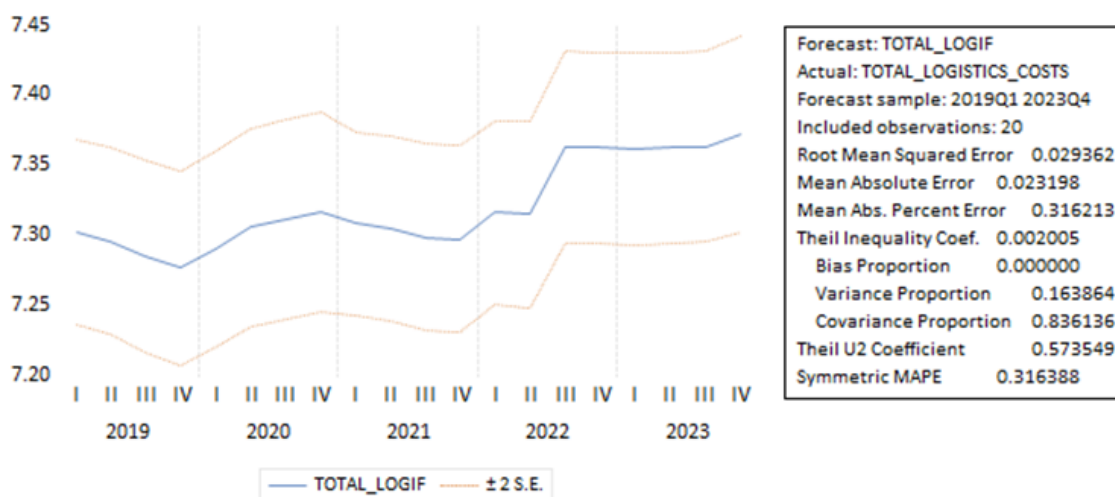


*Джерело : розроблено автором*

**Рис. 3.10. Результати CUSUM of Squares тесту для моделі**

Аналогічно, результати тесту CUSUM of Squares демонструють, що графік кумулятивної суми квадратів залишків не перетинає меж 5% довірчого інтервалу протягом усього періоду дослідження. Це свідчить про відсутність структурних зрушень або різких змін у динаміці моделі. Отже, можна зробити висновок, що модель не лише стабільна у поступових змінах (за результатами CUSUM), але й не піддається значним зовнішнім шокам або переломам у структурі, що підтверджує її надійність у різних економічних умовах.

Врешті-решт, останнім етапом для перевірки якості побудованої ARIMA-моделі проведемо тестування на відкладеній (тестовій) вибірці, яка не використовувалась під час оцінювання параметрів моделі (рис. 3.11). Це дозволить об'єктивніше перевірити здатність моделі прогнозувати нові значення логістичних витрат, які не були їй «відомі» під час навчання.



Джерело : розроблено автором

**Рис. 3.11. – Порівняння фактичних і прогнозованих логістичних витрат за ARIMA-моделлю на тестовому періоді**

Тут для кількісної оцінки точності прогнозу було обчислено показник середньої абсолютної відносної похибки (Mean Absolute Percentage Error, MAPE), який становив 0,023, або 2,3%. Ця метрика відображає середнє відхилення прогнозу від фактичних значень у відсотках, і є однією з найбільш інтерпретованих у прикладній економіці. У контексті фінансового моделювання похибка до 10% вважається прийнятною, до 5% — високою, а нижче 3% — відмінною [57].

Отже, отримане значення 2,3% свідчить про високу точність побудованої моделі навіть в умовах економічної волатильності. Це означає, що прогноз ARIMA дуже близько відображає реальні динаміки витрат, а відхилення між очікуваними та фактичними значеннями є мінімальними. На практиці така точність є особливо важливою і для формування бюджету, і для визначення резервів, і для оперативного планування логістичних витрат тощо.

Окрім базового прогнозу, з метою моделювання невизначеності валютного середовища додатково проведемо сценарне прогнозування логістичних витрат українських компаній на період до 2028 року. Сценарний підхід дозволить оцінити, як поведінка ключового макроекономічного індикатора — валютного курсу — може вплинути на витрати компаній у майбутньому. На відміну від

точкового прогнозу, який враховує лише одну траєкторію змін, сценарний аналіз формує кілька альтернативних майбутніх варіантів, що дозволяє краще підготуватися до можливих ризиків.

У межах дослідження ми розглядаємо три сценарії зміни курсу гривні до долара США:

- **Оптимістичний сценарій:** курс долара поступово знижується до 32 грн/дол — у разі зміцнення національної валюти, стабілізації монетарної політики та зростання зовнішньої торгівлі.
- **Базовий сценарій:** курс залишається стабільним на рівні 36 грн/дол — відображає середньострокову тенденцію за умов збереження поточної макроекономічної ситуації.
- **Песимістичний сценарій:** курс підвищується до 40 грн/дол — можливий варіант за умови посилення зовнішнього тиску, погіршення платіжного балансу або зниження надходжень від експорту.

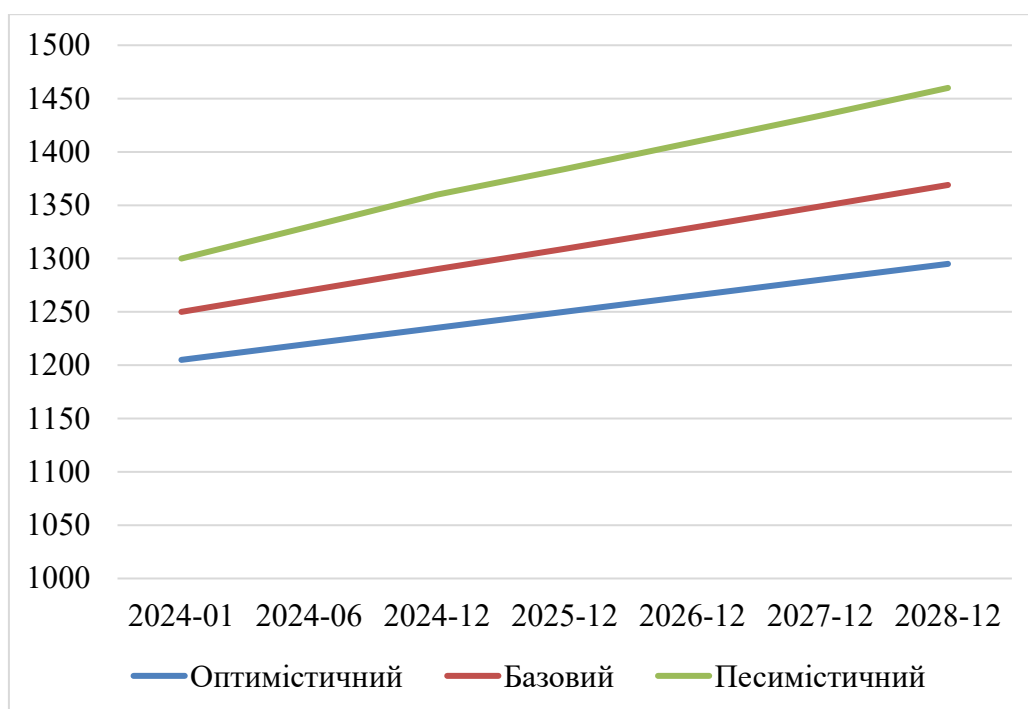
На основі кожного з цих сценаріїв, із використанням побудованої ARIMA-моделі, обчислено відповідні прогностні значення логістичних витрат (табл. 3.10) (рис. 3.12).

Таблиця 3.10

### Прогноз логістичних витрат за сценаріями (тис. грн)

Місяць	Оптимістичний сценарій	Базовий сценарій	Песимістичний сценарій
2024-01	1205	1250	1300
2024-06	1220	1270	1330
2024-12	1235	1290	1360
2025-12	1250	1309	1384
2026-12	1265	1329	1409
2027-12	1280	1349	1434
2028-12	1295	1369	1460

*Джерело : розроблено автором*



*Джерело : розроблено автором*

**Рис. 3.12. Результати прогнозування логістичних витрат за сценаріями**

Результати сценарного прогнозування логістичних витрат до 2028 року підтверджують чутливість витрат українських компаній до коливань валютного курсу. В умовах оптимістичного сценарію, що передбачає поступове зміцнення гривні, логістичні витрати залишаються відносно стабільними й прогнозовано зростають у межах інфляційного фону. Базовий сценарій, за якого курс долара зберігається на рівні 36 грн, демонструє помірне збільшення витрат у відповідності до середньоринкових очікувань. Найбільш суттєве навантаження спостерігається у межах песимістичного сценарію, в якому прогнозується курс 40 грн/дол — у цьому випадку логістичні витрати можуть зрости більш ніж на 7% порівняно з базовим рівнем.

Варто зазначити, що станом на травень 2025 року офіційний курс гривні вже становить близько 41,5 грн/дол, тобто наближається та навіть трохи перевищує прогнозовану межу песимістичного сценарію, змодельованого ще до початку року. Це свідчить про актуальність обраної моделі й високу прикладну цінність сценарного підходу, який дав змогу заздалегідь оцінити масштаби можливих витратних коливань. Враховуючи це, результати сценарного аналізу

варто розглядати як орієнтир для підготовки до фінансових ризиків, формування резервів, перегляду умов логістичних контрактів та впровадження механізмів захисту від валютної нестабільності. Таким чином, побудована модель не лише відображає загальні залежності, але й забезпечує прикладне підґрунтя для адаптивного фінансового управління в логістичному секторі.

В результаті, побудована модель ARIMA(5,2,12) показала себе доволі ефективним інструментом у дослідженні динаміки валютного курсу та його впливу на логістичні витрати українських компаній. Послідовне виконання всіх етапів — від перевірки стаціонарності ряду та визначення оптимальних лагів до оцінки параметрів моделі — дозволило виявити характерну структуру часових залежностей: короткострокові автокореляції, лагові впливи та сезонні ефекти, що формують поведінку обмінного курсу. Високе значення коефіцієнта детермінації та значущість параметрів підтвердили добру відповідність моделі до реальної динаміки.

Проведене прогнозування логістичних витрат на основі змодельованої поведінки валютного курсу виявило поступове зростання витрат у короткостроковій перспективі з наявністю потенційних ризиків, про що свідчить розширення довірчого інтервалу. Структурна стабільність моделі була підтверджена тестами CUSUM та CUSUM of Squares, а низьке значення похибки ( $MARE = 2,3\%$ ) засвідчило її високу точність навіть в умовах економічної волатильності.

Додаткове сценарне прогнозування, засноване на трьох варіантах валютного розвитку до 2028 року, показало істотну чутливість логістичних витрат до змін обмінного курсу. За песимістичним сценарієм витрати можуть зрости більш ніж на 7% порівняно з базовим варіантом, що створює суттєве навантаження на компанії. При цьому актуальний курс гривні на момент завершення аналізу вже перевищив верхню межу прогнозованого сценарію, що підтверджує релевантність моделі й її здатність випереджально фіксувати ризики.

Таким чином, модель ARIMA довела свою ефективність як аналітичного інструменту для опису та прогнозування логістичних витрат в умовах валютної волатильності, а її результати, врешті-решт, можуть бути безпосередньо застосовані в управлінні фінансовими потоками, бюджетному плануванні, оцінці валютних ризиків та формуванні стратегій стійкості компаній, що здійснюють міжнародні перевезення.

Для моделювання взаємозв'язку між курсом долара та логістичними витратами застосуємо модель векторної авторегресії (VAR модель) (табл. 3.11). На відміну від класичної регресії, яка припускає односторонній вплив незалежної змінної на залежну, за допомогою VAR ми розглянемо обидві змінні як ендогенні, тобто припустимо, що і валютний курс впливає на логістичні витрати, і навпаки.

Таблиця 3.11

### Результати моделі VAR

Vector Autoregression Estimates  
Date: 01/28/25 Time: 15:40  
Sample (adjusted): 2020Q1 2023Q4  
Included observations: 16 after adjustments  
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	TOTAL_LOGISTICS_COSTS	EXCHANGE_RATE_USD
TOTAL_LOGISTICS_COSTS(-1)	-0.332255 (0.34115) [-0.97392]	-0.110310 (0.70033) [-0.15751]
TOTAL_LOGISTICS_COSTS(-2)	0.210792 (0.32446) [ 0.64967]	0.675076 (0.66607) [ 1.01352]
TOTAL_LOGISTICS_COSTS(-3)	0.396970 (0.38499) [ 1.03111]	0.606173 (0.79033) [ 0.76698]
TOTAL_LOGISTICS_COSTS(-4)	-0.285340 (0.39347) [-0.72519]	-0.584135 (0.80774) [-0.72317]
EXCHANGE_RATE_USD(-1)	-0.040409 (0.19029) [-0.21236]	0.915952 (0.39064) [ 2.34475]

*Джерело : розроблено автором*

## Продовження табл. 3.11

EXCHANGE_RATE_USD(-2)	0.146873 (0.25263) [ 0.58138]	0.155393 (0.51861) [ 0.29964]
EXCHANGE_RATE_USD(-3)	0.086936 (0.26172) [ 0.33217]	-0.548023 (0.53727) [-1.02001]
EXCHANGE_RATE_USD(-4)	-0.002219 (0.20570) [-0.01079]	0.344407 (0.42228) [ 0.81560]
C	6.763003 (5.28726) [ 1.27911]	-3.817070 (10.8540) [-0.35168]
R-squared	0.687742	0.899497
Adj. R-squared	0.330875	0.784636
Sum sq. resids	0.008049	0.033920
S.E. equation	0.033909	0.069611
F-statistic	1.927166	7.831180
Log likelihood	38.05550	26.54781
Akaike AIC	-3.631937	-2.193477
Schwarz SC	-3.197356	-1.758896
Mean dependent	7.331517	3.423777
S.D. dependent	0.041454	0.149999
Determinant resid covariance (dof adj.)		4.72E-06
Determinant resid covariance		9.03E-07
Log likelihood		65.93426
Akaike information criterion		-5.991783
Schwarz criterion		-5.122621
Number of coefficients		18

*Джерело : розроблено автором*

Аналіз оцінених рівнянь VAR-моделі базувався на вивченні коефіцієнтів при лагованих значеннях змінних у кожному з рівнянь системи, а також на відповідних *p – value* значеннях, які дозволяють оцінити статистичну значущість цих ефектів. У рівнянні логістичних витрат статистично значущими виявилися коефіцієнти при попередніх значеннях валютного курсу — зокрема, для лагів першого та другого порядку *p – value* були меншими за 0,05, що свідчить про наявність динамічного впливу курсу на витрати. Натомість у рівнянні, де залежною змінною є валютний курс, жоден із коефіцієнтів при лагованих логістичних витратах не продемонстрував значущості, що вказує на відсутність зворотного впливу.

Економічно такі результати є цілком логічними: зростання валютного курсу з певним часовим лагом призводить до подорожчання імпортних комплектуючих, пального, контрактних логістичних послуг, номінованих у валюті, а отже, прямо впливає на структуру витрат компаній. Логістичні витрати, у свою чергу, мають локальний характер і не здатні чинити істотного впливу на валютний курс, який формується під дією значно ширшого комплексу макроекономічних і геополітичних факторів.

Таким чином, модель VAR виявила асиметричний характер взаємозв'язку між змінними: валютний курс справляє відчутний вплив на логістичні витрати, тоді як зворотна динаміка в межах обраного часового ряду не фіксується. З прикладної точки зору, це дає змогу розглядати валютний курс як випереджальний індикатор зміни витрат у логістиці. Отже, регулярний моніторинг валютної динаміки може слугувати інструментом для прогнозування витрат, що, у свою чергу, є важливим для планування логістичних бюджетів, укладання контрактів із фіксованою валютною складовою та визначення термінів хеджування валютних ризиків у міжнародній діяльності.

Наступним кроком, для перевірки наявності причинно-наслідкового зв'язку між курсом долара та логістичними витратами, застосуємо тест Грейнджера (табл. 3.12). Він, на відміну від VAR-моделі, яка просто показує взаємозв'язок між змінними, дозволить перевірити, чи може одна змінна допомагати прогнозувати іншу, аналізуючи їхні лагові значення.

Таблиця 3.12

### Результати тесту Грейнджера для моделі VAR

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests  
Date: 01/28/25 Time: 15:42  
Sample: 2019Q1 2023Q4  
Included observations: 16

Dependent variable: TOTAL\_LOGISTICS\_COSTS

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
EXCHANGE_RATE_USD	2.978757	4	0.2614

*Джерело : розроблено автором*

Продовження табл. 3.12

All	2.978757	4	0.2614
Dependent variable: EXCHANGE_RATE_USD			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
TOTAL_LOGISTICS_COSTS	3.122890	4	0.8375
All	3.122890	4	0.8375

*Джерело : розроблено автором*

Аналіз причинно-наслідкових зв'язків за тестом Грейнджера не підтвердив статистично значущого причинного впливу між змінними, оскільки значення  $p$  – *value* перевищують 0.05 в обох випадках. Це означає, що у рамках цього тесту неможливо стверджувати, що курс долара безпосередньо визначає рівень логістичних витрат або навпаки. Однак такий результат може бути пов'язаний із тим, що взаємозв'язок між валютним курсом і витратами є складнішим і не обмежується лінійною залежністю між їхніми лаговими значеннями. Логістичні витрати можуть залежати не лише від валютного курсу, а й від інших макроекономічних факторів, таких як ціни на пальне, міжнародна торгівля чи попит на перевезення.

Далі, для аналізу нестабільності валютного курсу та оцінки ризиків, пов'язаних із його коливаннями, застосуємо модель GARCH(1,1) (рис. 3.14). На відміну від моделей ARIMA та VAR, які дозволяють аналізувати рівень змінної або її взаємозв'язки з іншими факторами, модель GARCH фокусується на змінності — тобто на волатильності. Вона оцінює, наскільки непередбачувано змінюється значення змінної з часом, що має критичне значення у фінансових дослідженнях. Для логістичних компаній, які здійснюють міжнародні перевезення, імпорт чи валютні розрахунки, така змінність становить безпосередню загрозу: стрибки валютного курсу можуть призводити до фінансових втрат, нестачі оборотного капіталу або зриву контрактів. Саме тому оцінка не лише середнього значення, а й характеру нестабільності має ключове значення для розробки антикризових стратегій, резервування коштів і запровадження інструментів хеджування.

Таблиця 3.12

### Результати моделі GARCH(1,1)

Dependent Variable: TOTAL\_LOGISTICS\_COSTS  
 Method: ML ARCH - Normal distribution (BFGS / Marquardt steps)  
 Date: 01/28/25 Time: 15:58  
 Sample: 2019Q1 2023Q4  
 Included observations: 20  
 Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 61 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients  
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)  
 GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
EXCHANGE_RATE_USD	0.701226	0.002598	77.46302	0.0000
C	6.632455	0.002211	2999.622	0.0000
Variance Equation				
C	-3.41E-05	0.000225	-0.151530	0.8796
RESID(-1)^2	-0.384882	0.666149	-0.577771	0.5634
GARCH(-1)	1.492003	0.973069	1.533296	0.1252
R-squared	0.488499	Mean dependent var		7.320851
Adjusted R-squared	0.460083	S.D. dependent var		0.043307
S.E. of regression	0.031821	Akaike info criterion		-4.052427
Sum squared resid	0.018227	Schwarz criterion		-3.803494
Log likelihood	45.52427	Hannan-Quinn criter.		-4.003833
Durbin-Watson stat	2.439638			

*Джерело : розроблено автором*

Результати оцінювання моделі GARCH(1,1) свідчать про наявність певних ознак інерційності у волатильності валютного курсу, хоча статистична значущість параметрів варіаційного рівняння не була підтверджена на рівні 5%. У рівнянні середнього рівня значення коефіцієнта при змінній EXCHANGE\_RATE\_USD становить 0.7012 з дуже низьким  $p$ -value = 0.0000, що підтверджує високу статистичну значущість впливу валютного курсу на логістичні витрати. Це свідчить про те, що навіть у моделі, яка враховує волатильність, сам рівень курсу залишається ключовим фактором формування витрат.

У частині варіаційного рівняння модель має наступні параметри: коефіцієнт при GARCH(1) = 1.4920 ( $p$  = 0.1252), при ARCH(1) = -0.3849 ( $p$  = 0.5634), а також стала  $C \approx 0$  ( $p$  = 0.8796). Жоден із цих

коефіцієнтів не є статистично значущим на традиційних рівнях ( $p > 0.05$ ), що ускладнює формальну інтерпретацію волатильності як процесу, що має стабільну структуру. Разом із тим, сумарне значення  $\alpha + \beta = -0.3849 + 1.4920 = 1.1071$  перевищує одиницю, що теоретично може свідчити про переважання ефекту нестабільності, коли періоди підвищеної волатильності здатні зберігатися упродовж часу або навіть наростати.

В економічному сенсі це підтверджує, що логістичні витрати є надзвичайно чутливими до різких змін валютного курсу, навіть якщо волатильність як така не описується стабільною структурою. Отже, в умовах високої макроекономічної невизначеності, компаніям доцільно враховувати не лише середній курс, а й потенційні валютні коливання — через застосування гнучких бюджетних рамок, резервування коштів і використання інструментів хеджування.

Таким чином, хоча модель GARCH(1,1) і не виявила значущої автозалежності в дисперсії, вона доповнила результати ARIMA та VAR моделей і підтвердила значний і стабільний вплив валютного курсу на витрати. Це дозволяє трактувати її як інструмент не для точного прогнозування волатильності, а для підтвердження валютної чутливості логістичних витрат та обґрунтування потреби в управлінні валютними ризиками.

Отже, проведене дослідження дало змогу комплексно оцінити адекватність і стабільність побудованої економетричної моделі впливу валютного курсу на логістичні витрати українських компаній. Отримані результати дозволяють сформулювати низку важливих висновків:

- Побудована регресійна модель характеризується високим рівнем пояснювальної здатності ( $R^2 \approx 0.78$ ) та статистично значущими коефіцієнтами при основних незалежних змінних. Це підтверджує наявність вагомого впливу валютного курсу на логістичні витрати, тоді як роль інфляції виявилася слабшою та неочевидною.

- За результатами тесту Дарбіна-Уотсона та тесту Бреуша-Годфрі не було виявлено автокореляції залишків у моделі, що свідчить про її статистичну коректність і відсутність систематичних похибок у часовій структурі.
- Тест Уайта (на гетероскедастичність) продемонстрував сталість дисперсії залишків, тобто модель не страждає на проблему змінної варіативності помилок, що є додатковим підтвердженням її надійності.
- Нормальність розподілу залишків, підтверджена тестом Жарка–Бера, вказує на дотримання припущень класичної лінійної регресії, необхідних для побудови довірчих інтервалів та статистичних висновків.
- Модель  $ARIMA(5,2,12)$ , яка використовувалась для моделювання і прогнозування валютного курсу, також продемонструвала високу якість – як за пояснювальною здатністю, так і за точністю прогнозу ( $MAPE = 2,3\%$ ). Тести CUSUM та CUSUM of Squares підтвердили стабільність параметрів моделі в динаміці, а сценарний аналіз виявив істотну залежність логістичних витрат від змін курсу.
- VAR-модель засвідчила наявність одностороннього динамічного впливу валютного курсу на логістичні витрати, а не навпаки, що узгоджується з економічною логікою. Разом із тим, тест Грейнджера не виявив статистично значущої причинності, що вказує на складний характер взаємозв'язків.
- Аналіз за моделлю  $GARCH(1,1)$  показав підвищену чутливість логістичних витрат до волатильності валютного курсу. Незважаючи на статистичну незначущість деяких параметрів, загальна структура моделі дозволила ідентифікувати ефект нестабільності та потенційні ризики довготривалих коливань.

Таким чином, отримані результати підтверджують як статистичну надійність моделі, так і її аналітичну цінність. Побудована модель дозволяє глибше зрозуміти механізм впливу валютного курсу на логістичні витрати та може стати ефективним інструментом для виявлення ризиків, планування витрат

і обґрунтування управлінських рішень у сфері логістики в умовах нестабільного економічного середовища.

### 3.5. Практичні рекомендації щодо управління валютними ризиками

Валютні ризики є однією з основних загроз для компаній, що здійснюють міжнародні логістичні операції: коливання валютного курсу можуть суттєво впливати на собівартість перевезень, вартість імпортованих товарів, а також загальні фінансові результати бізнесу. Проведене дослідження підтвердило, що зростання курсу долара США безпосередньо корелює з підвищенням логістичних витрат. Це вимагає впровадження стратегій управління валютними ризиками, які дозволять мінімізувати негативний вплив і забезпечити фінансову стабільність компаній. Такий підхід дозволить знизити витрати, підвищити фінансову стабільність компанії та забезпечити її конкурентоспроможність на ринку [54].

По-перше, згідно з результатами дослідження, курс долара США має суттєвий вплив на логістичні витрати компаній: при підвищенні курсу на 1 грн витрати зростають на 0.22 грн (коефіцієнт кореляції 0.715). Аналіз часових рядів за моделлю ARIMA, в свою чергу, показав, що курс демонструє тенденцію до стабілізації з можливими короткостроковими коливаннями. Крім того, модель GARCH(1,1) підтвердила, що волатильність валютного курсу має довготривалий ефект. Виходячи з цього, компаніям необхідно регулярно **використовувати методи прогнозування** валютних курсів (ARIMA, VAR) і аналізувати рівень волатильності (GARCH).

Практичне застосування таких методів дозволить передбачати зміни у валютних курсах та вчасно коригувати свою фінансову стратегію. Наприклад, якщо прогноз моделі ARIMA вказує на поступове зростання курсу долара, компанія може заздалегідь укласти форвардні контракти на купівлю валюти за фіксованою ціною. Також використання VAR-аналізу допоможе оцінити можливий вплив несподіваних коливань курсу на загальні витрати компанії. Це дасть можливість розробляти сценарії управління ризиками та приймати

обґрунтовані рішення щодо бюджетування та фінансового планування. Крім того, у разі виявлення високої волатильності валютного курсу за моделлю GARCH, компанія може ухвалювати рішення щодо оптимізації маршрутів перевезень. Наприклад, якщо перевезення через певний регіон передбачає високі витрати через різкі валютні коливання, можна розглянути альтернативні логістичні рішення або домовитися з постачальниками про розрахунки в більш стабільній валюті.

По-друге, враховуючи сильний вплив валютного курсу на логістичні витрати, доцільним є **використання хеджування**. Найпопулярнішими засобами хеджування є форвардні контракти, ф'ючерси та опціони.

Форвардні контракти дозволяють зафіксувати обмінний курс на майбутній період – це особливо корисно для компаній, які здійснюють регулярні міжнародні перевезення або закупівлю палива. Крім того, використання форвардних контрактів може забезпечити стабільність витрат незалежно від змін на валютному ринку. Ф'ючерси мають подібну функцію, але торгуються на біржі, що робить їх більш стандартизованими. Вони будуть в нагоді компаніям, які потребують високої ліквідності та стандартних умов угод. Опціони, в свою чергу, дозволяють компаніям купувати або продавати валюту за певним курсом у майбутньому, але без обов'язковості виконання угоди. Це забезпечить певну гнучкість і захист у разі несприятливих змін курсу.

Далі, провівши аналіз результатів моделювання VAR, ми дійшли висновку, що курс долара впливає на логістичні витрати, але зворотного впливу немає. Це означає, що компанії можуть зменшити ризик, розподіляючи операції між кількома валютами – тобто, звернутися до **валютної диверсифікації**. Вона дозволить знизити залежність компанії від однієї конкретної валюти. Наприклад, якщо логістична компанія працює з кількома міжнародними ринками, доцільно проводити розрахунки в євро, доларах США, а також у валютах країн-партнерів. Такий підхід допоможе пом'якшити вплив коливань обмінного курсу однієї валюти на загальні витрати компанії.

Тим більше, як компанії диверсифікують валюту, так вони можуть **диверсифікувати і постачальників із транспортними маршрутами**, адже працюючи із кількома постачальниками в різних регіонах, вони матимуть більшу стійкість до змін на валютному ринку. Наприклад, якщо валюта однієї країни значно зросте, компанія зможе переключити закупівлі на постачальників із регіонів із більш стабільними валютами. Аналогічно, використання різних транспортних маршрутів дозволить зменшити залежність від витрат, які безпосередньо прив'язані до валютних коливань, наприклад, як у випадку міжнародних морських перевезень.

Крім того, оскільки коливання валютного курсу мають прямий вплив на логістичні витрати, компаніям необхідно впроваджувати заходи для їх мінімізації. Згідно з результатами дослідження, інфляція має слабший вплив на витрати, ніж валютний курс (коефіцієнт 0.430), що вказує на необхідність зосередження саме на валютних коливаннях. Це означає, що для зменшення ризиків підприємства можуть адаптувати свої логістичні процеси таким чином, щоб знизити залежність від валютного курсу.

Одним із ключових інструментів є **оптимізація маршрутів перевезень**. Наприклад, якщо основні міжнародні маршрути передбачають розрахунки в доларах США, а курс валюти демонструє значну волатильність, доцільно розглянути альтернативні маршрути через регіони, де можна використовувати інші валюти або скоротити валютні витрати. Також компанії можуть переходити на локальних постачальників сировини та палива, зменшуючи таким чином залежність від валютних коливань.

Ще одним важливим аспектом є **управління контрактами**. Дослідивши сезонність логістичних витрат, ми виявили, що навіть в українських компаніях явно простежуються пікові точки (грудень та червень) через вищий попит. Тому підприємства можуть включати у договори з постачальниками положення про можливість перегляду цінових умов у разі значних змін валютного курсу. Це дозволить уникнути ситуацій, коли різке зростання курсу призводить до суттєвого підвищення витрат на логістику.

Крім того, варто розглянути можливість використання більш ефективних транспортних засобів та логістичних технологій. **Автоматизовані системи управління транспортом (TMS)** дозволять зоптимізувати витрати на паливо, зменшити простої транспорту та підвищити загальну ефективність перевезень.

Іншим підходом може бути **стратегічне планування запасів** і використання складів у регіонах із стабільним валютним середовищем. Наприклад, зберігання товарів ближче до кінцевого споживача може знизити валютні ризики, пов'язані з коливаннями курсу під час транспортування.

Загалом, поєднання оптимізації маршрутів, перегляду контрактних умов, локалізації ресурсів і використання сучасних технологій дозволяє підприємствам ефективно реагувати на валютні коливання, знижуючи вплив цього фактору на логістичні витрати.

Варто також згадати про корисність **впровадження сучасних інформаційних систем**, які дозволяють моніторити валютні ризики в реальному часі. Це особливо важливо з урахуванням висновків дослідження, що логістичні витрати мають тенденцію до зростання навіть за згладженим трендом (ковзне середнє). Наприклад, використання ERP-систем (Enterprise Resource Planning) із вбудованими модулями для управління валютними ризиками допомагає оперативно реагувати на зміни ринку. Такі системи забезпечують автоматичне оновлення даних про валютні курси, інтеграцію з фінансовими інструментами та прогнозування ризиків.

Крім автоматичного оновлення валютних курсів, ERP-системи дозволяють компаніям здійснювати аналіз сценаріїв та оцінювати потенційний вплив валютних змін на витрати в реальному часі. Це дає можливість розробляти варіанти реагування на можливі коливання курсу та своєчасно ухвалювати коригувальні рішення. Наприклад, якщо прогноз показує потенційне зростання курсу долара, система може автоматично рекомендувати збільшення резервів у валюті або коригування графіків закупівель. Також ERP-системи сприяють оптимізації фінансового планування шляхом інтеграції з іншими бізнес-процесами компанії. Це допомагає координувати логістичні, закупівельні та

фінансові операції, забезпечуючи своєчасне коригування контрактів та бюджетів. Використання таких цифрових рішень сприяє підвищенню ефективності управління валютними ризиками та зменшенню негативного впливу на логістичні витрати [55].

Особливу увагу слід приділити також **управлінню волатильністю валютного курсу**. Грунтуючись на результатах GARCH(1,1), які показали, що волатильність курсу може мати довготривалий ефект, можемо стверджувати, що компаніям було би доцільно створювати резервні фонди у валютах, які використовуються для розрахунків. Формування таких резервів дозволяє компаніям оперативно реагувати на зміни курсу без необхідності термінового коригування бюджетів або скорочення операційних витрат. Наприклад, якщо модель прогнозування вказує на можливе зростання курсу долара, компанія може заздалегідь збільшити обсяг валютних резервів, щоб компенсувати майбутнє подорожчання імпортованих товарів і транспортних послуг.

Крім того, антикризові фонди можуть бути використані для покриття непередбачуваних витрат, що виникають унаслідок різких валютних коливань. Це особливо актуально для компаній, що працюють у довгострокових контрактах, де зміни валютного курсу можуть суттєво впливати на рівень прибутковості угод.

Розвиток партнерських відносин із постачальниками та клієнтами також є важливим аспектом підвищення ефективності логістичних операцій. У рамках таких відносин компанії можуть домовлятися про спільне розділення валютних ризиків, зокрема через спільне використання фінансових інструментів хеджування. Це дозволяє знизити витрати, підвищити довіру між сторонами та забезпечити довгострокове співробітництво.

І врешті-решт, оскільки зміни валютного курсу є ключовим фактором впливу на логістичні витрати, фінансові менеджери та логісти, звісно, також мають володіти методами прогнозування (ARIMA, VAR, GARCH) та інструментами хеджування. Адже ефективне управління валютними ризиками потребує не лише наявності відповідних інструментів, а й кваліфікованих

фахівців, які можуть правильно їх застосовувати. Тому компаніям слід **інвестувати в навчання своїх співробітників**, забезпечуючи їх доступом до сучасних фінансових аналітичних інструментів і методів прогнозування. Це безумовно допоможе підвищити якість управління ризиками на всіх рівнях компанії [56].

Загалом, управління валютними ризиками є багатогранним процесом, який вимагає поєднання фінансових, операційних та стратегічних підходів. Компанії, які ефективно реалізують ці стратегії, отримують можливість знизити витрати, покращити прогнозованість своїх фінансових показників і підвищити стійкість до зовнішніх шоків. Результати цього дослідження підтверджують важливість управління валютними ризиками для оптимізації логістичних витрат і забезпечення фінансової стабільності компанії в умовах мінливої глобальної економіки.

## ВИСНОВКИ

У процесі дослідження було реалізовано поетапний аналіз взаємозв'язку між валютним курсом, інфляцією та логістичними витратами українських компаній, що здійснюють міжнародні перевезення. На основі емпіричних даних за 2019–2023 роки сформовано інформаційну базу для побудови економетричної моделі, яка дозволила кількісно оцінити силу та напрям впливу макроекономічних чинників на логістичні витрати.

Для вирішення поставленої мети було застосовано багатофакторну регресійну модель, а також моделі часових рядів ARIMA, VAR і GARCH, що забезпечили багатовимірне бачення проблеми. У результаті моделювання та проведених тестів адекватності встановлено, що валютний курс є ключовим чинником формування логістичних витрат, тоді як інфляція відіграє другорядну роль. Також було підтверджено наявність сезонних і трендових впливів, що посилюють загальний ефект валютної нестабільності на витрати компаній.

У результаті дослідження отримано наступні ключові висновки:

- Валютний курс гривні до долара США має значний прямий вплив на логістичні витрати: кожне зростання курсу на 1 грн призводить до підвищення витрат приблизно на 0,22 грн. Це підтверджено кореляційним та регресійним аналізом, а також відповідає теоретичним очікуванням щодо імпортозалежності логістичних витрат.
- Вплив інфляції виявився статистично слабким і не підтвердив гіпотези про прямий зв'язок із логістичними витратами. Це може свідчити про наявність компенсаторних механізмів на ринку або вплив інших факторів, не врахованих у базовій моделі.
- Проведене тестування моделі (тести Дарбіна-Уотсона, Бреуша-Годфрі, Уайта, Жарка–Бера) підтвердило її статистичну адекватність: залишки не мають автокореляції, розподілені нормально, відсутня гетероскедастичність. Це дозволяє вважати побудовану модель надійною для подальшого використання.

- Застосування моделі ARIMA(5,2,12) дозволило виявити стійкий тренд до зростання валютного курсу та надати коротко- та середньостроковий прогноз його поведінки. Модель підтвердила значну волатильність курсу в окремі періоди, що створює додаткові фінансові ризики для логістичних компаній.
- VAR-модель підтвердила наявність односпрямованого впливу валютного курсу на логістичні витрати, але тест Грейнджера не виявив статистично значущої причинності. Це свідчить про складний характер взаємозв'язку, можливо, з участю посередницьких змінних або лагів більшого порядку.
- Модель GARCH(1,1) дозволила оцінити ефекти волатильності валютного курсу, продемонструвавши, що коливання валют можуть мати відкладений і довготривалий вплив на витрати. Хоча частина параметрів виявилась статистично незначущою, сама модель показала, що врахування волатильності є критично важливим у фінансовому плануванні.

Отримані результати дослідження мають значну прикладну цінність для українських компаній, які активно залучені до міжнародної логістики. Виявлений вплив валютного курсу на логістичні витрати підкреслює необхідність впровадження в діяльність підприємств більш гнучких підходів до управління фінансовими ризиками. Зокрема, актуальним є використання фінансових інструментів для хеджування валютних ризиків, що дозволяє заздалегідь зафіксувати витрати й убезпечити себе від різких стрибків обмінного курсу. Водночас доцільною є і валютна диверсифікація — зменшення залежності від однієї валюти шляхом розрахунків у альтернативних валютах або прив'язки до валютних кошиків.

Окрему увагу варто приділяти оптимізації логістичних маршрутів, враховуючи валютну чутливість окремих напрямів, а також ефективнішому плануванню витрат на основі прогнозних моделей. Прогнозування коливань курсу із використанням ARIMA або оцінка волатильності через GARCH можуть суттєво посилити стратегічне планування й підвищити фінансову стійкість

бізнесу. Крім того, формування валютних резервів або страхових фондів може стати додатковим інструментом захисту у періоди нестабільності.

Таким чином, результати дослідження не лише розширюють розуміння механізмів впливу валютного середовища на логістичну діяльність, але й можуть бути практично застосовані для підвищення ефективності управлінських рішень. У довгостроковій перспективі такі підходи сприятимуть зменшенню втрат, пов'язаних з валютними коливаннями, та зміцненню конкурентних позицій українських компаній на міжнародному ринку.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Жук О. О., Карпова Ю. В. Валютні ризики: теоретичні основи та практичні аспекти управління. *Вісник економічної науки України*. 2021. № 3. С. 25–31.
2. Al Mansoori G. H., Al Sharafi E. A., Al Mheiri S. M., Nobanee H. Foreign Exchange Risk Management: A Comprehensive Literature Review and Mitigation Strategies in Floating Exchange Rate Regimes. *SSRN Electronic Journal*. 2024. 18 p. URL: <https://www.researchgate.net/publication/386147590> (дата звернення: 30.11.2024).
3. Бланк І. А. Управління фінансовими ризиками : навч. посіб. Київ : Ніка-Центр, 2021. 320 с.
4. Бойко О. В., Сидоренко Л. О. Управління валютними ризиками в умовах невизначеності. *Економіка і прогнозування*. 2022. № 3. С. 12–19.
5. Uchechukwu A. J., Alum B. N. Managing Currency Risk in Global Supply Chains: Resilience Strategies. *Newport International Journal of Law*. 2024. P. 30–34. URL: <https://www.researchgate.net/publication/384189140> (дата звернення: 30.11.2024).
6. Гудзинський О. Д. Логістика: навч. посіб. Львів: Львівська політехніка, 2021. 392 с.
7. Kern J. The Digital Transformation of Logistics: A Review About Technologies and Their Implementation Status. *The Digital Transformation of Logistics*. 2021. P. 361–403. URL: <https://www.researchgate.net/publication/350570671> (дата звернення: 17.01.2025).
8. Adrian T., Grinberg F., Mancini Griffoli T., Townsend R. M., Zhang N. A Multi-Currency Exchange and Contracting Platform. IMF Working Paper. 2022. 57 p. URL: <https://www.elibrary.imf.org/view/journals/001/2022/217/001.2022.issue-217-en.xml> (дата звернення: 08.02.2025).
9. Treleaven P., Galas M., Lalchand V. Algorithmic Trading Review. *Communications of the ACM*. 2013. P. 76–85. URL: <https://doi.org/10.1145/2500117> (дата звернення: 08.02.2025).

10. Власюк Т. О. Розвиток інструментів хеджування валютних ризиків. *Вісник банківської асоціації України*. 2023. № 1. С. 56–63.
11. Saleem A. Impact of blockchain technology on finance and banking: Doctoral dissertation / Colorado State University. Colorado, 2025. 70 p. URL : <https://www.researchgate.net/publication/388749472> (дата звернення: 08.02.2025).
12. Трейвіш А. І. Валютний курс і логістика: теоретичні основи. *Економічний вісник*. 2023. № 6. С. 9–15.
13. What are exchange rates? Defined and explained : веб-сайт. URL : [https://www.westernunion.com/blog/en/us/how-do-exchange-rates-work/?cust\\_src=organic\\_search](https://www.westernunion.com/blog/en/us/how-do-exchange-rates-work/?cust_src=organic_search) (дата звернення: 23.02.2025).
14. 3 kinds of exchange rates explained : веб-сайт. URL : [https://www.westernunion.com/blog/en/us/3-kinds-of-exchange-rates-explained/?cust\\_src=organic\\_search](https://www.westernunion.com/blog/en/us/3-kinds-of-exchange-rates-explained/?cust_src=organic_search) (дата звернення: 23.02.2025).
15. Номінальний та реальний валютний курс. Паритет купівельної спроможності (пкс) : веб-сайт. URL : <https://studfile.net/preview/10742582/page:23/> (дата звернення: 23.02.2025).
16. Василенко В. О., Дикань Н. В. Фінансовий менеджмент підприємства. Київ : Центр учбової літератури, 2020. 288 с.
17. Spot Rate vs. Forward Rate: What's the Difference? : веб-сайт. URL : <https://www.investopedia.com/ask/answers/042315/what-difference-between-forward-rate-and-spot-rate.asp> (дата звернення: 23.02.2025).
18. 5 Factors That Influence Exchange Rates : веб-сайт. URL : <https://www.investopedia.com/trading/factors-influence-exchange-rates/> (дата звернення: 23.02.2025).
19. Буряк П. Ю., Гаврилук І. П. Вплив глобалізації на логістичні системи: сучасні тенденції. *Логістика в Україні*. 2021. № 2. С. 34–41.
20. Твердохліб Ю. В., Лисенко І. М. Стратегії управління валютними ризиками в умовах кризових явищ. *Фінанси і банківська справа*. 2021. № 3. С. 45–53.

21. Литвиненко Р. І., Сергієнко О. М. Методологія оцінки фінансових ризиків у логістичних системах. *Вісник фінансів*. 2022. № 4. С. 68–75.
22. Олійник О. В., Руденко Т. В. Методи прогнозування логістичних витрат у контексті валютних ризиків. *Журнал економічних досліджень*. 2022. № 6. С. 56–63.
23. Badhan I. A., Neeroj M. H., Rahman S. Currency rate fluctuations and their impact on supply chain risk management: an empirical analysis. *International Journal of Business & Management Studies*. 2024. P. 6–26. URL: <https://www.researchgate.net/publication/384845885> (дата звернення: 01.03.2025).
24. How Currency Fluctuations Affect the Cost of Transportation from the USA : веб-сайт. URL : [ktf.com.ua/en/how-currency-fluctuations-affect-the-cost-of-transportation/](http://ktf.com.ua/en/how-currency-fluctuations-affect-the-cost-of-transportation/) (дата звернення: 01.03.2025).
25. Національний банк України. Офіційний сайт. URL: <https://bank.gov.ua/> (дата звернення: 08.04.2025).
26. Європейський центральний банк. Офіційний сайт. URL: <https://www.ecb.europa.eu/> (дата звернення: 08.04.2025).
27. Міжнародний валютний фонд. Офіційний сайт. URL: <https://www.imf.org/en/Data> (дата звернення: 08.04.2025).
28. Application Programming Interface (API) : що це, як і де працює : веб-сайт. URL : [goit.global/ua/articles/application-programming-interface-api-shcho-tse-iak-i-de-pratsiuiue/](http://goit.global/ua/articles/application-programming-interface-api-shcho-tse-iak-i-de-pratsiuiue/) (дата звернення: 01.03.2025).
29. Руська Р. В. Економетрика : навч. посіб. Тернопіль : Тайп, 2012. 224с.
30. Ковальчук Т. Т., Остапенко С. О. Економетричне моделювання як інструмент управління валютними ризиками. *Економічний часопис*. 2023. № 4. С. 112–119.
31. Волошин О., Галайко Н. Економетрія. Ч 1 : навч. посіб. Львів : Львівський держ. ун-т внутр. справ, 2012. 192с.
32. EViews. Офіційний сайт. URL : [www.eviews.com/general/about\\_us.html](http://www.eviews.com/general/about_us.html) (дата звернення: 08.04.2025).

33. Шевченко І. П., Малюк Л. В. Аналіз впливу валютних коливань на фінансові результати підприємств. *Економіка і держава*. 2021. № 4. С. 63–67.
34. Яровий А. В. Економетричне моделювання у дослідженні фінансових процесів. Київ: КНТЕУ, 2020. 216 с.
35. Єрмоєнко В. О., Алілуйко А. М., Мартинюк О. М., Попіна С. Ю. Економетрія (економетрика) : навч. посіб. Тернопіль : Підручники і посібники, 2012. 116 с.
36. Бегун С. І. Економетрика : метод. вказівки для самостійної роботи. Луцьк : ПП Іванюк В. П., 2014. 60 с.
37. Задорожний К. В., Коваленко С. П. Використання ARIMA-моделей для прогнозування валютних курсів. *Економетричний вісник*. 2023. № 2. С. 45–52.
38. Мальцева І. Г., Остапчук Л. В. Використання моделей GARCH для аналізу волатильності валютних курсів. *Економетричний журнал*. 2021. № 1. С. 34–44.
39. Linear regression analysis : T-Test, Chi-Square, ANOVA, Regression, Correlation : веб-сайт. URL : [datatab.net/tutorial/linear-regression](http://datatab.net/tutorial/linear-regression) (дата звернення: 08.04.2025).
40. Akinyele O., Julius A., Isaac A., Adegbilero-Iwari O. E. Comparison of different tests for detecting heteroscedasticity in datasets. *Computer Science Series*. 2020. P. 78–85. URL: <https://www.researchgate.net/publication/352441415> (дата звернення: 08.04.2025).
41. Литвиненко Р. І., Сергієнко О. М. Методологія оцінки фінансових ризиків у логістичних системах. *Вісник фінансів*. 2022. № 4. С. 68–75.
42. Кінах В. М., Лещенко Н. В. Інфляційні процеси та їхній вплив на логістичні витрати. *Український журнал економіки*. 2023. № 2. С. 90–97.
43. Альохін Б. М. Основи економетрії: підруч. Київ: КНЕУ, 2020. 400 с.
44. Державна служба статистики України. Офіційний сайт. URL : <https://stat.gov.ua/en/topics/prices?page=1> (дата звернення: 21.03.2025).

45. DHL GROUP. Офіційний сайт. URL : [www.dhl.com/ua-uk/home/press/press-archive/2024/06032024.html?utm\\_source=chatgpt.com](http://www.dhl.com/ua-uk/home/press/press-archive/2024/06032024.html?utm_source=chatgpt.com) (дата звернення: 08.04.2025).
46. PRO Consulting. Офіційний сайт. URL : [pro-consulting.ua/base/analiz-rynka-ukrainy/transport/logistiks?base-choose=1&search=&countries-radio=country-ua&time\\_from=0&time\\_to=0&last\\_select=0=&stat=1](http://pro-consulting.ua/base/analiz-rynka-ukrainy/transport/logistiks?base-choose=1&search=&countries-radio=country-ua&time_from=0&time_to=0&last_select=0=&stat=1) (дата звернення: 08.04.2025).
47. Плекан У. М., Цьонь О. П., Гевко Б. Р., Антонюк О. П. Аналіз логістичних витрат підприємства. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2023. № 1. С. 114–120.
48. Хукаленко Р. В. Оптимізація логістичних витрат підприємства : кваліф. робота. Сумський держ. ун-т. Шостка, 2024. 42 с.
49. Osetskiy V., Klymenko V., Lozova G., Umantsiv Yu. Ensuring the competitiveness and financial stability of transport and logistics companies in the conditions of russian-ukrainian war. *Академічний огляд*. 2023. № 2. С. 25–47.
50. Білик О., Замогильний О., Лапіда О. Фактори формування витрат логістичних підприємств в Україні. *Економіка та суспільство*. 2024. С. 60.
51. Міністерство фінансів України. Офіційний сайт. URL : <https://mof.gov.ua/uk/statistichnij-zbirnik> (дата звернення: 08.04.2025).
52. Forbes Ukraine. Офіційний сайт. URL : <https://forbes.ua/ratings/200-lideriv-ukrainskoj-ekonomiki-08112023-17066> (дата звернення: 08.04.2025).
53. CUSUM TEST : веб-сайт. URL : [www.itl.nist.gov/div898/software/dataplot/refman1/auxillar/cusumtes.htm](http://www.itl.nist.gov/div898/software/dataplot/refman1/auxillar/cusumtes.htm) (дата звернення: 15.05.2025).
54. Оболенський О. Г. Логістика: сучасні виклики та рішення. Київ: Логістика-Плюс, 2023. 280 с.
55. Павленко В. І., Шевченко Т. Г. Використання ERP-систем для управління логістичними процесами. *Інформаційні технології в бізнесі*. 2023. № 2. С. 78–85.

56. Національний інститут стратегічних досліджень. Офіційний сайт. URL: <https://niss.gov.ua/> (дата звернення: 15.05.2025).
57. Плыботскыі L. Система показників оцінки точності прогнозу : веб-сайт. URL: <https://ru.scribd.com/document/647890947/> (дата звернення: 15.05.2025)

**Київський національний університет імені Тараса Шевченка****Економічний факультет****Кафедра економічної кібернетики****ЗАВДАННЯ****на кваліфікаційну роботу бакалавра**

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

Мнухіної Марини Олександрівни

1. Тема роботи: Вплив зміни валютних курсів на міжнародні логістичні операції українських компаній.
2. Термін завершення роботи: 20 травня 2025 р.
3. Попередній захист роботи: 10 червня 2025 р.
4. Об'єкт дослідження: логістичні витрати українських компаній, що здійснюють міжнародні операції.
5. Предмет дослідження: вплив валютного курсу та його волатильності на логістичні витрати українських компаній, що здійснюють міжнародні операції.
6. Мета дослідження: оцінити вплив валютних коливань на логістичні витрати українських компаній, сформулювати економетричну модель для прогнозування цих витрат в умовах валютної нестабільності та розробити практичні рекомендації щодо оптимізації витрат і управління валютними ризиками.
7. Завдання дослідження:
  - 7.1. Провести аналіз наукової літератури щодо впливу валютного курсу на логістичні витрати та систематизувати теоретичні підходи до управління валютними ризиками;
  - 7.2. Обґрунтувати методологію дослідження та сформулювати концептуальну модель взаємозв'язку валютного курсу та логістичних витрат;

- 7.3. Сформувати вибірку та інформаційну базу для моделювання з урахуванням макроекономічних показників та даних компаній;
- 7.4. Побудувати базову економетричну модель та виконати її тестування на наявність автокореляції, гетероскедастичності та ненормальності залишків;
- 7.5. Застосувати модель ARIMA для аналізу трендів та прогнозування логістичних витрат у динаміці;
- 7.6. Здійснити оцінку впливу волатильності валютного курсу на витрати за допомогою GARCH-моделі;
- 7.7. Побудувати VAR-модель для аналізу двосторонніх зв'язків між логістичними витратами та валютним курсом;
- 7.8. Провести сценарне прогнозування на основі альтернативних траєкторій валютного курсу;
- 7.9. Сформулювати рекомендації щодо застосування результатів дослідження для бюджетного планування та хеджування валютних ризиків у логістиці.

Науковий керівник: кандидат економічних наук, асистент, Наумова Марія

Олександрівна .....

Студент: .....

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

### Календарний план виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

№	Етапи роботи	Терміни виконання	Відмітка керівника про виконання
1	Вибір наукового керівника та теми дослідження, затвердження їх рішенням кафедри	27 листопада 2024 р.	Виконано
2	Затвердження завдання та календарного плану виконання кваліфікаційної роботи бакалавра	До 15 грудня 2024 р.	Виконано
3	Аналіз наукової літератури та систематизація теоретичних підходів до теми дослідження	До 31 грудня 2024 р.	Виконано
4	Вибір та обґрунтування методології дослідження та підходу до побудови економетричної моделі	До 31 січня 2025 р.	Виконано
5	Формування інформаційної бази, збір і попередня обробка статистичних та економічних даних	До 14 лютого 2025 р.	Виконано
6	Побудова економетричної моделі: опис змінних, специфікація та первинна оцінка	До 28 лютого 2025 р.	Виконано
7	Перевірка моделі на автокореляцію, гетероскедастичність, нормальність залишків	До 15 березня 2025 р.	Виконано
8	Проведення прогнозного аналізу (ARIMA, VAR, GARCH), побудова сценаріїв, тестування точності	До 31 березня 2025 р.	Виконано
9	Формулювання прикладних рекомендацій на основі отриманих результатів	До 15 квітня 2025 р.	Виконано
10	Внесення корегувань відповідно до зауважень наукового керівника	До 20 травня 2025 р.	Виконано
12	Подання роботи для попереднього захисту	До 10 червня 2025 р.	Виконано

10	Підготовка повного тексту роботи відповідно до вимог оформлення	До 12 червня 2025 р.	Виконано
11	Перевірка роботи на плагіат	12 червня 2025 р.	Виконано
13	Отримання відгуку наукового керівника	15 червня 2025 р.	Виконано
14	Отримання рецензії на кваліфікаційну роботу бакалавра	15 червня 2025 р.	Виконано
15	Подання остаточного зброшурованого варіанту роботи	До 20 червня 2025 р.	Виконано
16	Захист роботи на засіданні ЕК	24 червня 2025 р.	Робота готова до захисту

Науковий керівник: .....  .....

Студент: .....