

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Києво-Могилянська академія»
Факультет економічних наук
Кафедра фінансів

Магістерська робота
ОСВІТНІЙ СТУПІНЬ - МАГІСТР

на тему: **«АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗМІНИ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ
НА ЕКСПОРТНІ МОЖЛИВОСТІ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙНИ»**

Виконав: студент 2-го року навчання,
Спеціальності:
072 «Фінанси, банківська справа,
страхування та фондовий ринок»
Буркацький Микита Романович

Керівник: Семко Р.Б.
кандидат економічних наук

Рецензент _____

Магістерська робота захищена
з оцінкою « _____ »

Секретар ЕК _____
« __ » _____ 2025 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ ТА ЇХ ВПЛИВУ НА ЕКСПОРТНІ МОЖЛИВОСТІ	7
1.1. Узагальнення понять та ролі логістичних ланцюгів в економіці	7
1.2. Вплив зовнішніх факторів на функціонування логістичних ланцюгів.....	14
1.3. Особливості зміни логістичних ланцюгів у кризових умовах.....	23
Висновки до розділу 1.....	37
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗМІН ЛОГІСТИКИ НА ЕКСПОРТНІ МОЖЛИВОСТІ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙНИ	39
2.1. Методологічна база дослідження змін у логістичних ланцюгах України під час війни	39
2.2. Огляд та характеристика змін у логістичних ланцюгах України під час війни.....	40
2.3. Економетричний аналіз зв'язку між змінами у логістичних ланцюгах та експортними можливостями	53
Висновки до розділу 2.....	72
РОЗДІЛ 3. ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗВИТКУ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ	73
3.1. Оцінка перспектив відновлення логістичних ланцюгів в Україні.....	73
3.2. Рекомендації для покращення експортних можливостей на основі отриманих результатів	76
Висновки до розділу 3.....	81
ВИСНОВКИ	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	86
ДОДАТКИ	94

ВСТУП

Актуальність теми. Війна в Україні кардинально змінила умови ведення бізнесу, зокрема зовнішньоекономічної діяльності. Логістичні ланцюги, які були ефективними до війни, тепер зруйновані або значно змінені через бойові дії, блокування портів, руйнування транспортної інфраструктури, а також через санкційний тиск на Росію. Українські підприємства, які залежать від експорту, зокрема в аграрному секторі, металургії та машинобудуванні, змушені оперативно адаптуватися до нових умов, шукаючи альтернативні маршрути поставок.

Відновлення та адаптація логістичних ланцюгів стає вирішальним фактором для економічного виживання та розвитку України. Подальша інтеграція України в європейські логістичні мережі є стратегічно важливою для забезпечення стабільного експорту. Порушення традиційних маршрутів вивозу продукції через порти Чорного моря, зокрема Одеси, зумовлює необхідність переведення значних обсягів товарів на залізничні та автомобільні шляхи через західні кордони.

Сучасні дослідження показують, що розвиток нових логістичних коридорів через європейські країни та диверсифікація маршрутів транспортування є ключовими факторами для збереження та розширення експортних можливостей України. Таким чином, необхідність аналізу впливу змін у логістичних ланцюгах на експортні можливості країни є надзвичайно актуальною як для наукової спільноти, так і для практичних потреб бізнесу та державної політики.

Зокрема, значний внесок у вивчення логістичних ланцюгів зробили такі вітчизняні дослідники, як Лабзіна А. О., Овчаренко А. Г., Терещенко С. І., Євтушенко А. М., Чичун В. А., Зеленюк О. В., Полянко Г. О., які аналізували теоретичні засади логістики, проблематику управління поставками та вплив кризових ситуацій на економічні процеси. Серед зарубіжних дослідників важливі аспекти логістики досліджували Олівер Р. К., Веббер М. Д., Віснер Дж.,

Тан К. С., Леонг Г. К., які акцентували увагу на оптимізації логістичних процесів, впливі глобалізації та цифрових технологій на розвиток логістики. Дослідження Кривещенка В., Хмурковського Г. та Ляденка Т. присвячені оптимізації логістичних ланцюгів у кризових умовах, що є особливо актуальним для України. Кирлик Н. Ю. та Гуменюк С. О. розглядали економічні фактори, що впливають на прибутковість логістичних операцій, тоді як Благун І. досліджував технологічні аспекти розвитку логістики, зокрема впровадження блокчейну у сфері управління постачаннями. Також слід зазначити, що питання адаптації логістичних ланцюгів до кризових умов, таких як війна, залишаються недостатньо вивченими у науковій літературі. Дослідження, проведені Морозом С. та Левченком С., містять оцінку втрат та перспектив розвитку української логістики в умовах війни, проте комплексний аналіз зв'язку між логістичними змінами та експортними можливостями потребує подальшого вивчення.

Саме тому дане дослідження має на меті доповнити наукові напрацювання шляхом аналізу конкретних змін у логістичних процесах України під час війни, оцінки їхнього впливу на експортні можливості та розробки рекомендацій для подальшого розвитку галузі.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є аналіз впливу змін у логістичних ланцюгах на експортні можливості України в умовах війни, а також пошук шляхів покращення транспортної інфраструктури та мінімізації негативного впливу на експорт.

Поставлена мета зумовила необхідність вирішення таких завдань:

– проаналізувати наукові підходи до вивчення логістичних ланцюгів у кризових ситуаціях, особливо в умовах війни, та узагальнити основні теоретичні концепції щодо впливу логістики на експортні можливості.

– вивчити вплив війни на традиційні логістичні маршрути України, зокрема морські, залізничні та автомобільні шляхи, та оцінити втрати в експорті через ці зміни.

- дослідити нові логістичні рішення та альтернативні експортні маршрути, включаючи інтеграцію з європейськими транспортними коридорами, для відновлення та розширення експортного потенціалу України.
- зібрати та проаналізувати дані з експорту основних галузей економіки України, таких як аграрний сектор, металургія та машинобудування, за період війни.
- використати програмні засоби для аналізу даних, щоб перевірити гіпотезу про наявність значущого впливу змін у логістичних ланцюгах на обсяги експорту та виявити ключові фактори впливу.
- провести порівняльний аналіз ефективності традиційних і нових логістичних маршрутів, щоб визначити найбільш перспективні шляхи для покращення експорту.
- оцінити економічні втрати та потенційні вигоди від переналаштування логістичних ланцюгів, зокрема шляхом залучення нових транспортних рішень та інтеграції з європейською інфраструктурою.
- розробити рекомендації для державної політики та бізнесу щодо покращення логістичних ланцюгів та адаптації до нових умов, спрямованих на підвищення експортних можливостей України в умовах війни.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є логістичні ланцюги України в умовах військової агресії. Предметом дослідження є статистичні методи для аналізу впливу змін логістичних ланцюгів на експортні можливості України під час війни.

Методи дослідження. У кваліфікаційній роботі було використано загальнонаукові й спеціальні методи дослідження, а саме методи аналізу і синтезу, формалізації, порівняння і систематизація інформації, статистичної обробки інформації, графічний та головне регресійний аналіз, ARIMA моделювання для багатofакторного прогнозування змін у логістичних ланцюгах України в умовах війни.

Інформаційна база дослідження. Інформаційну базу дослідження становили Конституція України, законодавчі та нормативно-правові акти України, закони України про зовнішньоекономічну діяльність та транспортну політику, постанови Кабінету Міністрів України щодо функціонування логістики в умовах воєнного стану, статистичні матеріали Державної служби статистики України, Міністерства економіки України, Міністерства інфраструктури України, а також дані Національного банку України щодо динаміки експорту.

Наукова новизна одержаних результатів. У роботі вперше систематизовано та проаналізовано зміни в логістичних ланцюгах України під час війни, оцінено їхній вплив на різні галузі експорту та запропоновано комплексні рішення для адаптації логістичних маршрутів в нових реаліях.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці конкретних рекомендацій для українських підприємств, урядових органів та міжнародних партнерів, спрямованих на адаптацію логістичних ланцюгів до умов війни та відновлення експорту. Виявлення нових транспортних маршрутів та підходів до оптимізації логістики сприятиме підвищенню конкурентоспроможності українських товарів на міжнародних ринках, незважаючи на складні геополітичні умови.

Отримані аналітичні дані та висновки можуть допомогти урядовим структурам розробляти ефективні стратегії відновлення та розвитку транспортної інфраструктури. Підприємства, що займаються експортом, можуть використовувати отримані результати для оптимізації власних логістичних процесів. Отримані результати також можуть бути основою для подальших наукових досліджень з тематики логістики та експорту в умовах кризових ситуацій, що сприятиме розвитку нових підходів до моделювання логістичних систем та прогнозування ризиків.

Структура магістерської роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків; надається коротка анотація кожного розділу роботи.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ ТА ЇХ ВПЛИВУ НА ЕКСПОРТНІ МОЖЛИВОСТІ

1.1. Узагальнення понять та ролі логістичних ланцюгів в економіці

У сучасних умовах глобалізації та цифровізації економіки, роль логістики значно розширюється, адже вона охоплює не лише фізичне переміщення товарів, а й планування, управління запасами, обробку, зберігання та розподіл продукції. У сучасних умовах розвитку економіки України логістика трансформується з допоміжної функції у ключовий елемент національної економічної системи, який має вирішальне значення для збереження конкурентоспроможності підприємств та держави загалом. Як наголошують Резнік Н. П., Руденко С. В. та Пилипчук К. М., логістика забезпечує інтеграцію матеріальних, інформаційних і фінансових потоків між усіма ланками виробничо-економічної системи, а отже, безпосередньо впливає на рівень економічної ефективності як окремих суб'єктів господарювання, так і країни загалом [41].

В українських наукових дослідженнях логістичні ланцюги розглядаються переважно з позицій управління матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками. Без ефективних логістичних процесів підприємства не змогли б вчасно отримувати сировину, а споживачі – готову продукцію. Саме тому науковці багато уваги приділяють вивченню логістичних ланцюгів та їхнього впливу на економіку.

Особливостям формування логістичних ланцюгів присвячена велика кількість праць науковців, серед яких варто виділити наступних, наприклад, у підручнику Заборської Н. К. та Жуковської Л. Е. логістичний ланцюг визначається як «лінійно впорядкована множина учасників логістичного процесу, які здійснюють логістичні операції із доведення зовнішнього матеріального потоку від однієї логістичної системи до іншої за умови

виробничого споживання або до кінцевого споживача за умови особистого невиробничого споживання» [10, с.37].

Щоб розібратися в цьому визначенні, варто звернути увагу на ключові моменти:

1. Логістичний ланцюг складається з учасників – це можуть бути постачальники, виробники, перевізники, склади та кінцеві покупці.
2. Ланцюг працює лінійно – товари або послуги проходять через певну послідовність етапів.
3. Ланцюг може бути виробничим або споживчим – тобто або спрямований на забезпечення виробництва (наприклад, транспортування сировини на завод), або безпосередньо на покупця (наприклад, доставка товарів в магазин).

Є ще інший варіант визначення. Наприклад, Білоцерківський О. Б., Брінь П. В., Замула О. О. та Ширяєва Н. В. у своїй праці пояснюють логістичний ланцюг як «сукупність логістичних операцій, виконуваних послідовно від моменту зародження до моменту згасання потоку товарів, робіт, послуг на відповідному споживчому ринку» [46, с.20].

Тут уже акцент робиться більше не на учасників процесу, а саме на самі логістичні операції. Тобто логістичний ланцюг – це не просто набір компаній, які співпрацюють, а ще й послідовність дій: замовлення, виробництво, транспортування, зберігання, реалізація тощо.

Логістичні ланцюги мають величезний вплив на економіку, тому що від їхньої ефективності залежить швидкість обігу товарів, собівартість продукції та кінцева ціна для споживача. Наприклад:

- Якщо компанія швидко отримує сировину та вчасно доставляє товари, вона має конкурентну перевагу.
- Якщо є проблеми в логістиці (наприклад, через війну або кризи), це може призводити до зриву поставок, дефіциту товарів та зростання цін.

Для розуміння важливості логістичних ланцюгів, можна звернутись до рис. 1.1. , де представлені основні завдання логістичних систем» :

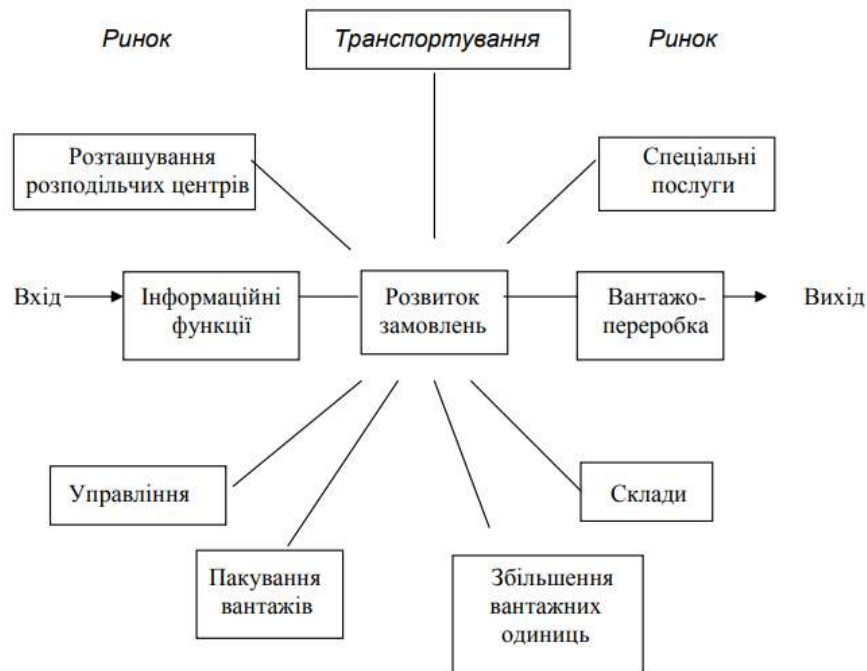


Рисунок 1.1. Основні завдання логістичних систем [10, с.39]

Для повноцінного розуміння сутності логістичних ланцюгів, потрібно розглянути, що таке логістика, адже саме вона є основою функціонування всіх логістичних процесів. У науковій літературі немає єдиного визначення цього терміна, і різні дослідники трактують його по-різному.

Логістику можна розглядати як науку, що займається організацією, плануванням, контролем і регулюванням руху матеріальних та інформаційних потоків у просторі та часі від джерела походження до кінцевого споживача. Під матеріальними потоками мається на увазі фізичне переміщення товарів, сировини та напівфабрикатів, а під інформаційними документообіг, системи управління запасами та обмін даними між учасниками логістичного ланцюга.

Однак у сфері логістики важливо не лише керувати потоками, а й забезпечувати їхню ефективність та узгодженість. Овчаренко А. Г. акцентує увагу на цьому аспекті, визначаючи логістичну діяльність як «цілеспрямовану сукупність послідовних споріднених бізнес-процесів, що розглядаються як ланцюг «постачальник – виробник – споживач», пов'язаних із постачанням, виробництвом, транспортуванням та збутом продукції з метою гармонізації інтересів виробників, постачальників та споживачів» [33, с.73].

У цьому визначенні підкреслюється, що логістика охоплює не лише переміщення товарів, а й всі пов'язані з цим процеси, такі як виробництво та управління поставками. Важливим аспектом є гармонізація інтересів усіх учасників процесу, що означає оптимальну взаємодію між виробниками, постачальниками та кінцевими споживачами. Дещо інший підхід застосовують Терещенко С. І. та Євтушенко А. М., які пов'язують логістику з управлінням ланцюгами постачання. На їхню думку, «управління ланцюгами поставок представляє собою інтеграцію ключових бізнес-процесів, переважно логістичних, що починаються від кінцевого споживача і охоплюють всіх постачальників товарів, послуг та інформації, що додають цінність для споживача та інших зацікавлених сторін» [46, с.209].

Отже, логістика – це не просто доставка товарів з точки А в точку Б. Це комплексний підхід, який додає цінність на кожному етапі: від закупівлі до обслуговування клієнта. Грамотно побудовані логістичні процеси дозволяють знизити витрати, пришвидшити терміни поставок і покращити якість сервісу. Важливо, що сучасний ланцюг постачання охоплює не лише рух товару, а й супровідні інформаційні потоки, фінансові транзакції та процедури, які забезпечують узгодженість усіх дій. Для цього потрібна інтеграція між усіма учасниками, аби уникнути затримок, непорозумінь і дублювання функцій. У нинішніх умовах ключову роль у цьому процесі відіграє цифровізація, яка дозволяє синхронізувати логістику в реальному часі.

Зарубіжні дослідники також розглядають логістику через призму управління ланцюгами поставок. Олівер Р. і Веббер М. визначають Supply Chain Management (SCM) (переклад: *управління ланцюгами постачання*) як «процес планування, впровадження та контролю операцій у ланцюгу поставок з метою задоволення потреб споживачів максимально ефективним способом. Управління ланцюгом поставок охоплює весь рух та зберігання сировини, напівфабрикатів та готової продукції від джерела постачання до кінцевого споживача» [Помилка! Джерело посилання не знайдено., с.53].

Визначення Віснера Ж., Тана К. і Леона Дж. додає, що «управління ланцюгами поставок – це інтеграція ключових бізнес-процесів від початкового добування сировини до кінцевого споживача, включаючи всі проміжні етапи переробки, транспортування та зберігання» [Помилка! Джерело посилання не знайдено..].

Також в рамках даного дослідження, яке сфокусоване саме на зміні логістичних ланцюгів, доцільно виділити еволюцію визначень цього поняття в українському науковому дискурсі. Логістика як наука розвивається, що впливає на формулювання її базових понять. Особливо помітні зміни в підходах дослідників відбулися після 2014 року, що пов'язано зі зростанням ролі логістики в умовах воєнних дій, економічних криз та переорієнтації України на європейські ринки.

Щоб проаналізувати ці зміни, варто порівняти визначення, які пропонували науковці до 2013 року, з тими, що з'явилися після 2014 року. Такий аналіз дозволяє зрозуміти, як змінилося бачення логістичних ланцюгів під впливом сучасних викликів (табл. 1.1.).

Таблиця 1.1

Зміни у визначенні поняття «логістичний ланцюг» в українській науковій літературі (власна розробка)

Період	Визначення
До 2013 року	Логістичний ланцюг – це послідовність логістичних операцій, пов'язаних з переміщенням матеріального потоку між постачальником і споживачем.
	Ланцюг поставок охоплює всі процеси, що забезпечують рух продукції від виробника до кінцевого споживача через систему складських і транспортних ланок.
2014 – сьогодні	Логістичний ланцюг включає не лише фізичний рух товарів, а й інформаційні та фінансові потоки, що забезпечують інтегроване управління поставками.
	Умови кризи вимагають гнучкого управління логістичними ланцюгами, що передбачає адаптацію маршрутів та нові форми співпраці між учасниками.

Як видно з таблиці, до 2013 року акцент у визначеннях робився переважно на матеріальному потоці, тоді як після 2014 року дослідники почали включати до поняття інформаційні та фінансові потоки, а також необхідність адаптації

логістичних систем до кризових умов, що важливо для подальшого аналізу змін у логістичних процесах в Україні в період війни.

Отже, на основі детального аналізу різних визначень поняття «логістичний ланцюг» можна узагальнити, що це структурована система взаємопов'язаних логістичних процесів, яка забезпечує переміщення матеріальних, інформаційних та фінансових потоків від постачальників до кінцевих споживачів. У додатку А представлено детальну класифікацію логістичних ланцюгів, яка дозволяє комплексно розглянути їхню структуру, функціональне призначення, рівень інтеграції, технологічне забезпечення та інші характеристики (додаток А).

Розвинена логістична система напряму впливає на здатність країни експортувати товари й бути конкурентною в міжнародній торгівлі. У сучасній економіці рівень залученості до глобального ринку залежить не тільки від якості продукції, а й від того, наскільки швидко й ефективно вона може дістатися до споживача. Логістичні ланцюги забезпечують безперервний рух товарів, зменшують затримки та витрати, що дає підприємствам відчутну перевагу.

У глобальному середовищі ці процеси стали частиною конкурентної боротьби не менш важливою, ніж сам продукт. Добре організовані міжнародні перевезення й сучасна інфраструктура – це вже не опція, а обов'язкова умова успішної торгівлі. Особливо важливо, щоб логістика була гнучкою: змінювались умови змінюється маршрут, формат, обсяг. Це дозволяє компаніям швидко реагувати на виклики, не втрачаючи темпу. Розширення логістичних можливостей через інфраструктуру та розвиток транспортних сервісів стратегічний крок, який відкриває нові ринки й підвищує стійкість експорту.

Водночас, якщо логістична інфраструктура нерозвинена або порушена, це може стати значною перешкодою для інтеграції у світову торгівлю. Наприклад, в умовах війни в Україні логістичні ланцюги зазнали кардинальних змін. Закриття морських портів, руйнування транспортних шляхів та зростання витрат на перевезення суттєво вплинули на експортні можливості країни. Дослідники відзначають, що «удосконалена торгова логістика може створити передумови

для збільшення обсягів торгівлі та забезпечення масштабів виробничої та дистрибуційної діяльності» [27, с.19].

Ключовими перевагами логістичних компаній України є їх здатність швидко адаптуватися до змін у ринковому середовищі, що дозволяє ефективно реагувати на кризові ситуації, зокрема пов'язані з війною, інфляцією, змінами регуляторного середовища тощо. У джерелі зазначається, що гнучкість, інноваційність і здатність до системного аналізу стають вирішальними чинниками конкурентоспроможності у сучасному логістичному бізнесі [42].

Особливої уваги потребує цифровізація логістичних процесів, яка охоплює використання таких технологій як інтернет речей (IoT), блокчейн, автоматизовані системи обліку та управління складськими операціями. Вони сприяють зниженню логістичних витрат, підвищенню точності доставки, а також мінімізації людського фактора у процесі прийняття рішень. Крім того, аналітики відзначають, що зростання електронної комерції в Україні зумовило потребу в нових форматах логістичних рішень, зокрема у розвитку складської інфраструктури, впровадженні автоматизованих центрів обробки замовлень та розвитку мультимодальних перевезень, які поєднують різні види транспорту для оптимізації витрат.

Таким чином, логістичні компанії не лише обслуговують товаропотоки, але й формують економічну стійкість держави, сприяють інтеграції України у міжнародний економічний простір, створюють робочі місця та стимулюють інноваційний розвиток транспортно-логістичної інфраструктури.

Загалом, від рівня розвитку логістичних ланцюгів залежить:

- Стабільність та швидкість доставки товарів. Якщо логістичний ланцюг ефективно функціонує, компанії можуть своєчасно виконувати міжнародні контракти, що підвищує їхню надійність в очах іноземних партнерів.
- Зниження витрат на транспортування. Чим ефективніша логістика, тим менші витрати на транспортування, що дозволяє експортерам пропонувати конкурентоспроможні ціни.

– Доступ до нових ринків. Завдяки налагодженій логістичній системі підприємства отримують можливість розширювати географію своєї діяльності.

Таким чином, логістичні ланцюги відіграють стратегічну роль у забезпеченні конкурентоспроможності країни на світовому ринку. Вони не лише спрощують процеси постачання, а й формують основні переваги для експортерів, дозволяючи їм ефективно працювати в умовах мінливого ринкового середовища. Окремо підкреслюється, що логістика виконує не лише економічну, а й соціально-стратегічну функцію, оскільки розвиток логістичних центрів, мультимодальних хабів і мережевих перевезень стимулює створення нових робочих місць, інтегрує регіони у внутрішньоекономічний простір та сприяє зниженню регіональних диспропорцій.

1.2. Вплив зовнішніх факторів на функціонування логістичних ланцюгів

Виникнення різних типів криз (економічних, політичних, екологічних, соціальних, технологічних, військових, фінансових, енергетичних, пандемічних) є неминучим процесом, який впливає на всі сфери діяльності, включно з логістикою. Історично склалося так, що глобальні виклики завжди були, є та будуть, тому найголовнішим завданням для логістичних систем є швидка реакція, адаптивність та гнучкість у прийнятті рішень.

Логістична система будь-якої країни є ключовою умовою стабільного функціонування національної економіки. Як зазначають Кривещенко В., Хмурковський Г. і Ляденко Т., «ефективність національної та глобальної економіки у значній мірі залежить від рівня забезпеченості виробників сировиною та матеріалами, транспортними засобами, обладнанням, раціонального планування перевезення вантажів» [18].

Факторами формування логістичної системи на макрорівні є [2, с. 61]:

– економічні (динаміка інфляції, валютні коливання, темпи розвитку різних галузей, ринок праці, попит і пропозиція, податкове навантаження, рівень інвестиційної активності).

– політичні та регуляторні (політична стабільність, державна політика щодо імпорту й експорту, міжнародні торговельні угоди, митне регулювання, антимонопольні заходи, податкове законодавство).

– соціальні (демографічні зміни, рівень урбанізації, поведінка споживачів, потреби населення, культурні особливості, рівень добробуту).

– технологічні (рівень автоматизації та цифровізації, використання штучного інтелекту в управлінні логістикою, інноваційні транспортні технології, розвиток систем iot, впровадження блокчейн-рішень).

– екологічні (екологічні стандарти, вимоги щодо викидів CO₂, «зелена» логістика, розвиток альтернативних видів транспорту, обмеження на використання певних ресурсів, переробка та утилізація відходів).

– військові (збройні конфлікти, блокування торгових шляхів, руйнування транспортної інфраструктури, воєнні санкції, необхідність побудови нових логістичних маршрутів, форс-мажорні обставини).

Загалом зовнішні фактори, які здатних докорінно змінювати побудовані ланцюги постачання або ж змушувати до пошуку нових рішень представлені на (рис. 1.2.)

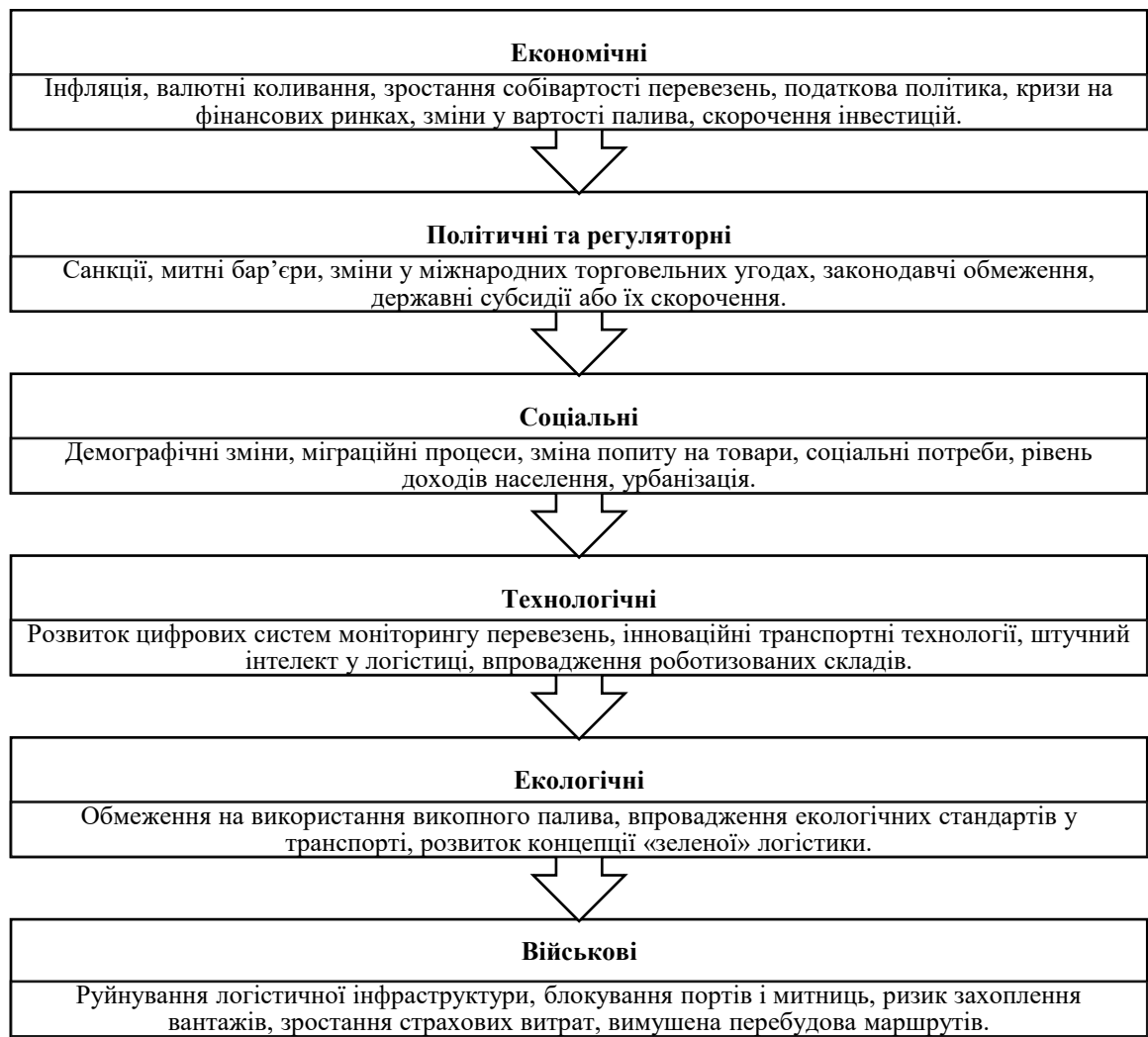


Рисунок 1.2. Вплив зовнішніх факторів на логістичні ланцюги постачання

Як видно з таблиці, кожна група чинників має комплексний вплив на логістичні процеси, змушуючи компанії переорієнтовувати маршрути, змінювати стратегії роботи та впроваджувати новітні рішення для мінімізації ризиків.

Перейдемо до детального аналізу економічних факторів, які суттєво впливають на логістичну сферу. До цієї групи належать рівень інфляції, валютні коливання, вартість транспортування, рівень податкового навантаження, інвестиційний клімат, доступність фінансових ресурсів, попит і пропозиція на логістичні послуги, а також темпи зростання ВВП. Зібраний і проаналізований фактичний матеріал дозволяє класифікувати ці чинники за їхнім впливом на ринок логістики. Наприклад, коливання вартості нафти та нафтопродуктів безпосередньо впливають на витрати підприємств, які здійснюють перевезення

вантажів. У свою чергу, рівень податкового навантаження та митне регулювання визначають фінансову спроможність компаній здійснювати операційну діяльність та розширювати логістичну мережу.

Очікується, що річний темп зростання (CAGR) ринку логістики у 2024-2028 роках становитиме 2,59%, що сприятиме досягненню прогнозованого обсягу ринку на рівні 203,50 млрд доларів США до 2028 року. Окремий сегмент логістичної сфери – ринок логістики третіх сторін (3PL), що активно розвивається та інтегрує новітні підходи до управління перевезеннями. За прогнозами, логістичні витрати в цьому секторі досягнуть 1,92 трлн доларів США у 2028 році, що свідчить про його динамічний розвиток. Прибутковість логістичної галузі залежить не тільки від внутрішніх процесів, а й від ширшого контексту глобальних економічних змін, впровадження інновацій та темпів цифровізації. Саме ці фактори формують конкурентоспроможність і визначають здатність компаній адаптуватися до викликів ринку. Якщо логістичні процеси не оновлюються і не інтегруються з сучасними технологіями, галузь втрачає в ефективності та прибутках.

Основними джерелами доходу в логістичному секторі є транспортні послуги, складське зберігання, управління ланцюгами постачання, митно-брокерські послуги, пакування та маркування товарів. Транспортні послуги включають перевезення товарів різними видами транспорту: автомобільним, залізничним, морським та авіаційним, що становить найбільшу частку доходу в логістичній індустрії. Складські послуги охоплюють оренду та управління логістичними комплексами, що забезпечують безперебійне зберігання продукції. Управління ланцюгами постачання передбачає впровадження аналітичних рішень для оптимізації потоків товарів, зниження витрат та прискорення поставок. Митно-брокерські послуги забезпечують ефективне оформлення документів та сплату податків при імпорті та експорті, що є важливим фактором у міжнародній торгівлі. Додатково, послуги пакування та маркування забезпечують підготовку продукції до реалізації, що особливо важливо для експортних операцій.

Зупинимося на технологічних факторах, які суттєво змінюють функціонування логістичних ланцюгів. Однією з ключових інновацій у логістиці є блокчейн, що дозволяє значно підвищити рівень прозорості та контролю за поставаннями. Основні переваги цієї технології включають прозорість і достовірність даних, можливість автоматизації угод (smart contracts), оптимізацію маршрутів перевезень та запобігання контрафакту. Водночас, як зазначають дослідники, впровадження блокчейну в логістиці залишається на ранній стадії через високу вартість та складність інтеграції у традиційні системи управління.

Найбільш значущими наслідками військових дій для логістики є блокування морських портів, пошкодження транспортних шляхів, зростання страхових тарифів для перевізників, необхідність створення альтернативних маршрутів та підвищення витрат на безпеку вантажоперевезень.

Отже, зовнішні фактори відіграють критичну роль у функціонуванні логістичних ланцюгів, змушуючи компанії адаптувати стратегії, впроваджувати новітні технології та змінювати підходи до управління поставанням.

Є підстави вважати, що майбутнє логістики у 2024-2025 роках визначатиметься глобальними трендами, які формують галузь відповідно до нових екологічних, технологічних, соціальних та управлінських викликів. Однією з ключових тенденцій є посилення корпоративної відповідальності, що спричинене запровадженням Директиви з корпоративної звітності про сталий розвиток (CSRD) Європейським Союзом у 2023 році. Дана директива охоплює понад 50 000 компаній та зобов'язує їх надавати інформацію про екологічні, соціальні та управлінські ініціативи. Це стимулює впровадження сталих моделей ведення бізнесу в логістичному секторі, що, у свою чергу, впливає на ефективність, витрати та конкурентоспроможність підприємств [25].

Зібраний і проаналізований фактичний матеріал дозволяє згрупувати основні напрями сталого розвитку логістичних компаній у три ключові категорії: екологічну, соціальну та управлінську.

У таблиці 1.2 представлено заходи, які здійснюють підприємства для відповідності сучасним вимогам сталого розвитку.

Таблиця 1.2.

Зусилля логістичних компаній для сталого розвитку[25]

Категорія	Зусилля логістичних компаній
Екологічна	Повторне використання матеріалів та обладнання (наприклад, акумулятори для підйомників)
	Перехід на відновлювальні джерела енергії (електрифікація, водень)
	Використання багаторазових контейнерів для зменшення відходів
	Оптимізація маршрутів для зменшення витрат палива та викидів CO ₂
	Інвестиції в енергоефективні транспортні засоби (електромобілі, гібридні транспортні засоби)
	Впровадження системи управління викидами для моніторингу та зменшення вуглецевого сліду
Соціальна	Підтримка працівників через навчання та підвищення кваліфікації
	Інклюзивне працевлаштування та рівні можливості для всіх працівників
	Соціальні проекти, спрямовані на підтримку місцевих громад (будівництво шкіл, медичних закладів, підтримка культурних заходів)
Управлінська	Висока прозорість діяльності через регулярну звітність про екологічні, соціальні та управлінські ініціативи
	Розробка та впровадження етичних кодексів поведінки
	Проведення внутрішніх аудитів для забезпечення дотримання всіх екологічних і соціальних стандартів
	Використання аналітичних інструментів ШІ для прогнозування попиту та оптимізації управління запасами
	Інвестиції у кібербезпеку для захисту даних та забезпечення безпеки інформаційних систем

Як видно з табл.1.2., екологічні ініціативи спрямовані на впровадження принципів кругової економіки, що передбачає повторне використання матеріалів та мінімізацію відходів. Соціальний аспект охоплює розвиток людського капіталу через підвищення кваліфікації та соціальну відповідальність компаній перед громадами. Управлінські зміни включають використання передових цифрових технологій, що дозволяють ефективніше прогнозувати попит, керувати запасами та забезпечувати інформаційну безпеку.

На сучасному етапі розвитку економіки України, що потерпає від масштабних воєнних дій та руйнування критичної інфраструктури, питання енергоефективності виходить на передній план. Лебедева Н. А. та Пащенко П. О. наголошують, що в умовах глобальних енергетичних криз та воєнної дестабілізації логістичні компанії змушені швидко адаптуватися до нових загроз

і водночас забезпечувати сталість постачань товарів [23, с.92]. Війна посилює дефіцит традиційних енергоресурсів, руйнує транспортні шляхи, а також поглиблює залежність України від зовнішніх поставок палива, що спричиняє зростання його вартості. За таких обставин впровадження енергоефективних технологій стає не лише економічно вигідним, а й критично важливим для забезпечення обороноздатності та стабільного функціонування держави.

Ключові чинники, що стимулюють перехід до енергоефективності в логістиці:

1. Воєнні виклики та руйнування інфраструктури. Воєнний стан призвів до блокування портів, пошкодження шляхів сполучення й перебоїв у постачанні пального. Це, своєю чергою, спонукає логістичні компанії шукати альтернативні (зокрема, «зелені») рішення для транспортування вантажів, що зменшують витрати на дорогі та дефіцитні енергоресурси.

2. Глобальна енергетична криза та зростання тарифів - сучасні електричні й гібридні технології здатні скоротити експлуатаційні витрати та знизити залежність від нестабільних поставок нафтопродуктів.

3. В умовах повномасштабної війни проти України відбувається переформатування логістичних ланцюгів у бік західних ринків і диверсифікації енергопостачання. Це підсилює запит на «зелену» логістику, орієнтовану на вимоги ЄС де діють жорсткі стандарти зі зменшення викидів і впровадження енергоощадних технологій.

4. Інвестиційна привабливість проєктів енергозбереження. Попри воєнні ризики, в Україні зростає зацікавленість міжнародних донорів і приватних інвесторів у проєктах модернізації логістичного транспорту та перетворення складів у енергоефективні об'єкти.

Отже, застосування електричних та гібридних вантажівок має низку переваг, зокрема зниження витрат на пальне й відсутність потреби в масових закупівлях дефіцитного ДП (дизельного пального). Однак у воєнних умовах існують і виклики, серед яких нестача зарядних станцій, ризики пошкодження енергоінфраструктури та необхідність додаткових заходів безпеки під час

перевезень. На думку окремих фахівців, швидкий перехід на електротранспорт можливий лише за умови дієвої державної політики, що включає субсидії, податкові пільги та відновлення (або будівництво) зарядної мережі на безпечних територіях України.

Модернізація складів, особливо тих, що застаріли або постраждали під час війни, може суттєво знизити енергоспоживання завдяки впровадженню сучасних матеріалів, LED-освітлення та автоматичних систем контролю температури. Але водночас бізнес стикається з постійними загрозами: повітряними тривогами, перебоями з електрикою, ризиком ударів по логістичних об'єктах. Це змушує компанії заздалегідь продумувати систему фізичного захисту й забезпечувати склади резервними джерелами енергії, як-от генератори чи сонячні панелі.

Ще одним напрямом енергоефективності є цифровізація та використання спеціалізованих програмних комплексів, що дають змогу планувати маршрути з урахуванням реальних безпекових ризиків, локальних дорожніх перекриттів і можливостей дозаправки.

У низці регіонів України, віддалених від зони активних бойових дій, потенційно вигідним залишається встановлення сонячних панелей або невеликих вітроустановок на дахах логістичних центрів. Такий підхід знижує залежність від центрального енергопостачання, яке піддається ракетним ударам і регулярним аваріям. Але в зонах підвищеної небезпеки економічна доцільність і безпекові ризики значно ускладнюють масштабне впровадження «зеленої» генерації, що вимагає державного або міжнародного страхування військових ризиків.

Без цільових програм пільгового оподаткування та кредитування українські логістичні оператори, які зазнають додаткових витрат на безпеку і ремонти, можуть не мати змоги інвестувати в дорогі енергоефективні рішення (зокрема, електричний транспорт). Вважаємо, що воєнний час, попри складність, можна використати як поштовх для активнішої взаємодії з міжнародними фінансовими інституціями, що зацікавлені у «зеленій» відбудові.

В умовах постійних кадрових перестановок, а також пріоритетності військових витрат, питання енергозбереження часто відсуваються на другий план. На наш погляд, це помилковий підхід, адже енергоефективність безпосередньо пов'язана зі зміцненням тилу, зокрема й економічної стійкості промислової та логістичної бази. Як свідчить практика, навіть найсучасніші енергоощадні технології втрачають ефективність за умов критичних руйнувань інфраструктури (відсутність електромережі, пошкоджені автошляхи тощо). Тому бачимо необхідність комплексного підходу: від відбудови доріг і портів до формування резервних «логістичних коридорів» та диверсифікації джерел енергії.

Отже, перехід логістичних компаній до енергоефективних технологій у воєнних реаліях України є стратегічно важливим завданням, яке дозволить підвищити конкурентоспроможність галузі, зменшити витрати на обмежені та дорогі енергоресурси і закласти підвалини для швидкої повоєнної відбудови на засадах сталого розвитку. Хоча запровадження «зелених» рішень ускладнюється інфраструктурними руйнуваннями та фінансовими ризиками, саме воно може стати каталізатором інтеграції України в європейський економічний простір і глобальні ланцюги постачання. У результаті, логістичні компанії, що вже зараз роблять ставку на енергоефективність, матимуть суттєві переваги в післявоєнний період, коли потреба у швидкій і відносно дешевій логістиці стане вирішальним чинником для відновлення внутрішнього та зовнішнього товарообігу.

Ще одним перспективним напрямом є скорочення логістичних відходів через повторне використання упаковки. Наприклад, DB Schenker використовує багаторазові контейнери для перевезення вантажів, що суттєво зменшує споживання одноразових пакувальних матеріалів. Упровадження таких практик дозволяє значно знизити операційні витрати та підвищити ефективність ресурсокористування [25].

Крім екологічних аспектів, великого значення набуває цифровізація логістики. Використання технологій штучного інтелекту для управління транспортними маршрутами та прогнозування попиту дозволяє оптимізувати

процеси перевезення, мінімізуючи витрати та ризики. Зокрема, багато логістичних компаній активно інвестують у системи прогнозової аналітики та кібербезпеки, що забезпечує зниження ризиків втрат даних та підвищення ефективності управління інформаційними потоками.

Значну роль у майбутньому логістики відіграє також розвиток альтернативних видів транспорту, зокрема дронів та автономних транспортних засобів. Очікується, що у 2025 році масштабне впровадження автономних вантажівок дозволить знизити експлуатаційні витрати та підвищити швидкість доставки. Дрони, у свою чергу, відкривають можливості для доставки малогабаритних вантажів у важкодоступні регіони, що особливо актуально в умовах розширення глобального ринку електронної комерції[25].

Отже, майбутнє логістичної галузі у 2024-2025 роках визначатиметься кількома ключовими трендами: посиленням корпоративної відповідальності, розвитком «зеленої» логістики, впровадженням штучного інтелекту та цифрових технологій, оптимізацією транспортних процесів та активним використанням альтернативних джерел енергії. Ці зміни сприятимуть не лише підвищенню ефективності логістичних процесів, а й мінімізації негативного впливу галузі на довкілля, що є ключовим викликом сучасного глобалізованого світу.

1.3. Особливості зміни логістичних ланцюгів у кризових умовах

Підходи до аналізу змін у логістичних ланцюгах в умовах кризи демонструють суттєве різноманіття, проте їх можна згрупувати в кілька концептуальних напрямів. Підходи до аналізу змін у логістичних ланцюгах в умовах кризи у науковій літературі можна умовно поділити на три концептуальні напрями. По-перше, інфраструктурно-кризовий підхід, представлений у роботах Кривещенка В., Хмурковського Г., Ляденка Т., а також Блинова В. та Черепа О., зосереджується на порушенні транспортних маршрутів, блокуванні логістичних вузлів і фізичному демонтажі постачальних зв'язків. По-друге, організаційно-структурний підхід, запропонований Мариненко Н. Ю., Завербним А.,

Двулітом З. та Вуєком Х., розкриває необхідність цифровізації, децентралізації складів, формування страхових запасів і зміни логістичної моделі з Just-in-Time на Just-in-Case. По-третє, інноваційно-адаптивний підхід, який простежується у висновках Кутка Т. та Білецької О., а також у публікаціях Financial Times і звітах KPMG та Xeneta, акцентує на потребі впровадження ІТ-рішень (SCV, TMS, блокчейн), автоматизації та нових стилів управління в умовах високої турбулентності. Така типологізація дозволяє не лише структурувати наукові погляди, а й сформуванати аналітичну основу для подальшого дослідження кризових сценаріїв в логістиці.

Логістичні ланцюги – це динамічні системи, які функціонують на перетині різних процесів: виробництва, транспортування, зберігання та розподілу товарів. В умовах стабільної економіки та передбачуваного середовища вони працюють за певними налагодженими моделями, що дозволяють знижувати витрати, оптимізувати маршрути та підвищувати швидкість доставки продукції. Однак у кризові періоди ці звичні моделі можуть втрачати свою ефективність, що змушує компанії оперативно перебудовувати свої логістичні процеси.

Кризові ситуації можуть виникати з різних причин, але незалежно від їхнього характеру, вони кардинально впливають на логістичні ланцюги: змінюють маршрути постачання, обмежують доступ до транспортної інфраструктури, підвищують витрати на перевезення або навіть унеможливають виконання логістичних операцій.

Будь-яка криза створює дисбаланс у системі поставок. Це означає, що логістичний ланцюг не може більше працювати за звичною схемою, і компаніям потрібно змінювати свої підходи. Основні причини змін у логістичних ланцюгах такі:

1. Руйнування або обмеження доступу до інфраструктури, наприклад, під час війни в Україні в 2022 році були зруйновані мости, дороги та залізничні вузли, що змусило перевізників змінювати маршрути.

2. Збільшення витрат на транспортування. Якщо відбувається економічна криза або раптовий стрибок цін на паливо транспортні компанії змушені підвищувати тарифи, що впливає на вартість логістичних послуг.

3. Зміни в законодавстві або митних правилах. Наприклад, під час пандемії covid-19 багато країн запровадили санітарні перевірки та обмеження для міжнародних перевезень, що суттєво уповільнило рух товарів через кордони.

4. Зміни у попиті та споживчих тенденціях. Наприклад, під час пандемії різко зріс попит на онлайн-доставку продуктів і ліків, що змусило логістичні компанії адаптуватися до нових вимог.

5. Дефіцит ресурсів та нестача робочої сили.

Таким чином, криза завжди вимагає змін у логістичних ланцюгах, і компанії, які швидко адаптуються, отримують конкурентну перевагу.

Глобальні кризи призводять до дестабілізації логістичних ланцюгів, спричиняючи порушення координації, затримки постачання та навіть повні розриви у поставках. Як зазначають Кривещенко В., Хмурковський Г., Ляденко Т., головні труднощі логістики під час криз пов'язані з наростанням невизначеності, розбалансуванням інфраструктурних елементів і дефіцитом достовірної інформації [18].



Рисунок 1.3. Ключові проблеми кризових змін у логістиці

Кризові ситуації можуть спричиняти різні зміни у логістичних процесах, залежно від їхнього характеру та тривалості. Ці зміни можуть мати фізичний, структурний або організаційний характер, що вимагає від компаній швидкої адаптації до нових умов. Вплив кризових ситуацій на логістичні процеси проявляється у вигляді змін маршрутів, пошуку альтернативних постачальників, формування страхових запасів або переходу до нових моделей управління транспортом і дистрибуцією.

Як зазначає Мариненко Н. Ю., у кризових умовах основною метою управління ланцюгами постачання стає мінімізація ризиків та підтримання стабільності матеріальних потоків через диверсифікацію логістичних процесів і впровадження цифрових рішень [26, с. 113].

Зміни у логістичних ланцюгах можна класифікувати на три основні групи:

Таблиця 1.3.

Класифікація змін у логістичних ланцюгах у кризових умовах [34]

Тип змін	Суть змін	Приклади
Фізичні зміни (інфраструктурні та транспортні)	Виникають унаслідок руйнування або блокування ключових транспортних шляхів, що змушує компанії шукати нові маршрути або альтернативні види транспорту.	- Закриття маршрутів: У 2022 році через війну в Україні морські порти були заблоковані, що змусило експортерів використовувати залізничні маршрути через Польщу та Румунію. - Перехід на альтернативний транспорт: Через руйнування доріг компанії змушені використовувати залізничний або авіатранспорт, навіть якщо це дорожче. Під час пандемії COVID-19 авіап перевезення були обмежені, що змусило логістичні компанії переорієнтуватися на морські та наземні маршрути.
Структурні зміни (зміна постачальників та схем роботи)	Викликані необхідністю адаптації до змін у ринкових умовах, зокрема до дефіциту товарів або постачальників, що	- Перехід до локальних постачальників, як у 2022 році через санкції проти РФ багато європейських компаній почали імпортувати із США та Катару - Формування страхових запасів. Через ризики перебоїв у постачанні США та ЄС у 2022 році збільшили стратегічні запаси напівпровідників через

	змушує компанії змінювати свої ланцюги постачання.	нестабільність постачань з Китаю та Тайваню. [Озарко, К., Челомбитько, В., 2022].
Організаційні зміни (цифровізація та оптимізація процесів)	Включають впровадження нових технологій, автоматизацію та зміни у транспортних стратегіях для зменшення залежності від одного виду перевезень.	- Використання цифрових технологій: Amazon використовує алгоритми штучного інтелекту для управління запасами та прогнозування затримок у поставках. Впровадження систем штучного інтелекту (AI) і блокчейну у логістичних ланцюгах підвищує їхню прозорість та знижує ризики збоїв. [Мариненко, Н. Ю., 2024, с. 117]. - Компанії комбінують різні варіанти доставки (автотранспорт, залізниця, морські перевезення), щоб підвищити гнучкість у кризових умовах. Наприклад, під час блокади чорноморських портів українські експортери зерна змушені були використовувати сухопутні коридори через Румунію та Польщу.

Функціонування логістичних ланцюгів у кризових умовах потребує не лише тактичної перебудови, а й глибокої трансформації структур, процесів і підходів до управління ресурсами. В умовах пандемії, а згодом і повномасштабної війни в Україні, логістичні системи зазнали безпрецедентного тиску, що виявив ключові вразливості національної логістичної інфраструктури.

Значного впливу на логістичну систему України завдали й інші фактори, пов'язані з перебігом бойових дій, зокрема блокування морських портів, зупинка авіап перевезень, перевантаження прикордонних переходів, брак складських приміщень та дефіцит кваліфікованого персоналу.

З початку війни логістична система країни зазнала глибоких структурних змін, а більшість традиційних маршрутів транспортування виявилися недоступними або небезпечними для використання. Країна фактично залишилася без морської логістики», яка до війни забезпечувала понад 65% експорту, особливо в аграрному та металургійному секторах.

Крім морських шляхів, серйозного удару зазнали й інші види транспорту. Повітряний простір України було повністю закрито для цивільних рейсів, частина літаків залишилася заблокованою на території країни, що призвело до суттєвих фінансових втрат авіакомпаній та зупинки міжнародної авіаційної логістики. Залізничний і автомобільний транспорт не змогли повною мірою компенсувати втрати через обмежену пропускну спроможність пунктів пропуску

на західному кордоні та накопичення вантажів на складах по всій території України.

Окремо дослідники виокремлюють накопичення десятків мільйонів тонн аграрної продукції, що не підлягає довгостроковому зберіганню, та ризик продовольчої кризи на світовому ринку через нездатність українських експортерів оперативно вивозити зерно. Ці логістичні збої не лише вдарили по фермерському сектору, а й негативно позначилися на репутації України як стабільного постачальника.

Серед додаткових проблем:

- дефіцит складів на заході країни через евакуацію бізнесу з центральних і східних регіонів;
- збільшення тривалості доставки, наприклад, транзит вантажів з Китаю до України через європейські порти нині займає від 50 до 80 днів;
- зростання вартості перевезень, спричинене подорожчанням пального, блокуванням Суецького каналу, страйками в країнах ЄС;
- дефіцит персоналу внаслідок мобілізації водіїв, логістів і технічного складу (там само).

Згідно з аналітичним матеріалом Freightify війна в Україні стала тригером розриву логістики на рівні трансконтинентальних маршрутів: перекроєно транспортні коридори між Європою та Азією, а перевантаження пішло через Туреччину і Середземномор'я. Найбільш вразливим елементом стала залежність від портів Чорного моря та критичних вантажів металів і палива. Автори чітко показують, як локальний збройний конфлікт вивів з рівноваги глобальні supply chain у сировинно-залежних галузях [54].

Блинов В. і Череп О. також звертають увагу на зміну логістичної моделі з централізованої на мобільну. Більшість компаній відмовились від накопичення товарних залишків, працюючи за принципом «з коліс», щоб мінімізувати ризики втрати товару внаслідок обстрілів. Автори вказують, що компаніям довелося запускати нові склади в надзвичайно стислий термін не за три місяці, як у

мирний час, а буквально за дні, що зумовило серйозні ускладнення в логістичних процесах [5].

Відповідно до галузевого звіту KPMG (2024), вторгнення в Україну стало тригером трансформації логістичних стратегій у Європі й за її межами. Компанії масово переходять від моделі «just-in-time» до «just-in-case», а також посилюють цифровий контроль і регіоналізацію ланцюгів постачання. Звіт зазначає, що саме український кейс загострив необхідність friendshoring та багаторівневого планування ризиків [61].

Водночас, у звіті KPMG акцент робиться переважно на транснаціональному рівні та стратегіях великих корпорацій, тоді як регіональні особливості та проблеми національних логістичних систем, як у випадку України, залишаються поза межами уваги. Зокрема, не враховано обмеження інфраструктурного потенціалу при перебудові маршрутів, специфіку логістичних вузлів Східної Європи та вплив мобілізаційних чинників на кадрову логістику. Можна подолати цей недолік через аналіз структурних втрат у транспортній інфраструктурі та обмежень пропускної здатності прикордонних напрямків.

Українська дронна індустрія стала частиною логістики нового типу мобільної, гнучкої, військово-цивільної. Попри масштабне виробництво, країна залежить від імпорту мікроелектроніки, зокрема з Китаю, що блокується або сповільнюється через геополітичні обмеження. Це не просто проблема технологій – це вузол у ланцюзі постачання, де політика втручається в індустрію. І показник того, що логістика оборонної економіки, не менш вразлива, ніж продовольча чи енергетична [62].

Отже, війна в Україні не лише спричинила масштабні руйнування інфраструктури, а й викликала системну кризу логістичних зв'язків, змусивши підприємства шукати нові моделі організації постачання, переорієнтовуватись на західні ринки та впроваджувати нові рішення в режимі виживання. Як зазначають Завербний А., Дуліт З. та Вуєк Х., вітчизняні підприємства змушені були оперативно адаптувати свої логістичні підходи до умов невизначеності,

відійшовши від традиційних технологічних і маркетингових моделей на користь інтегральної логістики. Такий підхід передбачає одночасне врахування багатьох змінних, як: геополітичних ризиків, економічної турбулентності, технічних обмежень і соціальних викликів. Автори підкреслюють, що «нестандартні умови господарювання, пов'язані із карантинними обмеженнями COVID-19, воєнним станом змусили підприємства більше уваги приділяти вдосконаленню, адаптуванню, розвитку системи логістики задля забезпечення необхідного рівня конкуренції» [11].

Одним із найгостріших наслідків війни стало руйнування напрацьованих логістичних маршрутів. До 75% зовнішньоторговельного обігу України забезпечували морські порти, які були повністю заблоковані з початком повномасштабного вторгнення. Це спонукало підприємства до термінового пошуку альтернативних шляхів постачання та перебудови логістичних процесів у надзвичайно стислі терміни [11].

У звіті Xeneta аналізуються основні ризики для глобальних логістичних ланцюгів, спричинені конфліктом в Україні. Дані опитування логістичних операторів ЄС свідчать, що 76% компаній зазнали перебоїв, зокрема через блокування пунктів пропуску, протестні дії й брак інфраструктурних резервів. Автори акцентують на тому, що геополітична нестабільність перетворила локальні затримки на системну кризу постачання [59].

Водночас, як показує аналітичний матеріал Xeneta, попри спробу зафіксувати глобальні ризики у сфері логістики, автори залишають поза увагою системні структурні фактори, зокрема повну відсутність маневровості у зоні збройного конфлікту. У звіті чітко окреслено затримки, черги на кордонах і зростання вартості перевезень, проте не розкрито механізмів виходу із ситуацій, коли сама інфраструктура дороги, порти, склади частково знищена або заблокована. У своїй роботі ми деталізуємо саме ці критичні аспекти, зокрема питання надцентралізації логістичних вузлів, дефіциту розподілених систем резервного зберігання та потреби в симетричних сценаріях доставки. Таким

чином, на відміну від макрорівневого огляду Xeneta, потрібно акцентувати на потребі в глибокій реорганізації логістики на тактичному рівні в умовах війни.

Крім того, воєнні дії виявили численні слабкі місця: надмірну концентрацію товарних запасів у зоні бойових дій, маршрутні системи, що проходили поблизу стратегічно важливих об'єктів, а також відсутність гнучких механізмів переналаштування складської інфраструктури. У зв'язку з цим дослідники наголошують на необхідності реорганізації логістичної системи за такими напрямками [11]:

- відмова від централізованого зберігання великих обсягів товарів;
- підвищення динамічності складських операцій;
- подовження логістичних ланцюгів із впровадженням багатоваріантних сценаріїв доставки;
- чітке прогнозування попиту та адаптація логістики до змін у споживчому середовищі .

Таким чином, традиційна модель планування логістики, орієнтована на стабільність і довгостроковість, втрачає свою ефективність у воєнних умовах. Основними принципами функціонування логістичних ланцюгів мають стати:

- сценарне прогнозування і періодичне оновлення маршрутів;
- максимальна гнучкість у виборі способів доставки;
- формування страхових запасів з урахуванням ризиків і споживчого попиту;
- децентралізація складських ресурсів.

Кутко Т. та Білецька О. також звертають увагу на структурний ефект воєнних дій для глобальних ланцюгів постачання, зокрема в таких секторах, як металургія та виробництво напівпровідників. Україна, як один із лідерів за експортом неону, залізної руди та аграрної продукції, відіграє стратегічну роль на світовому ринку. Припинення або ускладнення поставок із боку України спричиняє значні збої в глобальних технологічних і продовольчих ланцюгах [21].

Крім того, Кутко Т., Білецька О. звертають увагу на необхідність зміни правил управління запасами, впровадження гнучких інструментів оцінки попиту,

бронювання критичних обсягів продукції у постачальників та створення багаторівневої системи захисту логістичних мереж. Рекомендовано активно переорієнтовуватись на сухопутні маршрути, зокрема залізницю, попри їїню обмежену пропускну здатність.

Разом із тим, зазначені рекомендації мають певну обмеженість у прикладному вимірі. Зокрема, хоча акцент на сухопутних маршрутах логічний, у роботі Кутко та Білецької не подано оцінки фактичного навантаження на залізничну інфраструктуру України, а також не враховано обмеження з боку суміжних країн (Польща, Румунія), які мають власні транзитні виклики. Крім того, відсутній аналіз потреби у синхронізації митної логістики, технічній адаптації вагонного парку та дефіциту персоналу. Потрібно доповнювати ці аспекти через конкретизацію структурних вузьких місць у логістичному ланцюзі «виробництво – зберігання – транскордонне переміщення – споживання», що дозволяє реалістичніше оцінити потенціал сухопутних маршрутів.

Таким чином, теоретична модель ефективного логістичного ланцюга в умовах війни має спиратися на концепцію стійкості до ризиків, гнучкої адаптації та оперативного реагування, що становить основу нової парадигми управління постачанням в умовах високої турбулентності. Отже, значні втрати логістичних зв'язків стали наслідком довготривалої політики мінімізації витрат, яка не передбачала диверсифікації логістичних маршрутів та страхових сценаріїв у разі надзвичайних ситуацій. Високий ступінь ураження логістичних ланцюгів у 2022 році є результатом критичної вразливості системи, що орієнтувалась виключно на економію, а не на стійкість і адаптивність.

На основі наукових досліджень можна виокремити кілька ключових антикризових стратегій, які застосовуються у логістиці для подолання ризиків:

- Диверсифікація маршрутів та постачальників зменшує залежність від окремих ринків.
- Мультиmodalьні перевезення – комбінує різні види транспорту для мінімізації збоїв.

- Цифровізація логістики – штучний інтелект та блокчейн-технології для прогнозування ризиків.
- Локалізація виробництва – перенесення заводів ближче до ринків споживання (reshoring).
- Стратегічне управління запасами – формування резервних складських запасів для критичних ситуацій [20, с.148].

Проте, варто наголосити, що не всі стратегії однаково ефективні в різних умовах. Наприклад, цифровізація добре працює при короткострокових кризах (як-от пандемія), але не може швидко розв'язати проблеми фізичної блокади маршрутів (як у випадку війни).

Однією з ключових стратегій є диверсифікація маршрутів і постачальників. У кризових умовах залежність від єдиного маршруту або виробника призводить до перебоїв у постачанні, що може мати негативні економічні наслідки.

Під час пандемії значні труднощі виникли через закриття китайських заводів, що спричинило глобальний дефіцит товарів. Компанії, які мали альтернативних постачальників у Південно-Східній Азії, Європі чи Латинській Америці, змогли швидше відновити логістичні процеси. Навпаки, підприємства, які залишалися залежними від традиційного, зіткнулися з затримками у постачанні компонентів, що спричинило збої у виробництві автомобілів, електроніки та інших товарів. Подібна ситуація спостерігалася і під час блокування Суецького каналу у 2021 році: компанії, які мали альтернативні маршрути залізничного сполучення між Китаєм і Європою, змогли уникнути значних затримок, тоді як підприємства, які поклалися виключно на морський транспорт, зазнали серйозних збитків [44].

Мультимодальні перевезення також відіграють важливу роль у кризових ситуаціях. Поєднання різних видів транспорту дає можливість швидше реагувати на зміни та мінімізувати залежність від конкретного маршруту. Під час війни в Україні заблоковані морські порти змусили підприємства використовувати комбіновані маршрути через Польщу, Румунію та країни Балтії, що дозволило частково компенсувати втрати, проте виникли нові труднощі, зокрема через

різницю у ширині залізничної колії між Україною та ЄС, що ускладнило транзит вантажів [7.]. Водночас компанії, що адаптувалися до нових умов, використовуючи комбінацію залізничного, автомобільного та річкового транспорту, змогли підтримати експорт і стабілізувати логістичні ланцюги.

Цифровізація логістики та впровадження технологій прогнозування попиту дозволяють швидше реагувати на зміни ринку та уникати хаотичного управління запасами. Під час пандемії великі торговельні компанії, такі як Walmart та Amazon, активно використовували алгоритми штучного інтелекту для прогнозування попиту та оптимізації маршрутів [35].

Ще одним важливим аспектом антикризового управління є стратегічне управління запасами. До пандемії більшість компаній використовували модель Just-in-Time, яка передбачає мінімальні запаси та розрахунок на безперебійність поставок. Проте ця модель виявилася вразливою у кризових умовах, коли логістичні затримки призводили до зупинки виробничих процесів. Як відповідь на ці виклики багато компаній перейшли на модель Just-in-Case, що передбачає формування резервних запасів для критично важливих компонентів. Наприклад, Tesla закупила великі партії мікрочипів, що дозволило їй уникнути перебоїв у виробництві, тоді як конкуренти зіткнулися з серйозними затримками [**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**].

Адаптація виробничих процесів до нових умов є ще одним важливим аспектом управління логістикою в кризовий період. Під час пандемії багато підприємств переорієнтували свої виробничі потужності на випуск медичних товарів, що дозволило їм підтримати економічну активність і водночас задовольнити зростаючий попит на засоби індивідуального захисту та антисептики.

Аналіз ефективності антикризових стратегій показує, що найкращих результатів досягають компанії, які використовують комплексний підхід до управління логістичними ризиками. Компанії, що одночасно впроваджували диверсифікацію маршрутів, мультимодальні перевезення, цифрові технології та стратегічне управління запасами, змогли зменшити вплив кризи та швидше

відновити нормальне функціонування логістичних ланцюгів. Водночас ті підприємства, які не передбачали можливих ризиків і не мали запасних маршрутів або резервних складів, зазнали найбільших збитків і довготривалих проблем із постачанням.

Дослідження [54] аналізує взаємозв'язок між геополітичними потрясіннями (GD) та інноваційною спроможністю логістичних ланцюгів, зокрема через призму стилів управління в ланцюгах постачання. Геополітичні потрясіння суттєво впливають на логістичні процеси, створюючи ризики для стабільності поставок, збільшення витрат та ускладнення транспортних операцій. Військові конфлікти, торгові війни, санкції та політична нестабільність призводять до порушень у ланцюгах постачання, що змушує компанії шукати нові логістичні рішення та впроваджувати інновації. Дослідження показало, що успішне подолання таких викликів значною мірою залежить від стилю керівництва в управлінні ланцюгами поставок.

Автори дослідження виявили, що керівники, які використовують жорстку централізацію, суворий контроль і мінімальну автономію підлеглих, не сприяють адаптації до криз. Такий стиль управління може бути ефективним у стабільних умовах, але під час геополітичних потрясінь він обмежує гнучкість і можливість швидкого прийняття рішень. Останні події, такі як війна в Україні, Brexit та торгові конфлікти між США і Китаєм, призвели до збільшення вартості перевезень, дефіциту товарів та збоїв у логістичних мережах. Лідери, які швидко приймають рішення, мобілізують ресурси та координують роботу різних підрозділів, дозволяють компаніям зменшити вплив потрясінь. Наприклад, у перші місяці війни багато компаній, що імпортували продукцію через Чорне море, швидко переорієнтували постачання на альтернативні маршрути, використовуючи залізницю та автотранспорт.

Отже, по-перше, компаніям необхідно розширювати джерела постачання та використовувати гнучкі логістичні моделі. Автоматизація та цифровізація допоможуть мінімізувати затримки та підвищити ефективність перевезень. У період криз керівники повинні швидко реагувати, залучати співробітників до

прийняття рішень і впроваджувати інновації для забезпечення стабільності логістичних операцій.

Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості України зазначають, що інновації в логістиці відіграють критичну роль у модернізації ланцюгів постачання та оптимізації промислових процесів[13].

Основні тренди включають управління ланцюгами поставок у реальному часі (SCV) з використанням IoT, що забезпечує прозорість та оптимізацію маршрутів. Зростає роль штучного інтелекту (AI) у плануванні логістики, автоматизації складів і транспортуванні. Роботизація складських операцій підвищує продуктивність, а цифрові двійники дозволяють моделювати процеси для покращення логістичних рішень. Нові бізнес-моделі, включаючи цифрових експедиторів і економіку спільного використання, змінюють ринок, що підтверджує успіх таких компаній, як Uber Freight і Amazon Flex[13].

Впровадження нових технологій у транспортно-логістичну галузь є критичним фактором для забезпечення стабільності ланцюгів постачання, особливо в умовах кризових ситуацій. Диджиталізація та автоматизація процесів дозволяють мінімізувати ризики, скорочувати витрати та підвищувати ефективність перевезень.

До ключових технологічних рішень, які вже активно використовуються у галузі, належать [32] :

- Системи управління перевезеннями (TMS) – автоматизують оптимізацію маршрутів і вибір перевізників;
- Біржі вантажів – прискорюють пошук перевізників та підвищують безпеку угод;
- Калькулятори маршрутів – розраховують найефективніші варіанти транспортування;
- Системи ERP – автоматизують управління ресурсами компанії;
- Технології, які дозволяють у реальному часі відстежувати стан транспорту та вантажу;

Попри очевидні переваги, існують побоювання щодо впровадження нових технологій у логістиці. Деякі компанії вважають, що їхній бізнес ефективно працює і без цифрових рішень. Однак практика показує, що підприємства, які відмовляються від автоматизації, поступово втрачають конкурентоспроможність, оскільки традиційні методи управління не дозволяють швидко реагувати на зміни ринку. Таким чином, антикризове управління логістичними процесами вимагає поєднання кількох стратегій, що дозволяють мінімізувати ризики та підвищити гнучкість у реагуванні на кризові ситуації.

Висновки до розділу 1

На основі проведеного теоретичного аналізу наукової літератури, нормативних документів, сучасних досліджень і статистичних даних сформульовано такі висновки:

1) у результаті систематизації понятійного апарату встановлено, що логістичні ланцюги - це складні організаційно-економічні структури, які забезпечують рух матеріальних, інформаційних і фінансових потоків від первинного постачальника до кінцевого споживача. Вони виконують не лише транспортну функцію, але й функцію оптимізації ресурсів, часу, витрат та створення доданої вартості у національній економіці;

2) роль логістичних ланцюгів в економіці України не обмежується сервісним обслуговуванням виробництва. Вони виступають ключовим інструментом державної логістичної політики, інфраструктурної модернізації, забезпечення продовольчої, військової та гуманітарної безпеки, особливо в умовах воєнного стану;

3) встановлено, що структура логістичного ланцюга охоплює такі компоненти: матеріальні потоки, інформаційні потоки, управлінські рішення, логістичну інфраструктуру, транспортно-складські ланки, а також стратегії і методи управління; на кожному етапі реалізуються ключові логістичні функції: закупівля, зберігання, транспортування, розподіл, переробка;

4) на основі теорії логістичних систем визначено, що ефективність логістичних ланцюгів визначається за такими критеріями: швидкість обігу ресурсів, гнучкість, адаптивність, вартісна оптимізація, цифровізація управління, інтегрованість у глобальні логістичні мережі;

5) розкрито вплив зовнішніх факторів на функціонування логістичних ланцюгів, зокрема таких як: війна, енергетична криза, санкційна політика, блокада портів, інфраструктурні втрати. Теоретично обґрунтовано, що зовнішні фактори мають системний ефект, трансформуючи весь ланцюг постачання, від географії маршрутів до методів планування;

6) доведено, що війна виступає критичним тригером перебудови логістичних ланцюгів. Згідно з теорією логістичної адаптивності, система має реагувати шляхом швидкої перебудови маршрутів, нарощування локальної інфраструктури, підвищення цифрової прозорості та стійкості до ризиків;

7) проаналізовано наукові підходи до впровадження енергоефективних технологій у логістиці, згідно з якими енергоефективна логістика базується на використанні ВДЕ, впровадженні smart-технологій, цифрових енергоаудитів, автоматизації складів, що дозволяє мінімізувати екологічний слід і підвищити конкурентоспроможність у воєнний період;

8) розкрито зміст теорії логістичної резильєнтності, яка передбачає здатність логістичної системи швидко відновлюватися після шоків (війна, блокади, руйнування); у цьому контексті акцент зроблено на важливості публічно-приватного партнерства, волонтерської логістики, цифрових хабів і логістичних кластерів;

9) теоретично доведено, що логістичні ланцюги є індикаторами макроекономічної стабільності, оскільки порушення їхньої безперервності одразу впливає на: експортні можливості, надходження до бюджету, забезпечення населення товарами першої необхідності, функціонування промислових кластерів і торгівлю з ЄС;

Підсумовуючи, логістичні ланцюги в сучасній теорії розглядаються як система критичної інфраструктури держави, а не лише бізнес-інструмент; теоретична база вимагає доповнення категоріями «енергологістика», «військова логістика», «гуманітарна логістика», «цифрова резильєнтність», які стали ключовими в умовах. Без повної модернізації логістичної системи, включаючи інновації, енергоефективність, цифровізацію, інтеграцію у європейські мережі, експортний потенціал України залишатиметься обмеженим, а ризики порушення ланцюгів є високими.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗМІН ЛОГІСТИКИ НА ЕКСПОРТНІ МОЖЛИВОСТІ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙНИ

2.1. Методологічна база дослідження змін у логістичних ланцюгах України під час війни

Під час повномасштабної війни в Україні логістика зазнала суттєвих змін були зруйновані порти, перекриті ключові маршрути, підвищилася вартість доставки, а також зменшилася пропускна здатність багатьох транспортних вузлів. Методологічна база даного дослідження сформована з урахуванням комплексного характеру логістики як сфери, що поєднує економічні, інфраструктурні, транспортні, правові та зовнішньополітичні аспекти.

Основною метою є виявлення зв'язку між трансформаціями логістичних маршрутів і показниками зовнішньої торгівлі України, зокрема експортними можливостями.

У дослідженні застосовано такі методи: описовий метод, щоб показати, як виглядала логістична система України до війни і що з нею сталося після 2022 року; порівняльний аналіз, щоб порівняти питомі ваги різних видів транспорту, вантажообіг і доступність маршрутів у різні роки; статистичний аналіз, щоб працювати з числовими даними (наприклад, динаміка перевезень, зміни в обсягах експорту); економетричне моделювання, щоб перевірити, чи дійсно є зв'язок між змінами в логістиці та експортом, і якщо є, то наскільки він сильний; картографічний аналіз, щоб візуально показати зміни маршрутів та портової інфраструктури; SWOT-аналіз, щоб коротко оцінити внутрішні і зовнішні чинники, що впливають на логістику в умовах війни; PEST-аналіз, щоб подивитися на логістику в ширшому контексті (політика, економіка, технології тощо).

Джерелами емпіричних даних у роботі виступають. Державна служба статистики України, Міністерство інфраструктури України, Міністерство аграрної політики та продовольства, Укрзалізниця, а також міжнародні відкриті бази даних (UN Comtrade, World Bank, Eurostat). Крім того, було проаналізовано галузеві звіти міжнародних і українських організацій, зокрема McKinsey, BCG та PwC вони допомагають подивитися на українську ситуацію в глобальному контексті. Окремо слід згадати дані з логістичної інфраструктури - це звіти Укрзалізниці, Адміністрації морських портів України, а також матеріали на сайтах Мінінфраструктури і профільних транспортних платформ.

Вибір зазначених методів зумовлений необхідністю не лише зафіксувати факт змін у логістичних ланцюгах, але й кількісно оцінити їх вплив на експортну спроможність держави. Поєднання кількісного та якісного аналізу дозволяє досягти високого ступеня достовірності та релевантності висновків, що відповідає вимогам сучасного наукового дослідження з питань логістики та міжнародної торгівлі в умовах кризового менеджменту.

2.2. Огляд та характеристика змін у логістичних ланцюгах України під час війни

Українська логістика зіткнулася з масштабними викликами: втрата доступу до портів Чорного моря, закриття повітряного простору, пошкодження залізничних і автомобільних шляхів, а також обмеження на перетин кордону. Водночас саме ці обставини дали поштовх до переорієнтації потоків на західні кордони та активного впровадження цифрових рішень і мультимодальних перевезень.

Як свідчать дані на рис. 2.1, у 2018 році в структурі перевезення вантажів в Україні переважав автомобільний транспорт із питомою вагою 73,37%, тоді як залізничний транспорт займав 19,62%. Натомість частка трубопровідного сектора становила 6,66%, а внутрішнього водного, лише 0,23%; морський та

авіаційний сегменти були зовсім незначними (0,11% і 0,01% відповідно). Такий розподіл свідчить про високий рівень залежності від автомобільних перевезень ще до початку повномасштабного воєнного конфлікту.

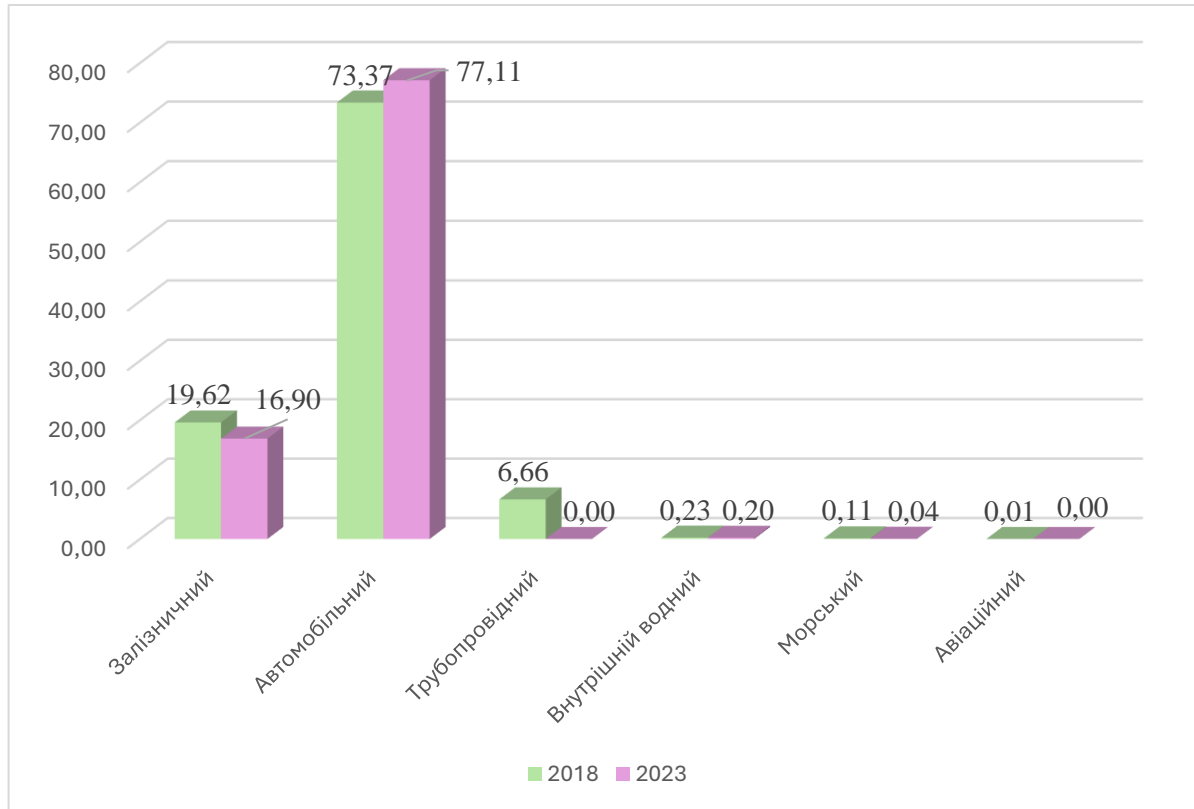


Рисунок 2.1. Питома вага окремих видів транспорту в перевезенні вантажів в Україні у 2018 та 2023 році [47]

Ситуація станом на 2023 рік демонструє подальше посилення позицій автомобільного транспорту (зростання до 77,11%). Водночас помітне зниження питомої ваги залізничних перевезень (до 16,90%) може бути спричинене ускладненим доступом до низки ключових залізничних напрямків у зоні бойових дій, а також пошкодженням інфраструктури. Дані щодо трубопровідного та авіаційного видів транспорту у 2023 році виявилися неповними (к/с) і це відображає масштаб втрат чи зупинки їх експлуатації на деяких ділянках унаслідок бойових дій.

Питома вага морських перевезень зазнала ще більшого скорочення (до 0,04%), що насамперед пов'язано з блокуванням або знищенням портів у

південних регіонах.

Загальну картину можна простежити за рис. 2.2, де показано динаміку вантажообігу за всіма видами транспорту в Україні впродовж 2018-2023 років. Якщо у 2018-2019 роках вантажообіг коливався в діапазоні 355-361 млрд ткм, то в 2020-2021 роках, на тлі пандемії та початкових економічних спадів, цей показник зменшився з 313,2 до 304,7 млрд ткм.

Найбільш критичне падіння відбулося у 2022-2023 роках (до 182,4 та 179,8 млрд ткм відповідно), що чітко корелює з початком та триванням повномасштабної війни, блокуванням логістичних маршрутів та руйнуванням транспортної інфраструктури.

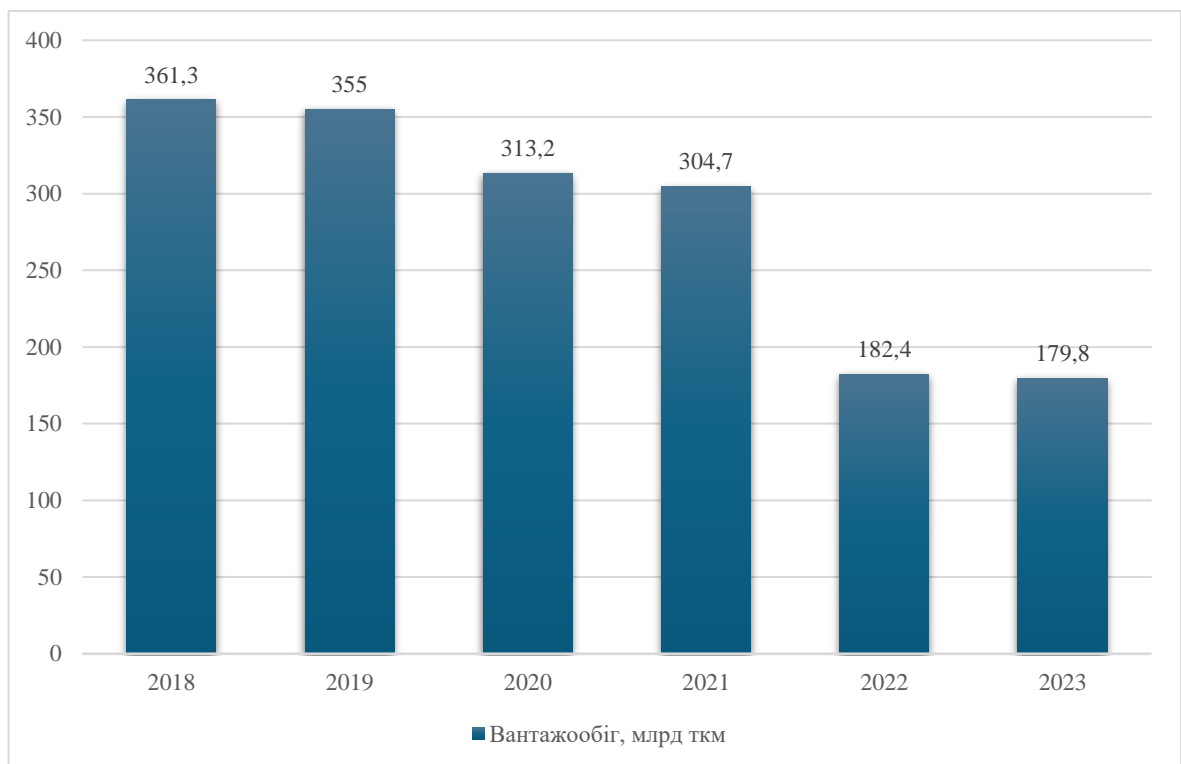


Рисунок 2.2. Динаміка вантажообігу за всіма видами транспорту в Україні (2018-2023 рр.) [Помилка! Джерело посилання не знайдено.]

Таким чином, у 2018 році логістична сфера України й без того мала значний перекис у бік автомобільного транспорту, а до 2023 року цей дисбаланс тільки посилювався. Залізнична, морська та авіаційна інфраструктура зазнали найбільшого удару в умовах бойових дій, що й зумовило зниження питомої ваги

цих видів транспорту. Усе це негативно відбилося на обсягах вантажообігу країни загалом, адже неможливість повноцінно використовувати порти та залізницю призводить до зменшення пропозиції логістичних послуг і, відповідно, до скорочення експортного потенціалу держави.

Як свідчать дані табл. 2.1, за період з 2017 до 2023 року пропуск вантажного автомобільного транспорту через державний кордон України зазнав відчутних коливань. Загальний обсяг перетину кордону зростав до 2021 року (понад 2,53 млн одиниць транспорту), проте у 2022 році показник скоротився до 2,12 млн, а у 2023-му частково відновився (2,32 млн). Найбільше зростання зафіксовано в напрямі Польщі: з 929,9 тис. одиниць у 2021 році до 1,125 млн у 2023 році, що свідчить про переорієнтацію вантажопотоків на західні кордони. Аналогічно збільшилися обсяги пропуску на румунському напрямі (з 195,4 тис. у 2021 р. до 430,1 тис. у 2023 р.), тоді як російський та білоруський напрямі від 2022 року фактично припинили функціонування (позначено як «—»). Показники на словацькому та угорському напрямках зросли, але не настільки різко, що може пояснюватися обмеженою пропускнуою здатністю пропускних пунктів і певними логістичними перепонами. Також звертає на себе увагу суттєве падіння морського автомобільного сполучення (до повної відсутності даних у 2023 році), що відображає загальну кризу портової інфраструктури внаслідок воєнних дій.

Таблиця 2.1

**Пропуск вантажного автомобільного транспорту через кордон
України за напрямками, 2017-2023 рр., одиниць транспорту [47]**

Напрямок кордону	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Усього	2 384 274	2 368 507	2 271 472	2 534 363	2 121 886	2 324 791
польська	758 561	790 532	813 175	929 902	1 046 598	1 125 852
словацька	109 851	94 232	86 431	84 067	90 719	113 272
угорська	170 539	172 243	165 431	174 865	179 775	197 390
румунська	193 152	175 958	172 223	195 406	368 757	430 111
молдовська	427 909	427 760	365 456	416 397	306 272	335 950
російська	357 122	324 863	266 237	217 321	23 631	—
білоруська	319 638	335 783	363 885	373 220	45 942	—
морська	47 520	47 136	46 034	89 436	12 470	—

Окрім масштабних втрат у морській та авіаційній логістиці, серйозною проблемою для України у 2023-2024 роках стали блокування сухопутних маршрутів через кордон з країнами ЄС, зокрема Польщею та Словаччиною. У листопаді 2023 року словацькі перевізники розпочали блокування пункту пропуску «Вишне-Немецке», що суміжний із українським «Ужгородом», через невдоволення транспортним безвізом для України. Уже в перші години акції на в'їзд до України чекали близько 300 вантажівок. Одночасно відбувалося масове блокування з боку польських аграріїв та перевізників, яке охопило пункти «Краківець-Корчова», «Шегині-Медика», «Ягодин-Дорогуськ», «Рава-Руська», перетворивши західний напрям на логістичну пастку. Наприклад, у лютому 2024 року на КПП «Краківець» очікувало понад 1700 фур, а загалом на польській стороні до 2600 вантажівок. Основною вимогою протестувальників було повернення системи дозволів на перевезення для українських водіїв, адже польські компанії вважають себе неконкурентоспроможними в нових умовах. Ці дії фактично паралізували головний сухопутний канал експорту українських товарів, створили багатоденні затримки, економічні втрати для аграріїв, виробників і логістичних компаній. Водночас, блокування не зачіпало автобуси та легковий транспорт, але для вантажного експорту це стало критичним ударом, особливо з огляду на втрату морських портів. Українська сторона була змушена створити штаби допомоги заблокованим водіям, забезпечити їх їжею, водою та паливом. Експерти також зазначають, що до ініціатив протестів можуть бути дотичні зовнішні гравці, зокрема РФ, яка зацікавлена в дестабілізації європейської підтримки України [6,36].

Ці події ще раз підтвердили, що навіть альтернативні західні маршрути залишаються вразливими, а логістична стабільність України напряму залежить не лише від інфраструктури, а й від політичної солідарності країн-сусідів та ефективності комунікації з ЄС.

Згідно з табл. 2.2, авіаційний пасажирський і вантажний транспорт продемонстрував різку зміну після 2019 року. Якщо у 2018-2019 роках пасажирські перевезення авіаційним транспортом коливалися в межах 145-160

тис. одиниць, то у 2020 році (на тлі пандемії) цей показник упав більш ніж удвічі (до 68,5 тис.). У 2021 році спостерігалось певне відновлення (114,9 тис.), але з початком повномасштабних бойових дій 2022 року пасажиропотік скоротився до 15,5 тис. одиниць, а у 2023 році майже зійшов нанівець (120 одиниць). Вантажна авіа, хоча й зросла в 2020–2021 роках (від 3,45 тис. до 4,51 тис.), проте у 2022–2023 роках також різко впала (з 676 до 16 одиниць). Це свідчить про суттєві обмеження у повітряному просторі, пов'язані з воєнними ризиками та закриттям більшості аеропортів.

Таблиця 2.2

Пропуск авіаційного пасажирського та вантажного транспорту через державний кордон України, 2018-2023 рр., одиниць транспорту[47]

Вид транспорту	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Пасажирський	145 823	160 085	68 548	114 981	15 551	120
Вантажний	1 873	1 907	3 453	4 506	676	16

Ситуація з водним транспортом (див. табл. 2.3) є доволі неоднорідною. Пасажирські перевезення морським транспортом, які й без того були незначними, знизилися з 1173 одиниць у 2018 році до всього 4 одиниць у 2023-му. Водночас у сегменті вантажного водного транспорту прослідковується навіть певне зростання (з 21,8 тис. до 34,0 тис. одиниць), значною мірою завдяки розвитку Дунайських портів та переорієнтації експортно-імпортних потоків на річкові маршрути. Зокрема, у рядку «румунська» (тобто пропуск через румунську ділянку Дунаю) показники за останні три роки засвідчують перенаправлення суден на альтернативний водний шлях, що слугує компенсацією за блокування більшості морських портів у південних регіонах.

Таблиця 2.3

Пропуск водного вантажного транспорту через державний кордон України, 2018–2023 рр., одиниць транспорту[47]

Вид транспорту	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Вантажний	21855	25591	22892	27300	27882	34084
у тому числі:						
румунська	–	–	1170	4766	6588	6512
білоруська	–	–	–	–	–	–

Отже, дані з табл. 2.1-2.3 підтверджують стрімку переорієнтацію сухопутного вантажопотоку на західні кордони (насамперед Польщу та Румунію) і кардинальне скорочення авіаційних перевезень. При цьому водний напрям продовжує відігравати роль «рятівного коридору», особливо через Дунай, попри загальне падіння пропускної спроможності морських шляхів. Усе це вказує на нові логістичні реалії, що сформувалися під тиском бойових дій і блокади портів, і прямо впливають на можливості України щодо експорту важливих товарів і забезпечення стабільного транспортного сполучення.

Гузь В. зазначає, що 2024 рік став переломним для контейнерного сегменту логістики України. На фоні повномасштабної війни галузь зазнала істотних змін, які визначили нову логіку перевезень[9].

Серед ключових викликів:

1. руйнування портової інфраструктури, регулярні обстріли, блокування портів у південному регіоні;
2. повна зупинка контейнерних перевезень через Дунай у 2024 році, попри їх активне використання у 2022-2023 роках;
3. дефіцит страховок на перевезення в умовах воєнних ризиків, що почав вирішуватись лише з літа 2024 року - дозволили страхування в порту з лімітами до 100 тис. євро, середній тариф склав 1,25%.

Поряд із труднощами, з'явилися і ключові зрушення:

- Відновлення контейнерного сполучення в портах Великої Одеси;
- Запуск прямих ліній компаніями MAERSK (хаб Порт-Саїд) та CMA (Бруклін) сигнал про зростання довіри глобальних операторів;
- Використання електронних систем управління вантажами та AI-рішень для оптимізації процесів;
- Зрушення в бік інтеграції з ЄС - гармонізація процедур, спрощення транзиту, поступ до логістичних кластерів і міждержавної інфраструктури.

Незважаючи на втрати, ринок контейнерних перевезень у 2024 році сягнув третини довоєнного рівня, що на фоні умов війни є позитивним сигналом. Окремо варто згадати перехід зернових трейдерів із контейнерних на балкерні

відвантаження, що дозволяє знизити логістичну вартість через укрупнення партій.

На рис. 2.3 представлена карта основних експортних партнерів України у 2023 році:

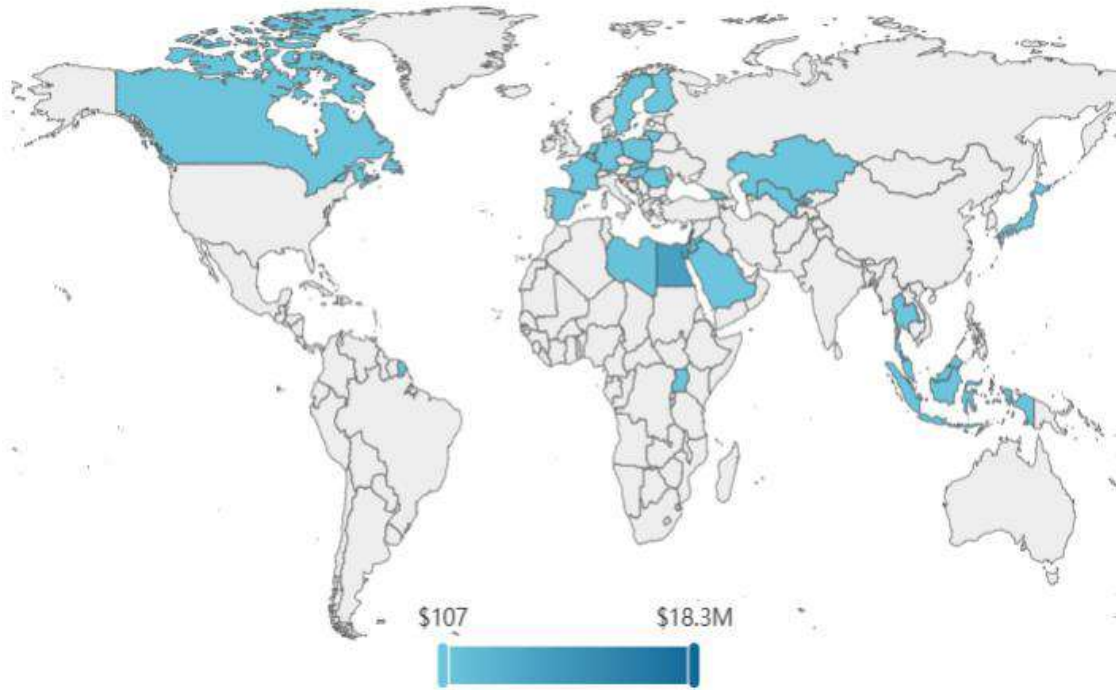


Рисунок. 2.3. Географічна структура експортних партнерів України у 2023 році[Помилка! Джерело посилання не знайдено.]

Як видно з карти, найбільш активні торговельні зв'язки спостерігаються з країнами ЄС (зокрема Польщею, Німеччиною, Італією, Нідерландами), а також із Туреччиною, Китаєм, Індією, Єгиптом, США та Канадою. Особливу увагу привертає зміщення торговельної орієнтації України на західні та південні ринки, що стало особливо помітним після 2022 року. Зокрема, на тлі війни та блокади східного і південного напрямків, спостерігається зростання частки експорту до країн Європи, Близького Сходу та Південно-Східної Азії. Це пояснюється не лише логістичною доступністю цих ринків через альтернативні маршрути (наприклад, Дунайські порти, транзит через Польщу та Румунію), але й політичними домовленостями про спрощення митних процедур та гуманітарні програми. Отже, карта демонструє нову географію експорту України,

сформовану під тиском зовнішніх викликів.

Аналіз структури зовнішньої торгівлі України за 2024 рік дозволяє глибше зрозуміти, яким чином зміни у логістиці вплинули на формування експортно-імпортних зв'язків, а також які саме товарні категорії продовжують формувати зовнішньоекономічний профіль держави.

Як свідчать дані табл. 2.4, основним торговельним партнером України залишається Європейський Союз, на який припадає 59,5% усього експорту та 50,4% імпорту. Це підтверджує загальну тенденцію до активної економічної інтеграції України з європейським ринком, що зумовлена не лише географічною близькістю, але й логістичною доступністю особливо після переорієнтації товарних потоків через західні кордони. При цьому, Китай зберігає друге місце серед партнерів частка експорту становить 10,6%, а імпорту аж 20,3%, що свідчить про глибоку залежність від китайських товарів, насамперед техніки, електроніки, хімії та промислових компонентів.

Значна частка торгівлі також припадає на Туреччину (5,5% експорту, 6,0% імпорту), Єгипет (4,4% експорту), Індію, США та Велику Британію, що підтверджує активне функціонування морських та річкових маршрутів, зокрема через Дунайські порти. Варто відзначити також скорочення частки країн СНД, зокрема в імпорті лише 1,3%, що свідчить про розрив більшості економічних зв'язків із цим регіоном через війну.

Таблиця 2.4

**Географічна структура зовнішньої торгівлі товарами України у 2024 році,
% [12]**

Країна / регіон	Експорт товарів, %	Імпорт товарів, %
Європейський Союз	59,5	50,4
Китай	10,6	20,3
Туреччина	5,5	6,0
СНД	4,9	1,3
Єгипет	4,4	—
Індія	2,7	4,1
США	2,3	4,0
Велика Британія	1,5	3,1
Інші країни	8,6	10,8

Таким чином, географічна структура експорту демонструє виражену переорієнтацію на безпечні та доступні логістичні напрямки, головним чином через західні кордони та альтернативні морські канали.

Щодо товарної структури зовнішньої торгівлі (див. табл. 2.5), основну частину експорту 59,2% становлять продовольчі товари та сільськогосподарська продукція. Це традиційно сильна сторона українського експорту, яка зберіглася навіть у складних умовах, завдяки адаптації логістичних маршрутів (залізниця, річковий транспорт, логістичні хаби в Польщі, Румунії тощо). На другому місці: метали та вироби з них (8,9%), а також машини, устаткування та транспорт (7,7%).

Імпортна структура виглядає інакше: найбільшу частку займають мінеральні продукти (16,6%), хімічна продукція (16,4%), паливно-енергетичні товари (13,2%), а також машини й устаткування (13,1%).

Загалом, товарна структура експорту й імпорту демонструє асиметрію: Україна вивозить переважно сировину та продукти агросектору, а імпортує продукцію з високим рівнем обробки. При цьому ключові експортні позиції суттєво залежать від функціонування логістичних маршрутів, особливо в сільськогосподарському секторі, де порушення транспортування через порти одразу знижує обсяг поставок.

Таблиця 2.5

**Товарна структура зовнішньої торгівлі України товарами у 2024 році,
%[12]**

Категорія товарів	Експорт, %	Імпорт, %
Продовольчі товари та сільськогосподарська продукція	59,2	10,8
Мінеральні продукти	7,6	16,6
Паливно-енергетичні товари	2,9	13,2
Продукція хімічної промисловості, каучук	4,1	16,4
Деревина та целюлозно-паперові вироби	1,8	4,0
Текстиль, текстильні вироби, взуття	0,8	5,5
Метали та вироби з них	8,9	5,3
Машини, устаткування та транспорт	7,7	13,1
Інші товари	7,0	15,1

Отже, аналіз географічної та товарної структури зовнішньої торгівлі за 2024 рік чітко показує, що зміни в логістиці напряму впливають не лише на обсяги, а й на напрямки та товарні пріоритети українського експорту й імпорту. Це підкріплює необхідність адаптації логістичної інфраструктури до нових умов та посилення співпраці з партнерами, до яких Україна має стабільний доступ навіть під час війни.

SWOT-аналіз (табл. 2.6) показує реальні виклики та резерви логістичної системи України в умовах війни.

Таблиця 2.6.

SWOT-аналіз логістичної системи України в умовах війни

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ol style="list-style-type: none"> Гнучка реакція логістичного бізнесу на кризу: швидке перепрофілювання маршрутів (залізниця, Дунай, авто); Високий рівень співпраці з європейськими країнами спрощення процедур на кордоні, логістичні хаби в Польщі, Румунії, Словаччині; Активна міжнародна допомога техніка, вагони, інвестиції в портову інфраструктуру; Досвід екстреної координації державного і приватного сектору в умовах війни (зернова ініціатива, логістика гумдопомоги). 	<ol style="list-style-type: none"> Руйнування логістичної інфраструктури знищено понад 400 мостів, пошкоджено десятки логістичних складів, зруйновано дороги та вузли; Блокування морських портів: повна втрата Маріуполя, Бердянська, часткове обмеження Одеси; Залежність від єдиного напрямку (Захід), перевантаження пунктів пропуску; Нестача рухомого складу та спеціалізованої техніки (зерновози, рефрижератори); Зростання логістичних витрат на 60-150% порівняно з довоєнними роками.
Можливості	Загрози
<ol style="list-style-type: none"> Розвиток мультимодальної логістики: поєднання річкового (Дунай), залізничного та автомобільного транспорту для заміни морських перевезень; Інтеграція до системи TEN-T (транс'європейська транспортна мережа) доступ до фінансування ЄС; Цифровізація митниці та логістики eЧерга, автоматизація обробки документів; Розвиток внутрішніх логістичних хабів Тернопіль, Львів, Ужгород, Рені, Ізмаїл; Участь міжнародних партнерів у модернізації портів, колії, складів. 	<ol style="list-style-type: none"> Ризик повторного блокування чорноморських маршрутів (відсутність гарантій від РФ); Обмежена пропускна здатність західних кордонів: довгі черги, нестача інфраструктури; Висока конкуренція за ринки експорту з боку інших країн (наприклад, Бразилія, Росія, Туреччина); Ризик залежності від допомоги партнерів відсутність автономної логістичної стратегії; Висока вартість доставки у порівнянні з довоєнним періодом робить частину продукції неконкурентною.

До сильних сторін належать адаптивність ринку, тісна співпраця з ЄС і здатність швидко реагувати на загрози (зернова ініціатива, координація гуманітарних перевезень). Водночас слабкі сторони мають чітко інфраструктурний характер: знищення доріг, портів, складів, перевантаження західного кордону, дефіцит техніки та стрімке подорожчання доставки.

У 2023-2024 роках Україна отримала унікальну можливість змінити логістичну систему з морсько-орієнтованої на мультимодальну, з фокусом на річкову (Дунай), авто- і залізничну інфраструктуру. Це відкриває доступ до фінансування ЄС, спрощення митного регулювання та підвищення прозорості завдяки цифровим рішенням.

Проте загрози залишаються критичними: логістика прив'язана до геополітичного ризику, зберігається потенціал повторного зриву морського експорту, а внутрішні ресурси часто не покривають потреб галузі. Це потребує стратегічного планування, довгострокових інвестицій і зміцнення національної логістичної автономії.

PEST-аналіз (табл. 2.7) демонструє, що логістична система України функціонує під тиском політичної нестабільності та воєнних дій, але водночас має реальні точки росту завдяки міжнародній підтримці, цифровим рішенням і внутрішній адаптивності бізнесу. Найбільший тиск чинять економічні фактори здорожчання, падіння активності, нестача кадрів, однак технологічні можливості, зокрема цифровізація і автоматизація, відкривають нові перспективи.

Таблиця 2.7.

PEST-аналіз логістичної системи України в умовах війни

Політичні фактори	Економічні фактори
1. Продовження війни, тимчасова окупація територій, руйнування інфраструктури; 2. Поглиблення інтеграції з ЄС: логістика як частина транспортної мережі TEN-T; 3. Реалізація державних програм відновлення (дороги, мости, хаби); 4. Державна підтримка експорту та модернізації логістики;	1. Спад ВВП та загальне зниження ділової активності; 2. Зростання вартості логістики через обмеження маршрутів і високі ціни на паливо; 3. Девальвація гривні, удорожчання імпортованих логістичних ресурсів; 4. Вплив трудової міграції на дефіцит персоналу у галузі транспорту й складів;

5. Антикорупційні виклики у сфері тендерів та держконтрактів.	5. Актуальність агроекспорту та продовольчих коридорів як драйверів логістики.
Соціальні фактори	Технологічні фактори
<ol style="list-style-type: none"> 1. Переміщення населення, ріст внутрішньої логістики для ВПО, гуманітарних вантажів; 2. Відтік фахівців за кордон і потреба в адаптації молодих кадрів; 3. Соціальний запит на швидку доставку, гуманітарну логістику, електронну комерцію; 4. Нерівномірний доступ до освітніх логістичних програм, нестача фахівців у прикордонних хабах; 5. Попит на прозорість у логістиці, особливо в гуманітарному секторі. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Активна цифровізація логістики — розвиток eЧерги, електронного документообігу, трекінгу; 2. Впровадження автоматизації складів, smart-логістики; 3. Відсутність єдиного державного реєстру логістичних потужностей; 4. Залежність від іноземних IT-рішень для управління ланцюгами постачання; 5. Потреба у впровадженні європейських стандартів логістики та безпеки.

Також соціальні зрушення від ВПО до запиту на прозору логістику формують нові формати попиту, що може трансформувати галузь у довгостроковій перспективі.

Отже, найбільш істотне падіння обсягів перевезень відбулося у морському та авіаційному сегментах через блокування портів, руйнування інфраструктури та закриття повітряного простору. Головними логістичними маршрутами стали сухопутні переходи через Польщу, Румунію, Угорщину та річкові порти на Дунаї (Ізмаїл, Рені), що слугують своєрідною альтернативою заблокованим морським шляхам. Основні втрати полягають у зростанні витрат на перевезення, скороченні експортних поставок та логістичних затримках, особливо в аграрному секторі. Водночас можливості відкриваються в розвитку мультимодальних маршрутів, цифровізації логістики та тіснішій інтеграції з європейською транспортною інфраструктурою.

2.3. Економетричний аналіз зв'язку між змінами у логістичних ланцюгах та експортними можливостями

Було проведено емпіричний аналіз, метою якого є з'ясувати, чи існує статистично значущий зв'язок між змінами в логістичних показниках і рівнем експорту України, особливо в умовах повномасштабної війни. Для аналізу було використано як щомісячні, так і щорічні дані за період з січня 2017 року по березень 2024 року, що дозволяє простежити динаміку до і після початку повномасштабного вторгнення (24 лютого 2022 року), враховуючи загалом 87 місячних та 7 річних спостережень.

У дослідженні використано наступні змінні, що охоплюють як торговельні так і логістичні показники (табл. 2.8):

Таблиця 2.8

Основні показники, використані для економетричного аналізу

Назва змінної	Опис	Одиниця виміру
Monthly_Exports	Обсяг експорту України	млн доларів США
Monthly_Freight_Volume	Обсяг перевезених вантажів	тис. тонн
Road_Network_Length	Довжина автомобільних доріг загального користування	км
Rail_Network_Length	Довжина залізничних колій загального користування	км
Train_Border_Capacity	Пропуск залізничного транспорту через держкордон	одиниць транспорту
Truck_Border_Capacity	Пропуск автомобільного транспорту через держкордон	одиниць транспорту
Truck_Transit_Volume	Транзит вантажного автомобільного транспорту	одиниць транспорту
Cargo_Turnover	Вантажообіг (усіма видами транспорту)	млн тонно-кілометрів (ткм)
Port Transshipment Volume	Обсяг перевалки вантажів у портах	тис. тонн

Джерелами даних виступили: Державна служба статистики України, Міністерство інфраструктури, а також міжнародні платформи: UNCTAD, World Bank та інші. Особливу увагу було приділено періоду після лютого 2022 року,

адже саме тоді логістична система країни зазнала наймасштабніших змін через війну.

Обчислено кореляцію між експортом та логістичними показниками, що дало змогу попередньо оцінити, які саме фактори мають найсильніший вплив (рис. 2.5).

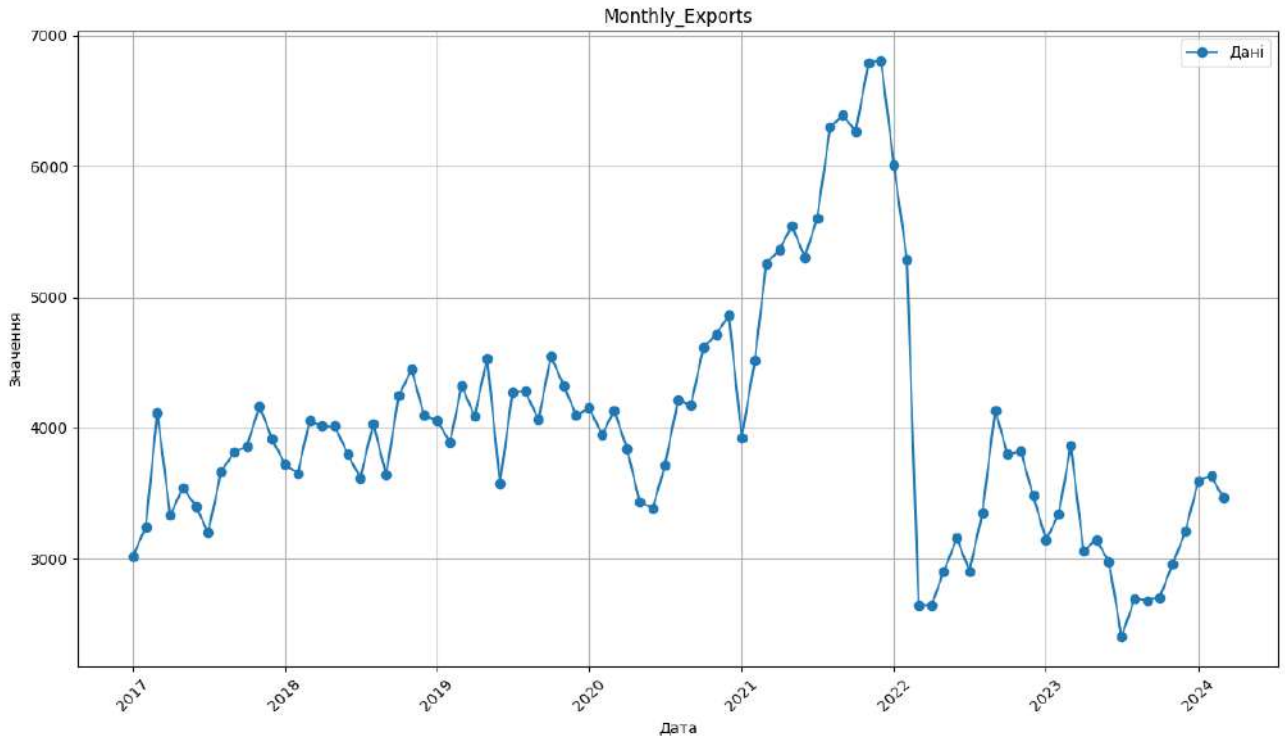


Рисунок 2.5. Експорт України, млн дол США

На цьому етапі спостерігалось, що у 2021 та на початку 2022 року обсяг експорту стрімко зростав, досягнувши пікових значень, однак після початку повномасштабної війни (лютий 2022 року) відбулося різке падіння, яке лише частково відновилося у наступні роки. Відбувся сильний вплив воєнних подій на експортну активність держави.

Рисунок 2.6 ілюструє зміну обсягу перевезених вантажів в Україні у період з 2017 по 2024 р.

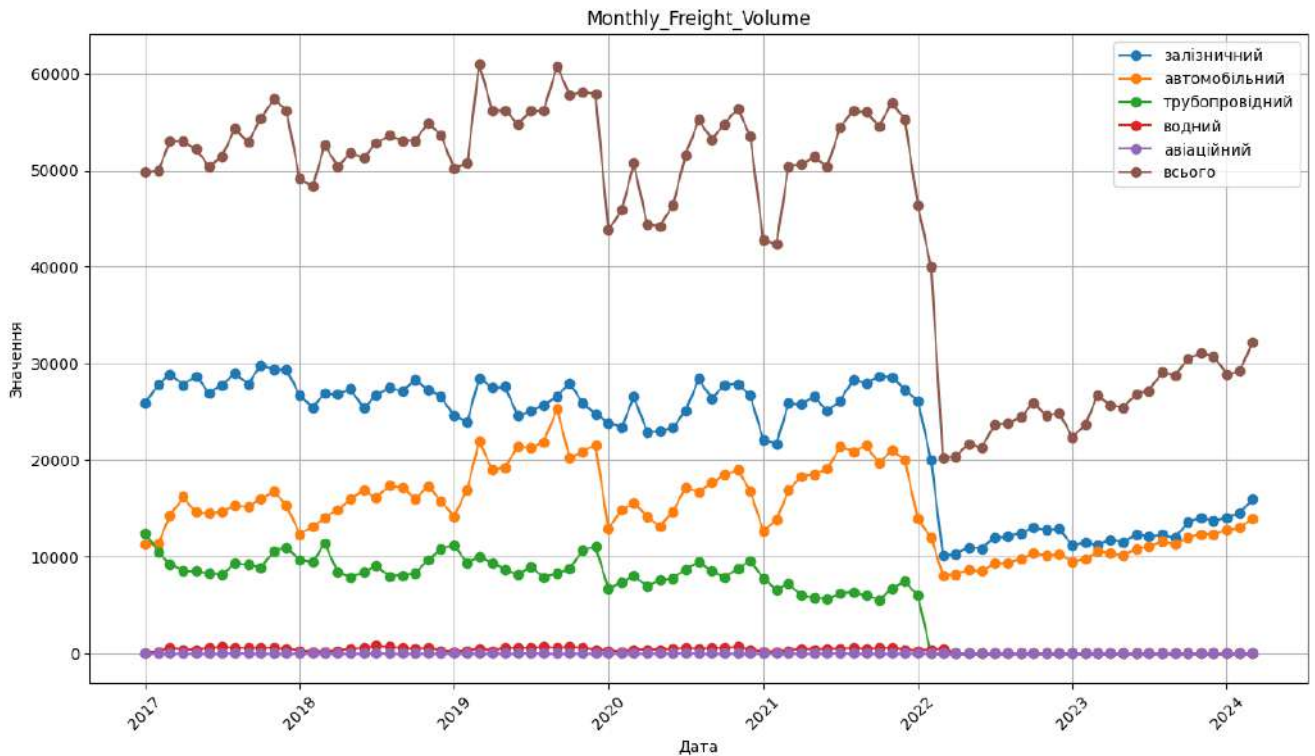


Рисунок 2.6. Обсяг перевезених вантажів, тис Т

У перші роки графік демонструє відносну стабільність, однак починаючи з 2022 року спостерігається різке зниження, що пов'язане з початком повномасштабного вторгнення РФ, видно, що різке зниження загального обсягу припадає на початок 2022 року, саме з початком повномасштабної війни, найбільше постраждали залізничний, автомобільний та трубопровідний сектори.

Рисунок 2.7 відображає зміну довжини автомобільних доріг загального користування в регіонах України у 2017–2023 рр.

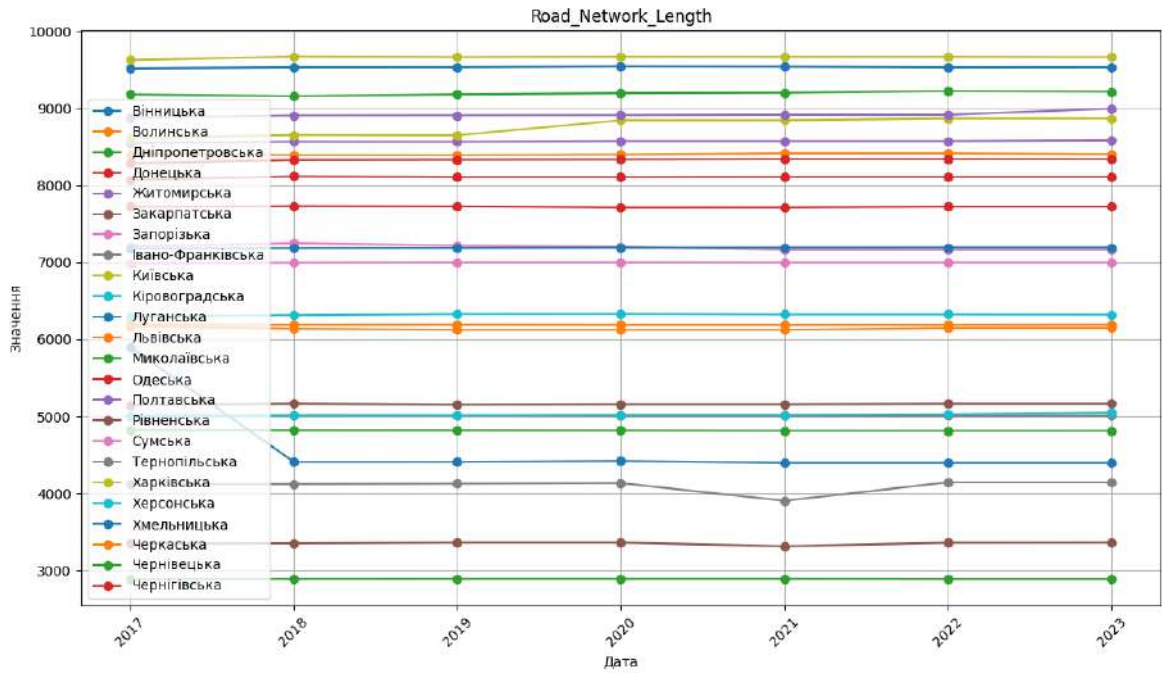


Рисунок 2.7. Довжина автомобільних доріг загального користування, км

Помітно, що у Київській області спостерігається стабільне зростання дорожньої мережі, в Луганській суттєве скорочення, що пов'язано з окупацією; Тернопільська область демонструє незначні коливання, які можуть свідчити про локальні ремонти або уточнення обліку. Рисунок 2.8 ілюструє зміни довжини залізничних колій загального користування по регіонах України у 2017–2023 роках; більшість областей зберегли стабільні показники.

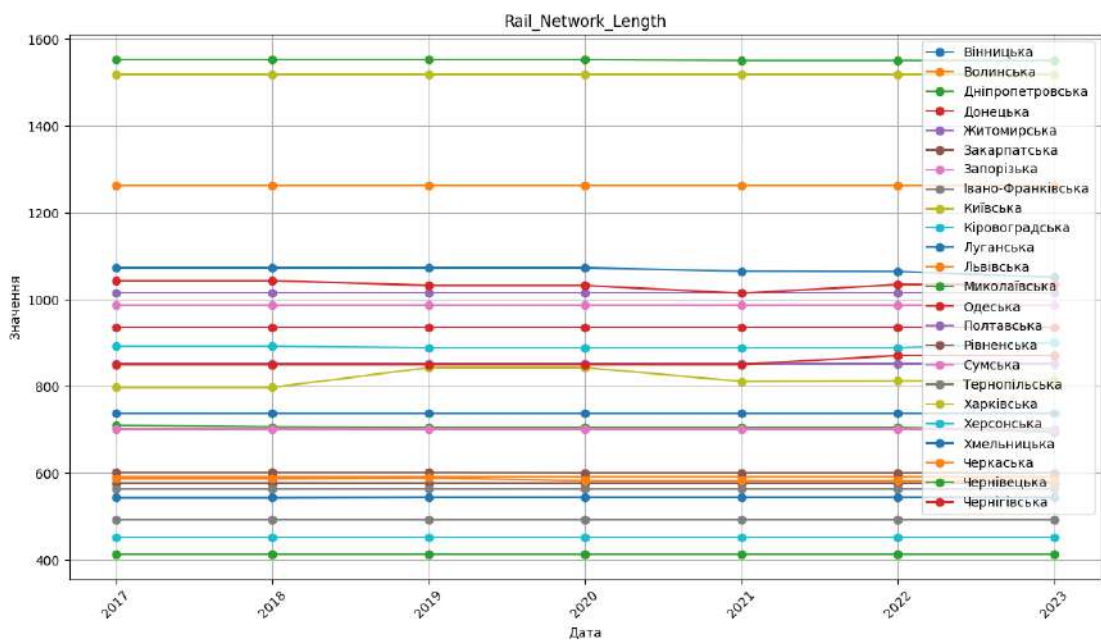


Рисунок 2.8. Довжина залізничних колій загального користування, км

Зміна пропускної спроможності залізничного транспорту через різні напрямки державного кордону України у 2017–2023 рр, після початку повномасштабного вторгнення РФ у 2022 році повністю припинився рух на російському та білоруському напрямках показники впали до нуля; водночас польський, румунський, угорський і словацький напрямки суттєво активізувались, зокрема польський продемонстрував стабільне зростання, що свідчить про переорієнтацію логістичних потоків на захід (рис. 2.9.)

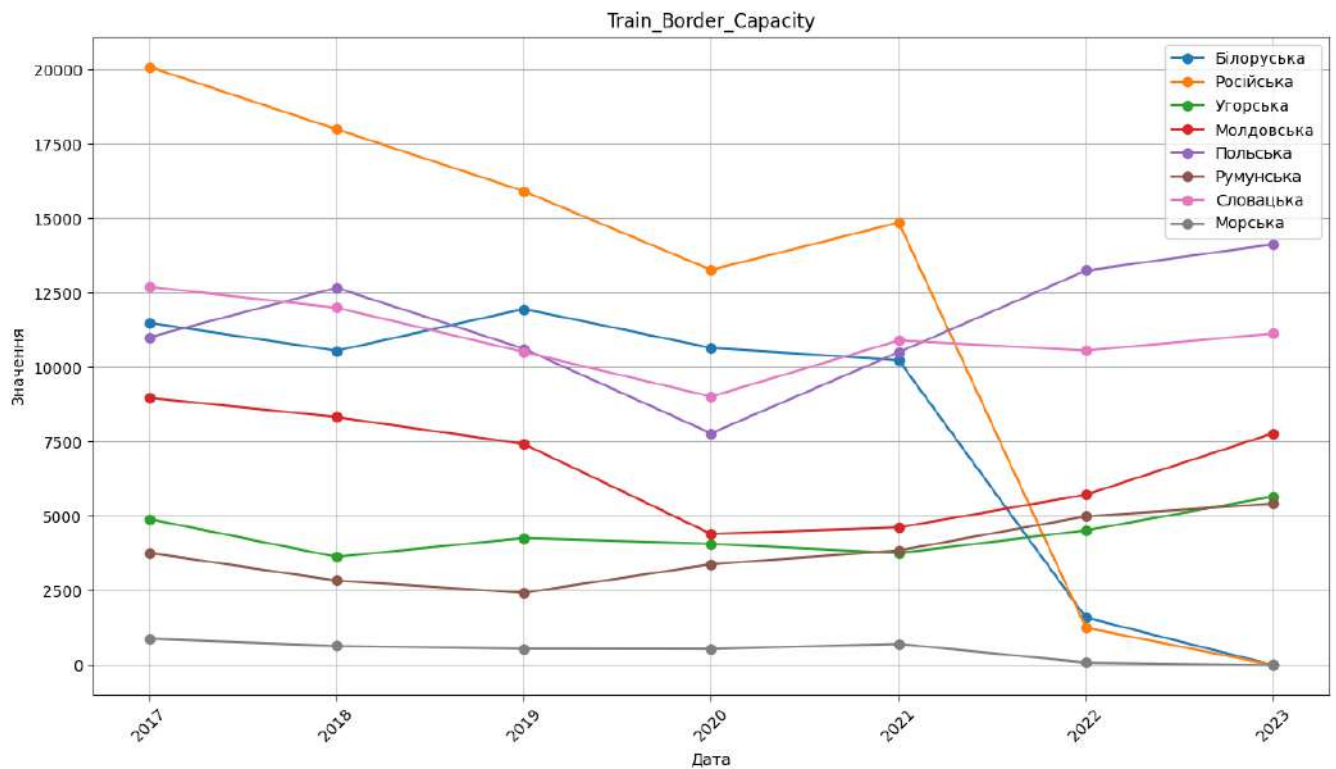


Рисунок 2.9. Пропуск залізничного транспорту через державний кордон, од

Рисунок 2.10 показує динаміку пропуску автомобільного транспорту через державний кордон України за період 2017-2023 років.

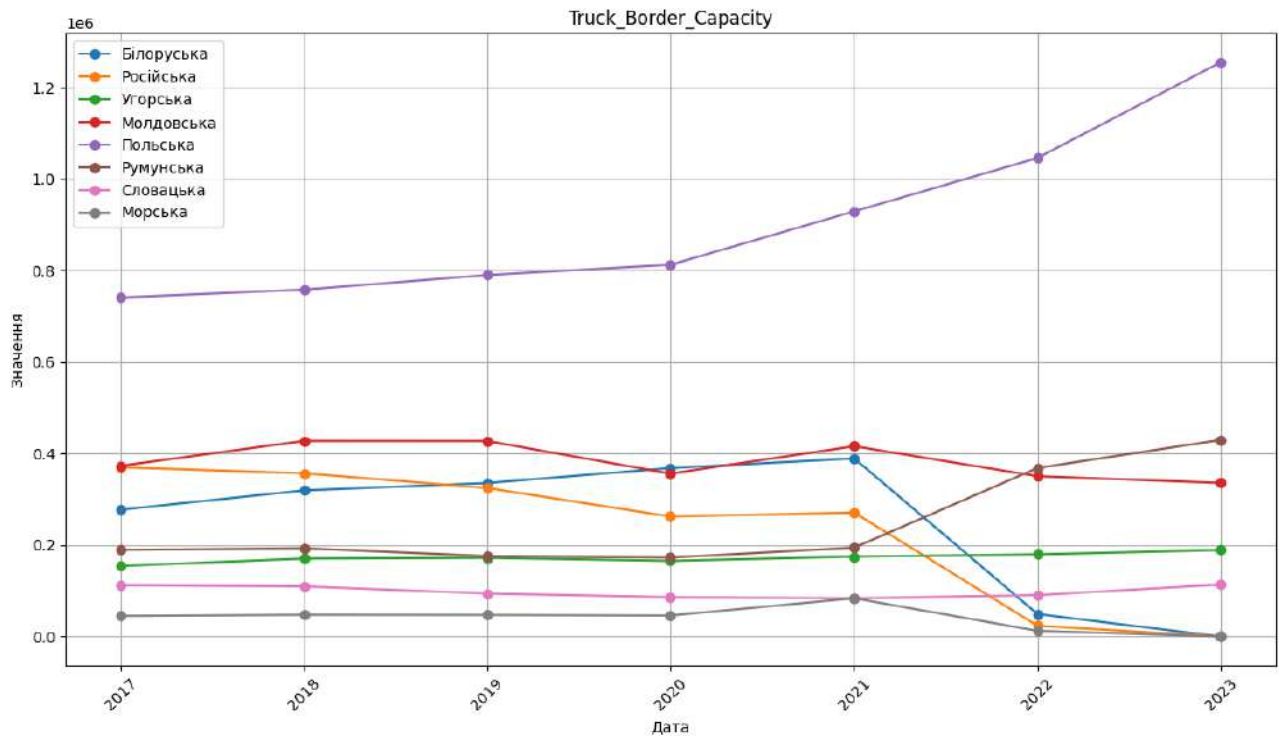


Рисунок 2.10. Пропуск автомобільного транспорту через державний кордон, од

Після 2022 року російський і білоруський напрямки зникли (значення обнулились), тоді як польський та румунський напрями різко зросли: Польща стала основним логістичним коридором, сягнувши понад 1,2 млн одиниць у 2023 році; морський напрям також зупинився, що відображає повну зміну географії автотранспортного експорту.

Рисунок 2.11 ілюструє обсяги транзиту автомобільного транспорту через кордон України за напрямками.

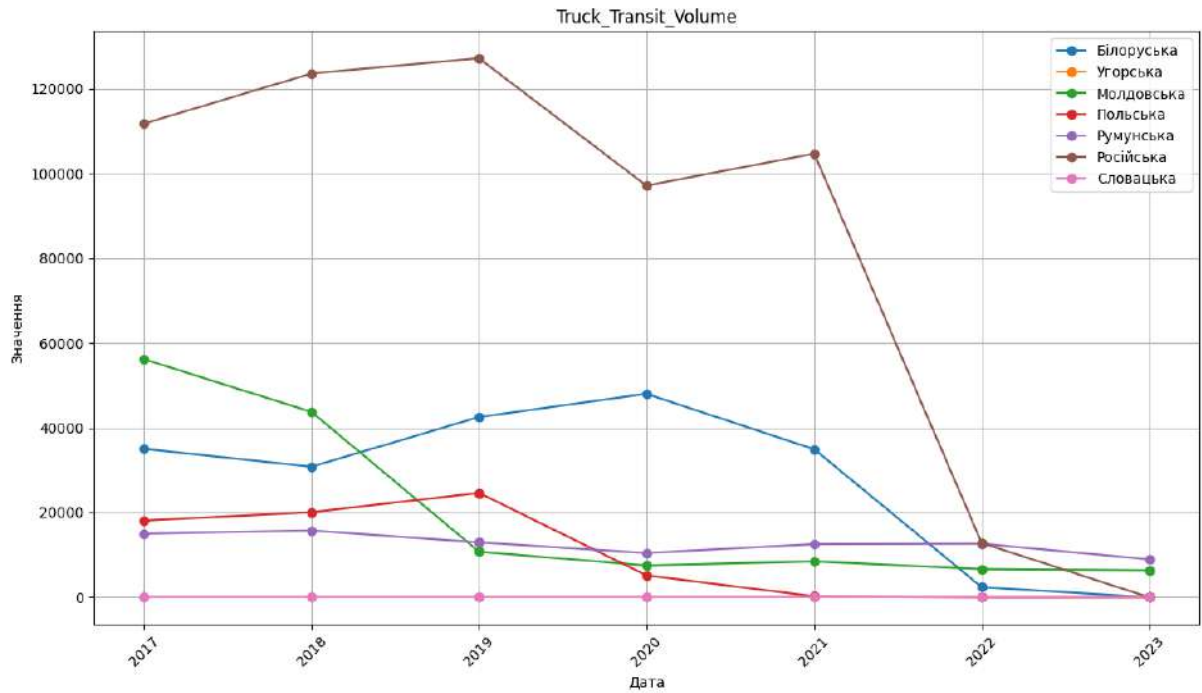


Рисунок 2.11. Транзит автомобільного транспорту через державний кордон, од

Молдовський і румунський коридори залишились активними, але на низькому рівні, тоді як словацький транзит практично не використовувався в усі роки; загалом після 2022 року обсяги транзиту критично впали майже на всіх напрямках. Рисунок 2.12 демонструє динаміку вантажообігу в Україні за видами транспорту у 2017-2023 рр.

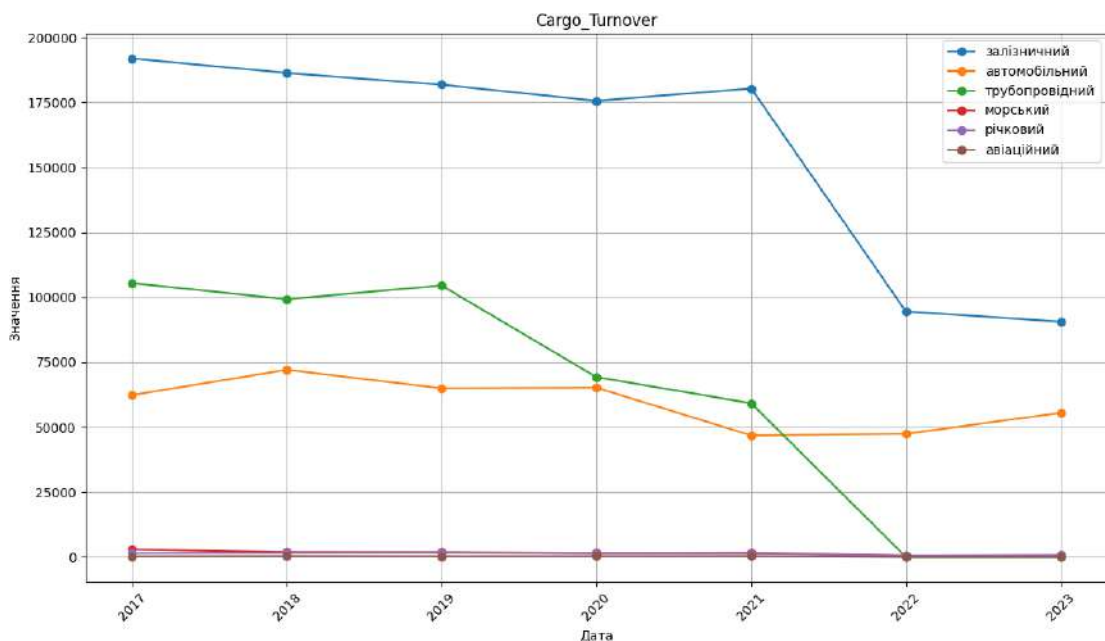


Рисунок 2.12. Вантажообіг, млн Ткм

Найбільший обсяг стабільно забезпечував залізничний транспорт, однак із 2022 року його показники стрімко впали майже вдвічі; трубопровідний вантажообіг практично зник у 2023 році, а морський і авіаційний залишаються на мінімальному рівні; натомість автомобільний і річковий транспорт зберегли відносну стабільність, що свідчить про їхню ключову роль у нових логістичних умовах.

Рисунок 2.13 ілюструє зміну обсягу перевалки вантажів у портах України з 2017 по 2023 рік, до 2021 року спостерігалось зростання (з піком у 2019 понад 160 тис. тис. тонн), однак з початком повномасштабної війни у 2022 році показники різко впали майже втричі до 59 тис. тис. тонн, це безпосередній наслідок блокування морських портів та активних бойових дій у південних регіонах.

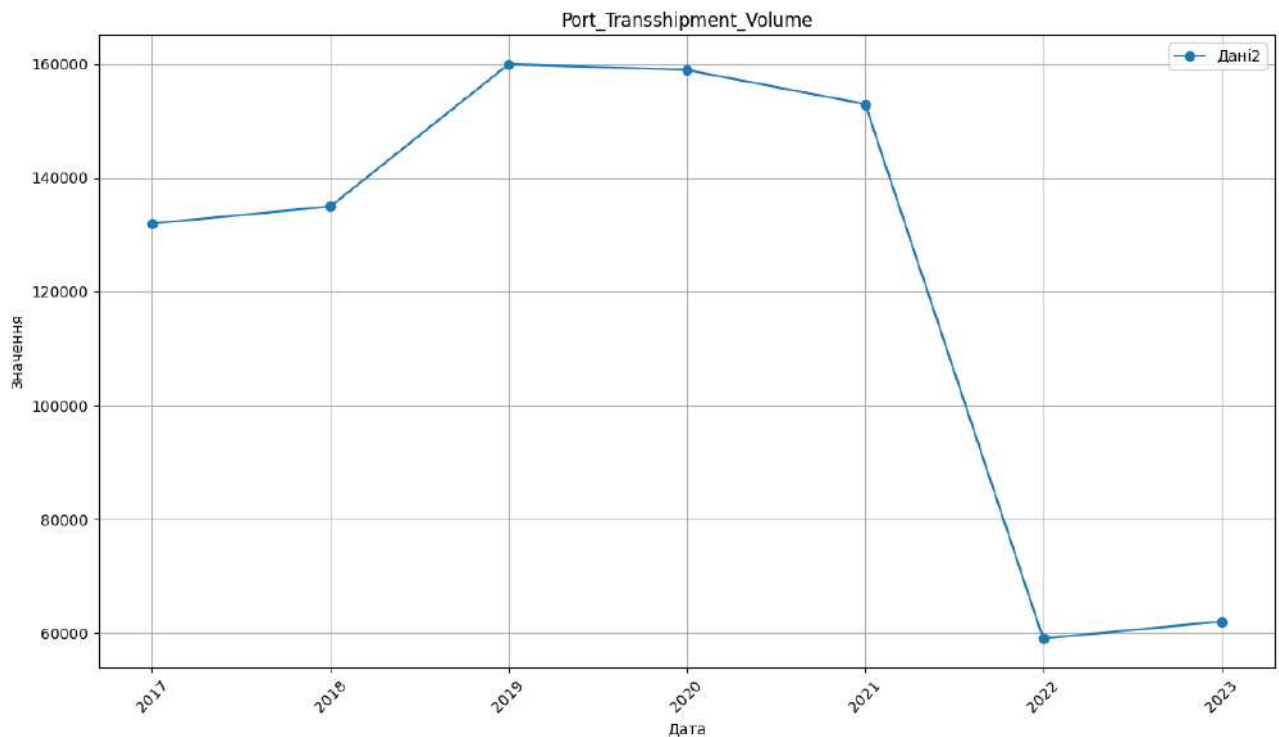


Рисунок 2.13. Обсяг перевалки в портах, тис Т

У таблиці 2.9 представлено результати базової перевірки вхідних даних, де зазначено наявність пропущених, від'ємних або аномальних значень, а також часові діапазони по кожному з використаних показників.

Базова перевірка даних

Аналіз даних у аркуші: Monthly_Exports
 Пропущених значень немає
 Від'ємних значень немає
 Аномальних значень не знайдено
 Діапазон дат: 2017-01-01 00:00:00 - 2024-03-01 00:00:00

Аналіз даних у аркуші: Monthly_Freight_Volume
 Пропущених значень немає
 Від'ємних значень немає
 ⚠ Виявлено аномальні значення (викиди):
 - авіаційний: 5 значень
 Діапазон дат: 2017-01-01 00:00:00 - 2024-03-01 00:00:00

Аналіз даних у аркуші: Road_Network_Length
 Пропущених значень немає
 Від'ємних значень немає
 Аномальних значень не знайдено
 Діапазон дат: 2017-01-01 00:00:00 - 2023-01-01 00:00:00

Аналіз даних у аркуші: Rail_Network_Length
 Пропущених значень немає
 Від'ємних значень немає
 Аномальних значень не знайдено
 Діапазон дат: 2017-01-01 00:00:00 - 2023-01-01 00:00:00

Аналіз даних у аркуші: Train_Border_Capacity
 Пропущених значень немає
 Від'ємних значень немає
 Аномальних значень не знайдено
 Діапазон дат: 2017-01-01 00:00:00 - 2023-01-01 00:00:00

Аналіз даних у аркуші: Truck_Border_Capacity
 Пропущених значень немає
 Від'ємних значень немає
 Аномальних значень не знайдено
 Діапазон дат: 2017-01-01 00:00:00 - 2023-01-01 00:00:00

Аналіз даних у аркуші: Truck_Transit_Volume
 Пропущених значень немає
 Від'ємних значень немає
 Аномальних значень не знайдено
 Діапазон дат: 2017-01-01 00:00:00 - 2023-01-01 00:00:00

Аналіз даних у аркуші: Cargo_Turnover
 Пропущених значень немає
 Від'ємних значень немає
 Аномальних значень не знайдено
 Діапазон дат: 2017-01-01 00:00:00 - 2023-01-01 00:00:00

Аналіз даних у аркуші: Port_Transshipment_Volume
 Пропущених значень немає
 Від'ємних значень немає
 Аномальних значень не знайдено
 Діапазон дат: 2017-01-01 00:00:00 - 2023-01-01 00:00:00

Для глибшого розуміння зв'язку між типами вантажоперевезень та обсягом експорту було проведено кореляційний аналіз за щомісячними даними. Результати відображені на тепловій карті нижче (рис. 2.14.).

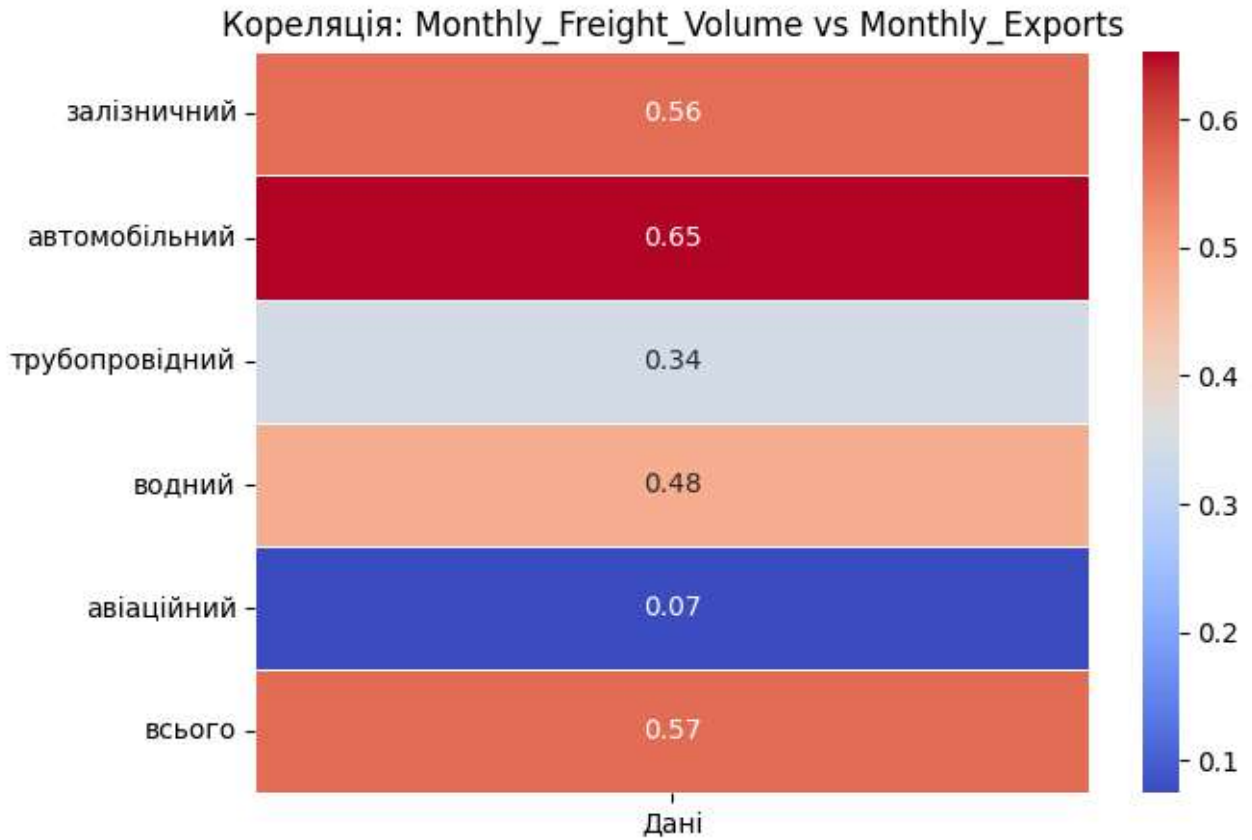


Рисунок 2.14. Кореляція між експортом України та обсягом перевезених вантажів

Найвища кореляція з експортом у автомобільних перевезень – 0.65. Висока кореляція також у залізничних (0.56) та загального вантажопотоку (0.57). Авіаційні перевезення майже не корелюють з експортом (0.07), що узгоджується з їх мінімальним обсягом у структурі вантажоперевезень. Водний транспорт має помірний зв'язок (0.48), незважаючи на воєнні обмеження портової інфраструктури.

Найбільш тісний зв'язок з експортом мають наземні види транспорту – автомобільний та залізничний.

Також, проведено кореляційний аналіз за щорічними даними. Результати відображені в таблиці нижче:

Таблиця 2.10

Кореляція між Експортом України та іншими показниками

<p>Аркуш: Road_Network_Length</p> <p>Кореляція між Exports і Вінницька: 0.5292</p> <p>Кореляція між Exports і Волинська: -0.4600</p> <p>Кореляція між Exports і Дніпропетровська: -0.1145</p> <p>Кореляція між Exports і Донецька: 0.2061</p> <p>Кореляція між Exports і Житомирська: -0.0129</p> <p>Кореляція між Exports і Закарпатська: -0.8177</p> <p>Кореляція між Exports і Запорізька: 0.2354</p> <p>Кореляція між Exports і Івано-Франківська: -0.9026</p> <p>Кореляція між Exports і Київська: 0.0932</p> <p>Кореляція між Exports і Кіровоградська: 0.2704</p> <p>Кореляція між Exports і Луганська: -0.2259</p> <p>Кореляція між Exports і Львівська: 0.2192</p> <p>Кореляція між Exports і Миколаївська: -0.2000</p> <p>Кореляція між Exports і Одеська: 0.2342</p> <p>Кореляція між Exports і Полтавська: -0.3573</p> <p>Кореляція між Exports і Рівненська: -0.2035</p> <p>Кореляція між Exports і Сумська: -0.0831</p> <p>Кореляція між Exports і Тернопільська: 0.1832</p> <p>Кореляція між Exports і Харківська: 0.2599</p> <p>Кореляція між Exports і Херсонська: -0.3396</p> <p>Кореляція між Exports і Хмельницька: 0.1704</p> <p>Кореляція між Exports і Черкаська: -0.6209</p> <p>Кореляція між Exports і Чернівецька: 0.5517</p> <p>Кореляція між Exports і Чернігівська: -0.4966</p> <p>-----</p> <p>Аркуш: Train_Border_Capacity</p> <p>Кореляція між Exports і Білоруська: 0.5276</p> <p>Кореляція між Exports і Російська: 0.4382</p> <p>Кореляція між Exports і Угорська: -0.7368</p> <p>Кореляція між Exports і Молдовська: -0.5904</p> <p>Кореляція між Exports і Польська: -0.4946</p> <p>Кореляція між Exports і Румунська: -0.3949</p> <p>Кореляція між Exports і Словацька: -0.1998</p> <p>Кореляція між Exports і Морська: 0.5176</p> <p>-----</p> <p>Аркуш: Cargo_Turnover</p> <p>Кореляція між Exports і залізничний: 0.5238</p> <p>Кореляція між Exports і автомобільний: -0.2882</p> <p>Кореляція між Exports і трубопровідний: 0.2846</p> <p>Кореляція між Exports і морський: 0.2673</p> <p>Кореляція між Exports і річковий: 0.4260</p> <p>Кореляція між Exports і авіаційний: 0.6408</p> <p>-----</p> <p>Аркуш: Port_Transshipment_Volume</p> <p>Кореляція між Exports і Дані2: 0.6288</p>	<p>Аркуш: Rail_Network_Length</p> <p>Кореляція між Exports і Вінницька: 0.2987</p> <p>Кореляція між Exports і Волинська: nan</p> <p>Кореляція між Exports і Дніпропетровська: -0.1083</p> <p>Кореляція між Exports і Донецька: nan</p> <p>Кореляція між Exports і Житомирська: nan</p> <p>Кореляція між Exports і Закарпатська: -0.1358</p> <p>Кореляція між Exports і Запорізька: nan</p> <p>Кореляція між Exports і Івано-Франківська: nan</p> <p>Кореляція між Exports і Київська: 0.1325</p> <p>Кореляція між Exports і Кіровоградська: -0.6437</p> <p>Кореляція між Exports і Луганська: 0.2088</p> <p>Кореляція між Exports і Львівська: nan</p> <p>Кореляція між Exports і Миколаївська: 0.3701</p> <p>Кореляція між Exports і Одеська: -0.7906</p> <p>Кореляція між Exports і Полтавська: nan</p> <p>Кореляція між Exports і Рівненська: nan</p> <p>Кореляція між Exports і Сумська: nan</p> <p>Кореляція між Exports і Тернопільська: nan</p> <p>Кореляція між Exports і Харківська: nan</p> <p>Кореляція між Exports і Херсонська: nan</p> <p>Кореляція між Exports і Хмельницька: nan</p> <p>Кореляція між Exports і Черкаська: -0.0982</p> <p>Кореляція між Exports і Чернівецька: nan</p> <p>Кореляція між Exports і Чернігівська: -0.5644</p> <p>-----</p> <p>Аркуш: Truck_Border_Capacity</p> <p>Кореляція між Exports і Білоруська: 0.7140</p> <p>Кореляція між Exports і Російська: 0.4182</p> <p>Кореляція між Exports і Угорська: -0.1532</p> <p>Кореляція між Exports і Молдовська: 0.6143</p> <p>Кореляція між Exports і Польська: -0.3280</p> <p>Кореляція між Exports і Румунська: -0.5733</p> <p>Кореляція між Exports і Словацька: -0.7072</p> <p>Кореляція між Exports і Морська: 0.8993</p> <p>-----</p> <p>Аркуш: Truck_Transit_Volume</p> <p>Кореляція між Exports і Білоруська: 0.5238</p> <p>Кореляція між Exports і Угорська: nan</p> <p>Кореляція між Exports і Молдовська: -0.1939</p> <p>Кореляція між Exports і Польська: -0.0933</p> <p>Кореляція між Exports і Румунська: 0.1867</p> <p>Кореляція між Exports і Російська: 0.5190</p> <p>Кореляція між Exports і Словацька: nan</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Кореляція довжини автомобільних доріг з обсягом експорту. Найвищу позитивну кореляцію мають Чернівецька область (+0.55) та Вінницька (+0.53). Найсильніші негативні зв'язки: Івано-Франківська (-0.90), Закарпатська (-0.82), Черкаська (-0.62). Попри позитивний зв'язок в окремих регіонах, відсутність

загальної позитивної тенденції може вказувати на неефективне використання дорожньої інфраструктури або регіональну диспропорцію логістики.

Кореляція довжини залізничних колій з обсягом експорту. Найвиразніші зв'язки бачимо у Миколаївська (+0.37), Вінницька (+0.30), Кіровоградська (–0.64), Одеська (–0.79). Відсутність повної інформації по ряду областей (NaN) ускладнює аналіз. Проте видно, що наявність інфраструктури не гарантує зростання експорту, якщо немає сприятливих умов (логістичних коридорів, портів, інвестицій).

Кореляція пропускної спроможності кордонів з обсягом експорту. Щодо залізничних КПП, то найбільше значення мають Білоруська ділянка (+0.53) та Морська логістика (+0.52). Сильний негативний зв'язок з Угорщиною (–0.74) і Молдовою (–0.59). Серед автомобільних КПП, найвища позитивна кореляція з морськими терміналами (0.90) та суттєвий зв'язок з Білоруссю (+0.71) та Молдовою (+0.61). Морська логістика виявилась найважливішою, проте через війну доступність портів значно зменшилась. Важливою залишаються західні ділянки кордону (в тому числі Молдова), що вимагають посиленої уваги для розвитку альтернативних маршрутів. Щодо Білорусі, зв'язок зрозумілий і прогнозований.

Кореляція вантажообігу з обсягом експорту. Найвищий зв'язок з експортом у авіаційного вантажообігу – 0.64. Не менш важливими зв'язками є залізничний (+0.52), річковий – (+0.43), трубопровідний (+0.28). Хоча авіаційна складова має найвищу кореляцію, вона має невелику частку у фізичному вантажообігу, тому результати слід трактувати з обережністю.

Кореляція обсягу перевалки в портах з обсягом експорту – 0.63. Це підтверджує значущість морської інфраструктури як ключового чинника зовнішньої торгівлі України.

Морські, автомобільні та залізничні логістичні канали мають найбільший зв'язок із зовнішньою торгівлею України. Інфраструктурні особливості регіонів по-різному впливають на експорт — деякі області з високою інфраструктурою не демонструють відповідного зростання. Геополітичний фактор (війна) значно

змінив пріоритети зокрема, обмежив використання східних і південних кордонів та зробив більш значущими західні напрямки.

Аналіз статистичних даних проведено як на основі щорічних, так і щомісячних спостережень, що дозволяє виявити як довгострокові тенденції, так і короткострокові коливання. Для перевірки змін у вибірках до та після початку війни використано t-тест та тест Манна-Уїтні: перший застосовується для перевірки різниці середніх значень за умови нормального розподілу, другий — для непараметричної оцінки, коли припущення про нормальність не дотримуються. Для перевірки стаціонарності часових рядів застосовано тест Дікі-Фуллера (ADF), а також здійснено логарифмування даних для зменшення варіації.

Для побудови прогнозних моделей використано лінійну регресію, регресію з фіктивними змінними (dummy variables), а також моделі ARIMA та ARIMAX. Лінійна регресія дозволяє оцінити загальну тенденцію, dummy-регресія — врахувати вплив окремих подій (наприклад, війна), ARIMA — забезпечує аналіз часових рядів з урахуванням автокореляції, а ARIMAX — дозволяє додати зовнішні регресори для покращення точності. Прогноз здійснено на 10 місяців уперед з урахуванням отриманих моделей.

Спочатку розглянемо аналіз впливу зміни логістичних ланцюгів на експорт України на основі щорічних даних.

Таблиця 2.11

Результати t-тесту та Mann-Whitney тесту

T-test / Mann-Whitney
Exports: t-test p=0.1326, Mann-Whitney p=0.1905
Road_Network_Length: t-test p = 0.8253, Mann-Whitney p = 0.3810
Rail_Network_Length: t-test p = 0.7012, Mann-Whitney p = 0.8571
Train_Border_Capacity: t-test p = 0.0034, Mann-Whitney p = 0.0952
Truck_Border_Capacity: t-test p = 0.3650, Mann-Whitney p = 0.3810
Truck_Transit_Volume: t-test p = 0.0002, Mann-Whitney p = 0.0952
Cargo_Turnover: t-test p = 0.0002, Mann-Whitney p = 0.0952
Port_Transshipment_Volume: t-test p = 0.0001, Mann-Whitney p = 0.0952

Результати t-тесту та Mann-Whitney тесту виявили статистично значущі зміни в низці логістичних показників під впливом війни. Найбільш помітним є зниження: Train_Border_Capacity (t-test: p = 0.0034), Truck_Transit_Volume (p =

0.0002), Cargo_Turnover ($p = 0.0002$), Port_Transshipment_Volume ($p = 0.0001$). Це свідчить про суттєвий негативний вплив війни на логістичну інфраструктуру, тоді як інші показники, залишалися незмінними.

Таблиця 2.12

Регресійний аналіз

Regression Results						
R-squared: 0.960						
Adj. R-squared: 0.880						
F-statistic: 11.99						
Prob (F-statistic): 0.0784						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	4.832e+04	1293.451	37.357	0.001	4.28e+04	5.39e+04
Port_Transshipment_Volume	2.563e+04	4202.408	6.098	0.026	7545.979	4.37e+04
Train_Border_Capacity	1.031e+04	5299.390	1.945	0.191	-1.25e+04	3.31e+04
Truck_Transit_Volume	4.469e+04	1.58e+04	2.830	0.105	-2.33e+04	1.13e+05
Cargo_Turnover	-7.357e+04	1.67e+04	4.414	0.048	-1.45e+05	-1850.47

$R^2 = 0.960$ свідчить про те, що модель пояснює 96% варіації експорту, що свідчить про дуже високу пояснювальну здатність. Adjusted R-squared = 0.880 навіть з урахуванням кількості змінних модель демонструє сильну відповідність даним. F-статистика = 11.99, $p = 0.0784$ хоча значення $p > 0.05$, воно близьке до порогу, що свідчить про тенденцію до статистичної значущості всієї моделі (особливо враховуючи малий обсяг вибірки: лише 7 спостережень). До того ж, два коефіцієнти для Port_Transshipment_Volume та Cargo_Turnover у моделі є статистично значущими ($p < 0.05$), що можна трактувати як наявність сильного впливу цих факторів на експорт у рамках наявних даних.

Таблиця 2.13

Регресійний аналіз з Димму-змінною "War"

Regression Results						
R-squared: 0.319						
Adj. R-squared: 0.182						
F-statistic: 2.338						
Prob (F-statistic): 0.187						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	5.158e+04	3994.062	12.915	0.000	4.13e+04	6.19e+04
War	-1.142e+04	7472.205	-1.529	0.187	-3.06e+04	7783.484

Для оцінки впливу війни на експорт була побудована димму-регресія, де змінна War (1, якщо рік ≥ 2022) використовується як регресор. Результати показали, що const = 51,580 — це середній прогнозований обсяг експорту у

"мирні" роки, тобто до 2022 року; в той же час коефіцієнт для війни (-11.420) вказує на зменшення експорту на 11.420 млрд дол США після початку війни. Хоча коефіцієнт має негативне значення, що узгоджується з очікуваннями, рівень значущості ($p = 0.187$) є досить високим — тобто ми не можемо зі 100% упевненістю сказати, що війна статистично зменшила експорт, але тренд однозначно свідчить про зниження.

Спочатку розглянемо аналіз впливу зміни логістичних ланцюгів на експорт України на основі щомісячних даних.

Таблиця 2.14.

Результати ADF-тесту

ADF-тест на стаціонарність (Exports) ADF-stat: -2.5221, p-value: 0.1102

Перед побудовою моделей було проведено ADF тест на стаціонарність для оцінки, чи є ряди стаціонарними. Для експорту (Exports) значення $p = 0.1102$ показує, що ряд не є стаціонарним на рівні значущості 0.05, що вказує на потребу в трансформації даних.

Модель ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) — це один із найпоширеніших підходів до моделювання часових рядів. Вона описується як ARIMA(p, d, q), де:

p — порядок авторегресивної частини (AR),

d — порядок диференціювання (I),

q — порядок ковзного середнього (MA).

Загальний вигляд моделі ARIMA(p, d, q) можна записати як:

$$y(t) = c + \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 y_{t-1} + \theta_2 y_{t-2} + \dots + \theta_q y_{t-q}$$

де:

$y(t)$ — значення часового ряду у момент часу t (обсяг експорту),

φ_i — коефіцієнти авторегресії,

θ_j — коефіцієнти ковзного середнього,

ε_t — випадкова похибка у момент часу t ,

c — стала (intercept).

Таблиця 2.15.

Модель ARIMA з найменшим значенням AIC

Best model: ARIMA(1,0,0)(0,0,0)[0] intercept ARIMA → MAE: 327.42, RMSE: 397.35, MAPE: 10.07%

В обраній моделі є лише один авторегресивний лаг, без диференціювання і ковзного середнього, тобто значення експорту в поточному місяці залежить лише від значення експорту в попередньому місяці плюс випадкова похибка:

$$y(t) = c + \varphi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Наша модель ARIMA(1,0,0) показує MAE = 327.42, RMSE = 397.35, MAPE = 10.07%, що є прийнятним для базового прогнозування. Проте модель має обмежену точність та не враховує вплив зовнішніх логістичних факторів.

ARIMAX — це модифікація ARIMA, яка включає зовнішні (екзогенні) змінні X_t , тобто чинники, що можуть впливати на модельований ряд. У нашому випадку — це обсяги перевезень залізничним, автомобільним, трубопровідним, водним та авіаційним транспортом.

Формула ARIMAX(1,0,1) буде мати вигляд:

$$y(t) = c + \varphi_1 y_{t-1} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \beta_1 x_{1,t} + \beta_2 x_{2,t} \dots + \beta_k x_{k,t} + \varepsilon_t$$

де:

$x_{i,t}$ — значення логістичної змінної i у момент часу t ,

β_i — коефіцієнти, що показують вплив кожного типу транспорту на обсяг експорту.

Таблиця 2.16.

Модель ARIMAX з найменшим значенням AIC

Best model: ARIMA(1,0,1)(0,0,0)[0] ARIMAX → MAE: 238.46, RMSE: 286.31, MAPE: 7.21%

ARIMAX Summary

	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
залізничний	0.1820	0.025	7.309	0.000	0.133	0.231
автомобільний	0.0128	0.033	0.387	0.699	-0.052	0.078
трубопровідний	-0.0183	0.050	-0.367	0.713	-0.116	0.079
водний	-0.1945	0.401	-0.486	0.627	-0.980	0.591
авіаційний	-0.1985	3.289	-0.060	0.952	-6.645	6.248

ADF (residuals): 0.037169790341392804
 Shapiro (residuals): 0.0012646378017961979
 Ljung-Box: lb_stat lb_pvalue
 16.90906 0.15305
 Breusch-Pagan p-value: 0.11505821270985267
 R²: 0.8553

Розширена модель ARIMAX, яка враховує вплив логістичних змінних, продемонструвала значне покращення точності прогнозування у порівнянні з базовими моделями. Значення MAE = 238.46, RMSE = 286.31, MAPE = 7.21% при високому коефіцієнті детермінації ($R^2 = 0.8553$) свідчать про високу якість апроксимації. З усіх включених транспортних показників лише залізничний транспорт виявив статистично значущий позитивний вплив ($\beta_1 = 0.182$ та $p < 0.001$), що підтверджує його вирішальну роль у підтримці експорту в умовах кризи.

Діагностичні тести підтверджують коректність моделі:

- залишки є стаціонарними (ADF-тест, $p = 0.037$);
- гетероскедастичність відсутня (Breusch–Pagan, $p = 0.115$);
- автокореляція не виявлена (Ljung–Box, $p = 0.153$);
- нормальність залишків частково порушена (Shapiro, $p < 0.01$), проте

це не суттєво впливає на загальну адекватність моделі.

На основі результатів моделювання щомісячних даних гіпотеза про вплив змін логістичних ланцюгів на експорт України у період війни частково підтверджується.

Хоча більшість транспортних змінних не виявили статистично значущого ефекту, залізничний транспорт продемонстрував чіткий позитивний вплив, що свідчить про його ключову роль в адаптації експортної логістики до умов війни.

Цей висновок вказує на структурну перебудову логістичних маршрутів з фокусом на найбільш стійкі та доступні канали перевезень — передусім залізницю

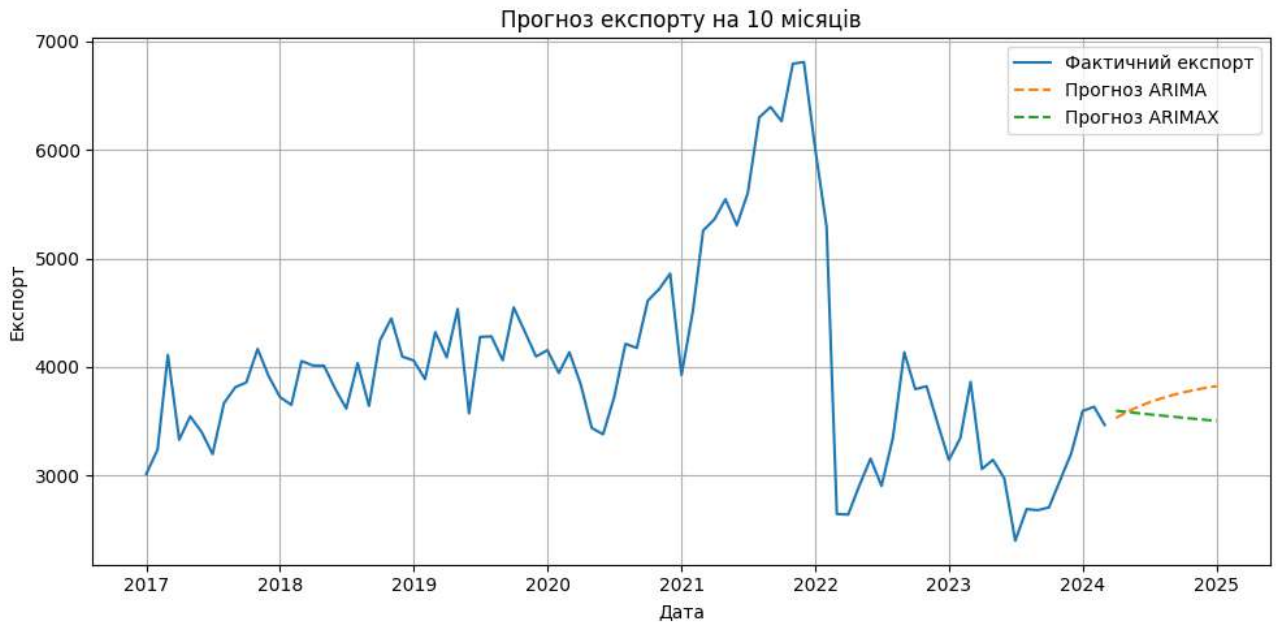


Рисунок 2.15. Прогноз експорту на 10 місяців за моделями ARIMA та ARIMAX

Графік демонструє фактичну динаміку експорту України за 2017–2024 роки та прогноз на 10 місяців уперед. Модель ARIMAX, що враховує логістичні фактори, показує стриманіший і більш адаптований до реальності тренд порівняно з базовою ARIMA-моделлю.



Рисунок 2.16. Порівняння фактичного експорту та прогнозів (2024–2025)

На графіку відображено щомісячне порівняння прогнозів ARIMA та ARIMAX із реальними значеннями експорту. Модель ARIMAX точніше відображає падіння обсягів у червні 2024 року та загальний тренд, тоді як ARIMA переоцінює зростання.

Війна суттєво вплинула на логістику та експорт України, найбільше постраждали портові перевезення, транзит і вантажообіг. Найтісніший зв'язок з експортом виявлено у показників залізничного транспорту та перевалки в портах. Зміна логістичних ланцюгів у бік західних кордонів стала ключовим адаптаційним механізмом, але не повністю компенсувала втрати.

Висновки до розділу 2

У результаті аналізу встановлено, що повномасштабна війна спричинила радикальні збої в логістичних ланцюгах України; знищення морської інфраструктури, закриття повітряного простору та пошкодження транспортних вузлів призвели до падіння вантажообігу з 355 млрд ткм (2018) до 179 млрд ткм (2023); частка морських перевезень скоротилася до 0,04%, а авіаційних майже до нуля; основне навантаження перейшло на автомобільні (77,11%) та частково залізничні перевезення (16,9%), що спричинило перевантаження західного кордону; відбулося переорієнтування експортних маршрутів з південних на західні напрями через Польщу, Румунію, Словаччину та Дунайські порти; контейнерні та зернові перевезення адаптовані до нових умов через мультиплікацію схем доставки, укрупнення партій і використання балкерів; збереження аграрного експорту забезпечується завдяки мультимодальним рішенням, логістичним хабам у прикордонних регіонах і підтримці європейських партнерів.

Статистичні та економетричні методи показали наявність сильного зв'язку між експортом та логістичними параметрами: найвищу кореляцію мають показники залізничного транспорту (+0,56), автомобільного вантажопотоку (+0,65), вантажообігу (+0,57) та обсягів перевалки в портах (+0,63); результати t-тестів і регресій підтвердили статистично значущий вплив зміни логістичних індикаторів на рівень експорту після 2022 року; R^2 у моделі ARIMAX = 0,855 свідчить про те, що логістичні змінні пояснюють понад 85% динаміки експорту; залізничні перевезення мають найбільшу вагу в експортній стабільності (коефіцієнт моделі $p < 0,001$); натомість вплив авіа, водних та трубопровідних перевезень мінімальний або нестійкий; серед регіонів найбільше зростання експортного потенціалу фіксується на напрямках з активною інтеграцією в логістику ЄС (Чернівецька, Вінницька області); втрата зв'язків з рф і білоруссю повністю змінила географію торгівлі.

РОЗДІЛ 3

ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗВИТКУ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ

3.1. Оцінка перспектив відновлення логістичних ланцюгів в Україні

Оцінка перспектив відновлення логістичних систем України потребує комплексного аналізу як зовнішнього середовища, так і конкретних інфраструктурних змін, що впливають на динаміку експорту. Для цього було застосовано PEST-аналіз, а також проведено факторний аналіз із використанням кореляцій та регресій на основі даних за 2017-2023 рр.

Таблиця 3.1

Ключові макроекономічні, політичні, соціальні та технологічні фактори, що впливають на відновлення логістичних ланцюгів (PEST-аналіз)

Фактор	Зміст	Потенційний вплив
Політичний	Інтеграція України до системи ТЕН-Т; державні програми відновлення логістики; підтримка експорту; активна участь держави в координації гуманітарної та військової логістики; поява нових каналів співпраці з ЄС	Позитивний
Економічний	Падіння ВВП; здорожчання логістики; залежність від імпорту енергоресурсів; девальвація гривні та зростання вартості імпортованих комплектуючих; актуальність агроекспорту як головного драйвера логістики; обмеженість внутрішніх інвестицій	Негативний
Соціальний	Переміщення населення (ВПО); відтік кадрів; зростання запиту на швидку доставку; попит на гуманітарні вантажі та швидку доставку	Змішаний
Технологічний	Розвиток цифрової логістики, автоматизація; використання систем єЧерга; активізація ринку ІТ-рішень для логістики; підвищення ефективності перевезень і митних процедур але ризику кібератак і нестабільної цифрової інфраструктури.	Позитивний

Додатково було проаналізовано, як зміна окремих інфраструктурних показників впливає на динаміку експорту.

Таблиця 3.2

**Факторний аналіз: зв'язок інфраструктурних змін з обсягом експорту
України (2017-2023)**

Показник	Кореляція з експортом	Інтерпретація
Довжина залізничних колій	+0.30 (Вінницька), +0.37 (Миколаївська)	Позитивний вплив; залізниця зберігає критичну роль в експорті
Довжина автодоріг	+0.55 (Чернівецька), +0.53 (Вінницька)	Локальна важливість; немає стабільної загальної тенденції
Пропускна здатність КПП для вантажівок	+0.90 (морська логістика), +0.61 (Молдова)	Морська та західна сухопутна логістика мають ключове значення
Вантажообіг	+0.64 (авіа), +0.52 (залізниця), +0.43 (річка)	Різні форми транспорту демонструють нерівнозначну, але важливу роль
Обсяг перевалки в портах	+0.63	Порти залишаються критичним вузлом логістики, попри воєнні ризики

Аналіз доводить, що найстійкіший і найбільш корельований із експортом вплив мають залізнична інфраструктура та портова перевалка. Однак автомобільні та річкові маршрути відіграють зростаючу роль у контексті обмеженого доступу до морських портів. Також, результати регресійного аналізу (табл. 2.12) підтвердили, що вантажообіг та обсяг перевалки в портах є статистично значущими предикторами експорту ($p < 0.05$), що підкріплює важливість розвитку альтернативних логістичних каналів для підтримки зовнішньої торгівлі в умовах обмеженого доступу до традиційних портів.

Найбільш перспективними для логістичного відновлення на середньострокову перспективу є автомобільний та річковий (Дунайський) транспорт. Вони демонструють позитивну динаміку в роки війни, зокрема через активізацію західних коридорів та річкових портів. Залізничний транспорт має значний потенціал, але обмежений пошкодженням інфраструктури та потребує капіталовкладень. Морський напрям залишається важливим, але сильно ризикованим. Авіаційна логістика повністю втратила релевантність у теперішніх умовах (табл 3.3.)

Таблиця 3.3

**Оцінка перспектив за видами транспорту в контексті післявоєнного
відновлення логістичних ланцюгів**

Вид транспорту	Доступність в умовах війни	Рівень ризиків	Інвестиційна привабливість
Автомобільний	Висока (особливо на заході); стабільна робота КПП з ЄС	Середній (залежність від блокувань, черги)	Висока (низький бар'єр входу, швидка окупність)
Залізничний	Частково обмежена (пошкодження інфраструктури)	Високий (вузькі місця, дефіцит рухомого складу)	Середня (потребує значних капіталовкладень)
Водний (річковий)	Зростає (Дунайські порти: Рені, Ізмаїл)	Низький (менша ймовірність атак, міжнародна підтримка)	Висока (розширення перевалки, контейнеризація)
Морський	Обмежена (блокади портів, воєнні ризики)	Дуже високий (прифронтові території)	Низька (ризиковані інвестиції)
Авіаційний	Недоступний (закритий повітряний простір)	Дуже високий (інфраструктурні обмеження)	Низька (непередбачуваний ринок)

На основі експертної оцінки було сформовано рейтинг областей України за сукупним потенціалом логістичного відновлення (рис 3.1.)

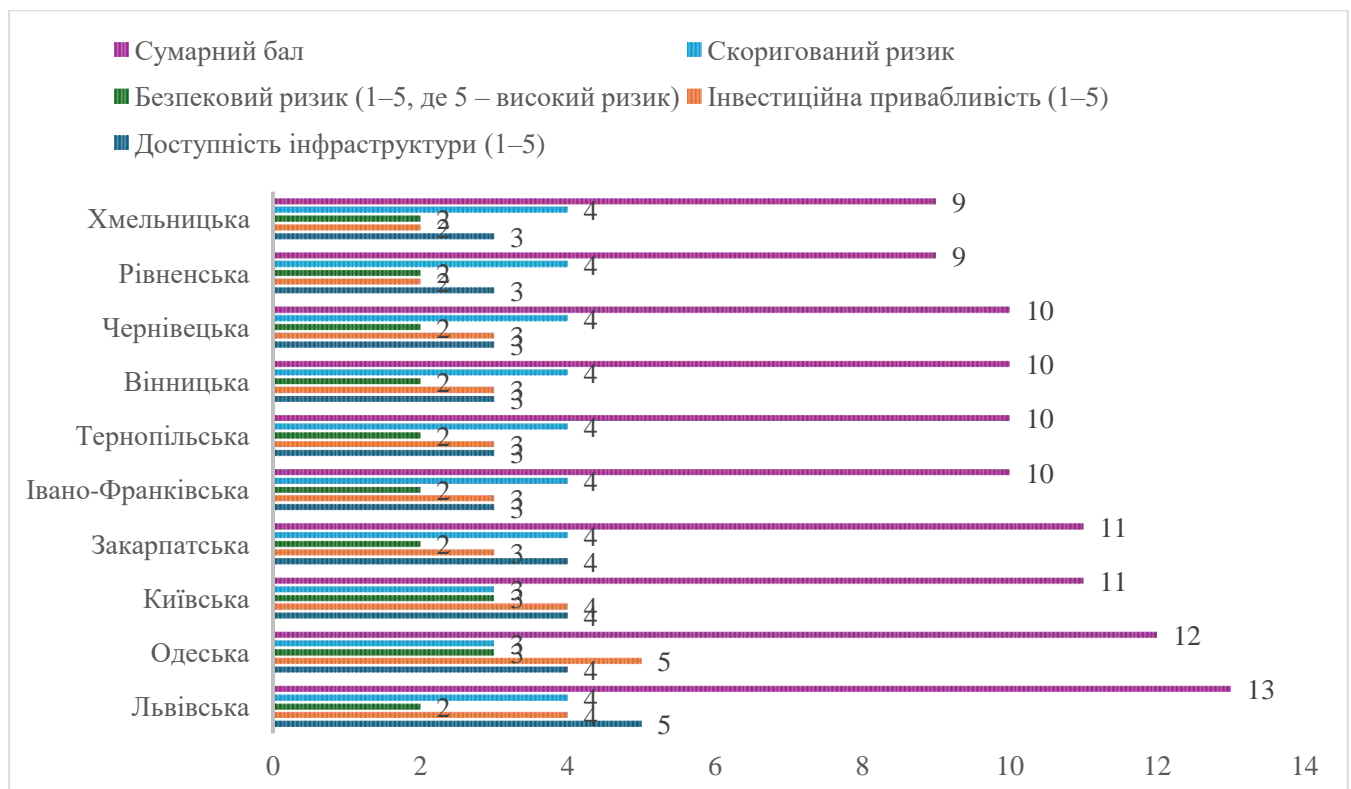


Рисунок 3.1. Рейтинг регіонів за потенціалом логістичного відновлення

Найвищі позиції у рейтингу посідають Львівська, Одеська, Волинська та Закарпатська області – ці регіони мають вигідне прикордонне розташування, активне використання залізничного та автомобільного транспорту, а також розвинену складську інфраструктуру. Водночас південно-східні області, які зазнали значних руйнувань, демонструють нижчий потенціал відновлення. Представлений рейтинг дозволяє обґрунтовано визначити регіони-пріоритети для інвестицій у логістику на найближчий період.

Таким чином, попередні результати регресійного та ARIMAX-моделювання підтверджують, що найстабільнішими предикторами експорту є обсяг перевалки в портах та залізничні вантажоперевезення. Ці напрямки варто вважати стратегічними у розробці політики логістичного відновлення. Проведений PEST-аналіз засвідчив, що перспективи розвитку логістики формуються під впливом політичних та безпекових факторів, але економічний потенціал ринку зберігається за рахунок євроінтеграції, цифровізації та адаптації бізнесу.

Пріоритетними напрямками для інвестицій у короткостроковій перспективі є:

1. Західні автомобільні та залізничні переходи;
2. Розвиток річкової інфраструктури (Дунайський кластер);
3. Створення внутрішніх логістичних хабів у тилкових регіонах.

3.2. Рекомендації для покращення експортних можливостей на основі отриманих результатів

В умовах значного руйнування логістичної інфраструктури України, спричиненого повномасштабною війною, особливого значення набуває формулювання цільових, практично орієнтованих рекомендацій щодо її відновлення. У таблиці 3.4 представлено ключові інфраструктурні виклики, які безпосередньо впливають на ефективність логістичних ланцюгів в умовах війни, а також практичні рішення для їх подолання.

Таблиця 3.4

Ключові інфраструктурні проблеми, рішення та очікуваний ефект

Проблема	Рішення	Очікуваний ефект
<i>Знищення понад 400 мостів, доріг і складів на сході та півдні</i>	Фінансування ремонту в межах національної програми відновлення критичної інфраструктури (через «Укравтодор» та Мінінфраструктури)	Відновлення основних логістичних маршрутів для агро- та промислового експорту
<i>Недоступність морських портів Одеси впродовж 2022–2023 рр.</i>	Розбудова Дунайських хабів, модернізація терміналів у Рені, Ізмаїлі, впровадження страхування судноплавства	Зниження навантаження на сухопутні КПП, відновлення стабільного експорту зерна та руди
<i>Перевантаження КПП на західному кордоні, черги понад 100 годин</i>	Розширення пропускної здатності пунктів на польському та румунському напрямках; інтеграція з платформою «єЧерга»	Зменшення затримок у логістиці, пришвидшення перевезень і зниження витрат
<i>Дефіцит вагонів-зерновозів, рефрижераторів, контейнеровозів</i>	Лізингові програми для приватних операторів, держзамовлення на виробництво	Забезпечення транспортування сільгосппродукції, покращення умов зберігання та доставки
<i>Відсутність логістичної координації між регіонами</i>	Формування інтерактивної мапи логістичних вузлів та складів; підтримка міжобласних кластерів	Оптимізація маршрутів, зменшення дублювання та холостих перевезень

Основні проблеми стосуються руйнування транспортної інфраструктури, зниження доступності портів, обмеженої пропускної здатності західних КПП та дефіциту спеціалізованого транспорту; ці чинники зумовлюють зриви поставок, затримки та подорожчання логістики.

Рекомендовані рішення мають чітку прив'язку до чинних державних та міжнародних ініціатив, включаючи програми ЄС, Укрзалізниці, «єЧерги», зернової ініціативи тощо; особлива увага приділяється розвитку Дунайських портів як альтернативи морській логістиці, а також технічному оновленню вагонного та автомобільного парку. Очікуваний ефект від запропонованих рішень стабілізація логістичних маршрутів, зменшення черг на кордонах, підвищення ефективності транспортування та відновлення експортного потенціалу в критичних галузях економіки.

Для підвищення стійкості логістичних ланцюгів у середньо- та довгостроковій перспективі Україна має перейти до багатоканальної логістики,

яка поєднує автомобільні, залізничні, водні та потенційно – авіаційні рішення; мультимодальність забезпечує адаптацію до локальних загроз (блокада портів, знищення ділянок шляхів) та зменшує залежність від одного типу перевезень.

Планування має базуватись на трьох сценаріях – інерційному, адаптаційному та проривному. У таблиці 3.5. нижче представлено логіку кожного сценарію з конкретними характеристиками, передумовами реалізації та очікуваними наслідками для зовнішньої торгівлі.

Таблиця 3.5.

Сценарії стратегічного розвитку логістики України

Сценарій	Ключова ідея	Передумови реалізації	Характерні ознаки	Потенційні наслідки для експорту
Інерційний	Збереження чинної логістичної моделі	Мінімальні інвестиції; обмежене фінансування	Залежність від західних КПП; нестабільність вантажопотоків	Стабільність без росту; експорт уразливий до криз
Адаптаційний	Інтеграція мультимодальних маршрутів	Підтримка ЄС; модернізація логістичних хабів	Розвиток Дунайських портів; цифровізація; зростання авто- і залізничні	Збільшення обсягів експорту; зниження логістичних втрат
Проривний	Повна перебудова логістичної системи	Стратегічні інвестиції; державно-приватне партнерство	Нові хаби; інтеграція в TEN-T; розвиток внутрішнього виробництва	Суттєве зростання експорту; підвищення глобальної конкурентоспроможності

Найбільш реалістичним для найближчих 2–4 років є адаптаційний сценарій: він базується на вже започаткованих змінах (Дунай, єЧерга, інфраструктурні проекти) та не потребує надзвичайно великих ресурсів; проривна модель можлива в разі широкої міжнародної підтримки та стабілізації безпекової ситуації.

В умовах постійних загроз і нестабільності традиційні логістичні моделі виявилися недостатньо гнучкими для швидкої адаптації до викликів. Як зазначає Кутко Т., цифрові інструменти дозволяють мінімізувати ризики логістичних

розривів через можливість швидкого реагування на зовнішні шоки та прогнозування змін попиту [21]. На практиці це реалізується через використання систем управління перевезеннями (TMS), електронних черг на кордоні (наприклад, сервіс eЧерга), автоматизованих митниць, інтелектуальних систем трекінгу вантажів, цифрових двійників логістичних процесів та алгоритмів прогнозування на основі ШІ.

Особливо ефективною є автоматизація при обробці даних та інтеграція ERP-систем. Так, наприклад, введення цифрових маршрутних калькуляторів дозволяє обирати оптимальні шляхи доставки з урахуванням завантаженості прикордонних переходів, вартості пального, часу та інфраструктурних ризиків. В умовах війни це стало критично важливо для забезпечення експортної стабільності.

Розвиток цифрових рішень – це не лише модернізація інфраструктури, а й формування нової моделі логістичного управління в умовах невизначеності. Згідно з висновками Міністерства стратегічних галузей промисловості України [13], такі інструменти як ERP, TMS, платформи цифрових перевізників (Uber Freight) формують стійкість до ризиків та зменшують залежність від людського ресурсу.

Геополітична ситуація в Європі після 2022 року вимагає від України стратегічної переорієнтації логістичних потоків і тісної співпраці з партнерами по ЄС. Йдеться про участь України в транс'європейській транспортній мережі TEN-T, що відкриває доступ до фінансування, стандартів та спрощення процедур. У цьому контексті критичним є гарантування безпеки морських перевезень, зокрема, шляхом підтримки Чорноморської зернової ініціативи та альтернативних коридорів через порти Румунії, Польщі, країн Балтії. Як підкреслюють Завербний А. та Вуєк Х. [11], лише міжнародна кооперація зможе забезпечити стабільність у морських перевезеннях, включаючи політичні гарантії та страхування вантажів у зонах ризику.

Формування надійного міжнародного партнерства в логістиці передбачає: спільні інфраструктурні проекти, двосторонні угоди щодо модернізації

прикордонних пунктів, а також участь у програмах ЄС щодо логістичної інтеграції. Ці заходи повинні не лише мінімізувати ризики, а й забезпечити сталий експортно-імпорتنний потік на роки вперед.

Згідно з теорією логістичної резильєнтності, для виживання у кризових умовах необхідно розвивати мультимодальні транспортні рішення, що поєднують авто, залізничний, річковий і повітряний транспорт. В умовах втрати портової інфраструктури Україна активізувала використання західних коридорів і Дунайських портів.

Застосування гнучких сценаріїв доставки дозволяє компенсувати втрачену морську логістику за рахунок наземних маршрутів. Стратегічне планування також передбачає регулярне оновлення логістичних маршрутів з урахуванням безпекової ситуації, сезонності, інвестиційних ризиків і геоінформаційних даних. Це дозволяє уникати вузьких місць та перенавантаження хабів.

Аналіз теоретичних та емпіричних джерел свідчить: лише комплексна трансформація логістичної системи дозволить Україні відновити експортний потенціал. Такі компоненти, як транспортна децентралізація, впровадження цифрових рішень, побудова мультимодальних маршрутів та інституційне зміцнення співпраці з ЄС, є взаємопов'язаними і не можуть реалізовуватись ізольовано.

Важливо наголосити, що адаптивна модель логістики повинна враховувати досвід останніх років: обстріли, блокування портів, зміщення ринків, дефіцит кадрів, складські проблеми. Кожне управлінське рішення має ґрунтуватися не лише на економічній доцільності, а й на стратегії стійкості, що включає інвестиції в інфраструктуру, створення резервів та цифрову інтеграцію.

Комплексний аналіз дозволяє визначити, що для підвищення логістичної стійкості необхідно поєднувати інфраструктурні, цифрові, геополітичні й управлінські рішення. В умовах війни ефективною є стратегія «адаптивної логістики» регулярна зміна маршрутів, поєднання видів транспорту, цифрове управління даними та розвиток партнерств. Підтримка з боку ЄС, впровадження

інновацій, логістичних кластерів та диджиталізація процедур – це основа майбутньої стійкої логістики.

Висновки до розділу 3

1. Відновлення логістичних ланцюгів України визначається комбінацією політичних рішень, інфраструктурної доступності та ефективного використання наявних транспортних засобів; найвищий позитивний вплив на експорт мають залізнична мережа (кореляція до +0.56) та портова перевалка (+0.63), що підтверджується результатами регресійного моделювання ($R^2 = 0.96$, значущість змінних $p < 0.05$); найперспективніші напрямки – автомобільний та річковий транспорт (особливо Дунайський кластер), які демонструють стабільне зростання обсягів під час війни; морська логістика, хоча й критично важлива, перебуває в умовах високих ризиків, що робить інвестиції в неї вкрай обережними; авіаційний напрям є повністю недоступним у поточних умовах, і не розглядається як релевантний до повноцінного відновлення логістичних потоків у найближчій перспективі.

2. Основними бар'єрами логістичного відновлення є руйнування понад 400 об'єктів інфраструктури, блокування портів, перевантаження західного кордону та дефіцит спеціалізованого транспорту; ефективні рішення включають: розширення пунктів пропуску на західному кордоні; модернізацію Дунайських портів; інтеграцію цифрових сервісів (eЧерга, TMC, ERP); запуск лізингових програм для оновлення вагонного парку; формування національної інтерактивної мапи логістичних вузлів; на базі проведеного сценарного аналізу найбільш досяжним є адаптаційний сценарій, що передбачає розвиток мультимодальних маршрутів, цифровізацію логістичних операцій і євроінтеграцію через TEN-T; проривна стратегія можлива лише за умови стабілізації безпекової ситуації та мобілізації міжнародного фінансування; в інерційному сценарії зберігається логістична вразливість і нестабільність експортних потоків.

3. Ключовим вектором розвитку є впровадження адаптивної мультимодальної логістики, що базується на гнучкому поєднанні автомобільного, залізничного, річкового та (у перспективі) авіаційного транспорту; стратегічним ресурсом стає цифрове управління логістикою – використання TMS, цифрових двійників, алгоритмів прогнозування, автоматизації обробки вантажів і документів; геополітично важливо посилювати міжнародні партнерства через спільні інфраструктурні проєкти, участь у програмах ЄС, забезпечення політичних гарантій для морських перевезень і страхування у зонах ризику; формування стійкої логістики має відбуватись не точково, а системно, через інституційне укріплення логістичних кластерів, координацію державної політики, стратегічне планування та створення національної логістичної стратегії дій; лише за таких умов можливе не просто відновлення логістики, а її трансформація в конкурентну перевагу для українського експорту в умовах глобальної нестабільності.

ВИСНОВКИ

Відповідно до поставленої мети – *проаналізувати вплив змін у логістичних ланцюгах на експортні можливості України в умовах війни та визначити напрями їх покращення* – у кваліфікаційній роботі було досягнуто всіх запланованих завдань. Узагальнені висновки:

1. За результатами аналізу наукових підходів і теоретичних концепцій встановлено, що логістичні ланцюги в умовах війни набувають стратегічної функції не лише як транспортна інфраструктура, а як критичний компонент національної безпеки. Сучасні теорії адаптивної логістики, логістичної стійкості, мультимодальності та цифрової інтеграції є актуальними для характеристики змін у ланцюгах постачання в умовах повномасштабної війни. Виявлено, що ефективність логістичних систем прямо впливає на обсяг експорту, бюджетні надходження та стійкість виробничо-торговельних кластерів.

2. У ході оцінки впливу війни на логістичні маршрути України встановлено, що традиційна система, заснована на морських і залізничних перевезеннях, зазнала критичних руйнувань. Зокрема, частка морських перевезень скоротилася до 0,04%, авіаційні припинені повністю. Водночас відбулося значне зростання навантаження на автомобільну (до 77%) та частково залізничну логістику. Зміни маршрутів відбулися в напрямку західних кордонів (Польща, Румунія, Словаччина), а також у бік Дунайських портів. Встановлено зменшення ефективності через блокування КПП, брак транспорту та знищення понад 400 об'єктів інфраструктури.

3. У процесі дослідження нових логістичних рішень та альтернативних маршрутів доведено, що найбільш перспективними є: розширення Дунайського транспортного кластеру (Рені, Ізмаїл), модернізація західних залізничних і автомобільних КПП, інтеграція з TEN-T та розвиток мультимодальних логістичних хабів. Підтверджено ефективність цифрових рішень «єЧерга», TMS, ERP для управління навантаженням і зменшення витрат часу та ресурсів. Такі

зміни дозволяють сформувати адаптивну логістичну систему, менш вразливу до шоків.

4. У результаті аналізу експортної динаміки основних галузей (агросектор, металургія, машинобудування) встановлено стійкий зв'язок між логістичними параметрами та обсягами експорту. Найвищу кореляцію виявлено для автотранспорту (+0,65), залізниці (+0,56) та перевалки в портах (+0,63). В аграрному секторі логістична адаптація забезпечується мультиплікацією схем доставки та створенням локальних хабів. У металургії спостерігається різке скорочення обсягів через ускладнений доступ до портів. Машинобудування залежить від імпорتنих комплектуючих, тому найбільше страждає від логістичних затримок.

5. За допомогою програмних засобів аналізу даних (Excel, SPSS, ARIMAX-моделювання) доведено наявність значущого статистичного зв'язку між логістичними змінами й обсягами експорту (R^2 у регресійній моделі = 0,96, $p < 0,05$). Варіаційно-кореляційний аналіз виявив, що критичними предикторами експортної активності є обсяг перевалки, вантажообіг та стан залізничної інфраструктури. Побудовані моделі прогнозування демонструють високу точність у середньостроковій перспективі.

6. У межах порівняльного аналізу традиційних і нових логістичних рішень підтверджено, що саме нові мультимодальні маршрути є більш стабільними, менш ризикованими і гнучкими. Автомобільна та річкова логістика мають нижчі ризики в умовах обстрілів та блокад. Залізничний напрямок потенційно ефективний, але потребує відновлення. Морська логістика є критично важливою, але ризикованою; авіаційна нереалізована. Нові шляхи забезпечують адаптацію експортних потоків навіть за умови зовнішнього тиску.

7. Економічний аналіз показав, що переналаштування логістичних ланцюгів дає значні потенційні вигоди: підвищення стабільності перевезень, зниження логістичних витрат, збільшення експортних можливостей. Водночас оцінено втрати через руйнування інфраструктури та порушення маршрутів. У

розрахунках враховано інвестиційну привабливість за видами транспорту, рівень ризиків і доступність в умовах війни.

8. Розроблено практичні рекомендації для держави та бізнесу, що включають: термінове відновлення критичних об'єктів логістичної інфраструктури; розвиток логістичних кластерів у західних і південних регіонах; цифровізацію логістичних процесів; залучення інвестицій через програми TEN-T; інтеграцію мультимодальних маршрутів; створення національної логістичної стратегії. Запропоновано три сценарії розвитку (інерційний, адаптаційний, проривний), із яких адаптаційний визнано найбільш реалістичним для періоду 2025–2027 рр.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барашков В. С. Інформаційна система для побудови логістичних ланцюгів // DSpace НАДІУ. URL: <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/39c7bda0-aaба-4cee-a58d-37f1c5f3ea28/content>
2. Безугла Л. С., Юрченко Н. І., Ільченко Т. В., Пальчик І. М., Воловик Д. В. *Логістика: навчальний посібник*. – Дніпро: Пороги, 2021. – 252 с.
3. Білоцерківський О. Б., Єрмак С. І., Міщенко С. М. *Логістика: навч. посібник*. – Харків: НТУ «ХПІ», 2010. – 152 с.
4. Благун І. Дослідження факторів впливу на впровадження технологій блокчейн в логістичному секторі // *Економіка та суспільство*. – 2024. – № 70. – DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-70-135>.
5. Блинов В., Череп О. Логістика під час війни та проблеми з якими зтикаються перевізники // *Сталий розвиток економіки*. 2025. № 1 (52). С. 204–209. URL: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-52-28>
6. В пункті пропуску «Краківець» ускладнено рух вантажного транспорту через блокування на території Польщі // Державна прикордонна служба України. – 2024. – 16 лютого. – Режим доступу: <https://dpsu.gov.ua/uk/news/40933-V-punkti-propusku-Krakivec-uskladneno-ruh-vantazhnogo-transportu-cherez-blokuvannya-na-teritorii-Polshchi> – Назва з екрана.
7. Волохова І. В., Волохов В. А., Лук'янова О. М. Фактори впливу на логістичне забезпечення України в умовах війни // *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Економічні науки*. – 2022. – № 80. – DOI: <https://doi.org/10.18664/btie.80.286822>.
8. Голобородько Я. Війна в Україні: економіка, бізнес, логістика, допомога // Trans.INFO – Офіційний сайт транспорту та логістики. URL: <https://trans.info/ru/viy-na-v-ukrayini-ekonomika-biznes-logistika-dopomoga-27914>
9. Гузь В. Сезон змін для української логістики: як 2024 рік переписав правила контейнерних перевезень в умовах війни [Електронний ресурс] /

Володимир Гузь. – 2024. – Режим доступу: https://cfts.org.ua/blogs/sezon_zmin_dlya_ukransko_logistiki_yak_2024_rik_perepis_av_pravila_konteynernikh_perevezen_v_umovakh_viyuni_704 – Назва з екрана.

10. Заборська Н. К., Жуковська Л. Е. *Основи логістики*. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2011. – 216 с.

11. Завербний А., Двудіт З., Вуєк Х. Особливості формування логістичних ланцюгів в умовах війни та у післявоєнний період // *Економіка та суспільство*. 2022. Вип. 43. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-43-54>

12. Зовнішня торгівля України товарами: підсумки 2024 року / Національний інститут стратегічних досліджень. – 2024. – Режим доступу: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/mizhnarodni-vidnosyny/zovnishnya-torhivlya-ukrayiny-tovaramy-pidsumky-2024-roku> – Назва з екрана.

13. Інновації в галузі логістики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sfii.gov.ua/innovacii-v-galuzi-logistiki/> – Назва з екрана.

14. Кирлик Н. Ю., Гуменюк С. О. Фактори впливу на прибутковість логістичної галузі: фінансові підходи, глобальні тенденції та цифровізація [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: https://eco-science.net/wp-content/uploads/2024/05/5.24._topic_Natal%D1%96a-Yu.-Kyrylyk-Sava-O.-Humeniuk-234-241.pdf – Назва з екрана.

15. Ключові проблеми у сфері транспорту та логістики в період війни в Україні // *logist.today*. URL: https://logist.today/osoboe_mnenie/2024-06-18/klyuchevye-problemy-v-sfere-transporta-i-logistiki-v-period-voyny-v-ukraine/

16. Короленко О. Б. Вплив інформаційних технологій на ефективність логістичних ланцюгів // *Здобутки економіки: перспективи та інновації*. 2025. № 15. URL: <https://econp.com.ua/index.php/journal/article/view/324>

17. Крамський С. О. Публічне управління в сфері логістичних ринків під час військового впливу // *Management Paradigms: колективна монографія / СумДУ*. Суми, 2024. С. 49. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/97484/3/Management_paradigms_2024.pdf#page=49

18. Кривещенко В., Хмурковський Г., Ляденко Т. Оптимізація логістичних ланцюгів постачання в умовах глобальних криз // *Економіка та суспільство*. – 2024. – № 63. – DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-63-110>.

19. Крикавський Є. В., Наконечна Т. В. Від холодної логістики до ланцюгів холодних поставок // Вісник НУ «Львівська політехніка». Серія «Логістика». 2016. № 846. С. 79–84.

20. Крикавський Є. В., Похильченко О. А. *Економіка логістики: навчальний посібник*. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 640 с.

21. Кутко Т., Білецька О. Ланцюги постачання під час війни // Формування механізму нової економіки сталого розвитку країн постсоціалістичного простору: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Тернопіль, 2022). С. 10–11. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/39277/2/FMNESCPS_2022_Kutko_T-Supply_chains_during_the_war_10-11.pdf

22. Лабзіна А. О. Формування логістичної системи промислового підприємства: магістерська дисертація / А. О. Лабзіна ; наук. кер. С. В. Салоїд ; Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т ім. Ігоря Сікорського». – Київ, 2021. – 110 с.

23. Лебедева Н. А., Пащенко П. О. Менеджмент логістичних проєктів енергозбереження в інноваційно орієнтованих організаціях в умовах глобалізації // *Агросвіт*. 2024. № 16. С. 91–101.

24. Логістика під час війни: нові правила та альтернативні коридори // Zammler Group. URL: <https://www.zammler.com.ua/ru/news/logistyka-pid-chas-vijny-novi-pravyla-ta-alternatyvni-korydory/>

25. Майбутнє логістики у 2024–2025: Тренди, що формують галузь [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.proficargo.com.ua/novini/majbutnye-logistyky-u-2024-2025-trendy-shho-formuyut-galuz.html> – Назва з екрана.

26. Мариненко Н. Ю., Кутко Т. І. Сутність і становлення концепції «управління ланцюгом постачання» // *Галицький економічний вісник*. – Т.: ТНТУ, 2024. – Том 88. – № 3. – С. 113–121.
27. Марущак М., Почерніна Н. В., Голомша Н. Є. Аналіз сучасних тенденцій розвитку логістичної галузі в Україні // *Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво*. – Запоріжжя: КПУ, 2023. – Вип. 3 (129). – С. 16–21.
28. Міщук І. П., Марій О. Т. Управління логістичними бізнес-процесами підприємств торгівлі: проблеми теорії та практики // *Bulletin of Sumy National Agrarian University*. 2019. № 4(82). С. 153–159.
29. Мороз С., Левченко С. Логістична галузь України: економічне значення галузі, втрати та перспективи розвитку в умовах війни // *Development of Service Industry Management*. – 2023. – № 3 (11). – С. 75–82. – DOI: [https://doi.org/10.31891/dsim-2023-3\(11\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2023-3(11)).
30. Наконечна Т. В. Проблеми та перспективи функціонування ланцюгів поставок // *Академічні візії*. 2023. № 23.
31. Нікішина О. В., Тараканов М. Л. Теоретико-методичні засади логістичних «розривів» у ланцюгах товарних ринків // *Food Industry Economics*. 2020. № 12(4).
32. Нові технології в транспортно-логістичній галузі. Руйнуємо міфи та розвіюємо найпоширеніші побоювання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://tff.trans.eu/ua/blog/nowi-technologii-w-transporno-logistychnij-galuzi/> – Назва з екрана.
33. Овчаренко А. Г. Управління якістю логістичних бізнес-процесів автотранспортних підприємств: дис. ... д-ра філософії: 073 «Менеджмент» / А. Г. Овчаренко ; наук. кер. О. М. Криворучко ; Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, 2023. – 232 с.
34. Озарко К., Челомбитько В. Особливості управління логістикою за кризових умов господарювання: інформаційний аспект // *Економіка та*

суспільство. – 2022. – Вип. 45. – DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-45-17>.

35. Офіційний сайт компанії DHL [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.dhl.com.ua> – Назва з екрана.

36. Перевізники Словаччини заблокували пункт пропуску на кордоні з Україною // Українська правда. – 2023. – 21 листопада. – Режим доступу: <https://www.pravda.com.ua/news/2023/11/21/7429712/> – Назва з екрана.

37. Петришак П. В. Формування нового підходу до дослідження міжрегіональних логістичних ланцюгів в кризових умовах // Організація, від імені якої випущено видання. 2024. № 12. С. 7–14.

38. Полупан Ю., Малєєва О. Системна модель ризиків та дерева альтернативних рішень з удосконалення логістичного ланцюга виробничого підприємства // Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2024. № 2(28). С. 133–142.

39. Попов В. В. Вплив цифрових технологій на управління логістичними ланцюгами: інноваційні підходи та перспективи // Економіка і управління підприємствами. 2023. № 1. С. 32–39.

40. Резнік Н. П., Кривобок К. В., Літвиненко А. О. Питання вибору розподільних каналів і їх перетворення у збутові логістичні ланцюги // Актуальні проблеми інноваційної економіки. 2021. № 3. С. 20–26.

41. Резнік Н. П., Руденко С. В., Пилипчук К. М. Основні характеристики поняття логістики і системи управління ланцюгами постачань // *Innovation and Sustainability*. 2022. № 3. С. 95–102.

42. Рік після війни: як конфлікт в Україні повплинув на транспортний сектор Європи // Trans.INFO. URL: <https://trans.info/ru/god-posle-voynyi-kak-konflikt-v-ukraine-povliyal-na-transportnyiy-sektor-evropyi-328103>

43. Роль логістичних компаній в економіці України // 0512 – Сайт Миколаєва. URL: <https://www.0512.com.ua/news/3787816/rol-logisticnih-kompanij-v-ekonomici-ukraini>

44. Суецький канал: причини, з яких водний шлях, прокладений у 1869 році, є важливішим, ніж будь-коли [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://firtka.if.ua/blog/view/suetskii-kanal-prichini-z-iaakikh-vodnii-shliakh-prokladenii-u-1869-rotsi-ie-vazhlivim-nizh-bud-koli> – Назва з екрана.
45. Тарнавська Н. П., Сивак Р. Б. Інноваційне управління конкурентоспроможністю логістичних ланцюгів: монографія. Тернопіль: Підручники і посібники, 2011. 240 с.
46. Терещенко С. І., Євтушенко А. М. Логістичний ланцюг постачання: управління та оптимізація // *Журнал стратегічних економічних досліджень*. – 2023. – № 6(17). – С. 207–214.
47. Транспорт України: статистичний збірник / Державна служба статистики України. – Київ, 2023. – 145 с. – Режим доступу: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2024/zb/10/zb_Trans_23.pdf – Назва з екрана.
48. Франів І. А., Хархаліс І. М. Актуальні проблеми логістичних ланцюгів // *Вісник ЛТЕУ. Економічні науки*. 2024. № 76. С. 34–39.
49. Франів І. А., Хархаліс І. М. Чинники структурних деформацій логістичних ланцюгів // *Підприємництво та інновації*. 2024. № 32. С. 158–165.
50. Хархаліс І. М. Концептуальні засади стратегічного управління логістичними ланцюгами та інфраструктурою // *Підприємництво і торгівля*. 2024. № 43. С. 102–110.
51. Хархаліс І. М. Сучасні аспекти логістичних ланцюгів // *Організаційний комітет*. 2024. С. 547. (*Уточнити, якщо це стаття в збірнику, назву видання або конференції*)
52. Чичун В. А., Зеленюк О. В., Полянко Г. О. Формування міжнародних логістичних ланцюгів в умовах стратегічних змін конкурентного середовища // *Економіка та суспільство*. – 2024. – № 59. – DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-23>.
53. Яценко О. М. Впровадження інноваційних технологій у логістичні ланцюги експорту агропродовольчої продукції України // *Інновації та їхній вплив*

на економіку та суспільство. 2024. № 44. С. 44. URL: <https://researcheurope.org/wp-content/uploads/2024/11/re-25.10.24.pdf#page=44>

54. Impact of Russia-Ukraine war on global supply chain problems // *Freightify*. – 2023. – Режим доступу: <https://www.freightify.com/blog/russia-ukraine-war-global-supply-chain-problems> – Назва з екрана.

55. Imran Ali, Gligor D., Balta M., Bozkurt S., Papadopoulos T. From disruption to innovation: The importance of the supply chain leadership style for driving logistics innovation in the face of geopolitical disruptions // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. – 2024. – Vol. 187. – Article 103583. – ISSN 1366-5545. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2024.103583>.

56. Kumar B., Sharma A. Managing the supply chain during disruptions: Developing a framework for decision-making // *Industrial Marketing Management*. – 2021. – Vol. 97. – С. 159–172. – DOI: 10.1016/j.indmarman.2021.07.007.

57. Oliver R. K., Webber M. D. Supply-chain management: logistics catches up with strategy // In: Christopher M., ed. *Logistics: The strategic issues*. – London: Chapman & Hall, 1992. – P. 63–75.

58. Supply chain challenges for 2024: From geopolitics to resilience // KPMG Insights. – 2024. – Режим доступу: <https://kpmg.com/us/en/articles/2024/2024-supply-chain-update.html> – Назва з екрана.

59. The biggest global supply chain risks of 2025 // *Xeneta Market Analysis*. – 2025. – March. – Режим доступу: <https://www.xeneta.com/blog/the-biggest-global-supply-chain-risks-of-2025> – Назва з екрана.

60. Trade Performance // *Trading Economics*. – 2024. – Режим доступу: <https://tradeeconomics.com/trade-and-investment/trade-performance/> – Назва з екрана.

61. Ukraine says Russian strike on Odesa port is an attack on global food security // *Reuters*. – 2025. – March 12. – Режим доступу:

<https://www.reuters.com/world/europe/ukraine-says-russian-strike-odesa-port-is-attack-global-food-security-2025-03-12/> – Назва з екрана.

62. Ukrainian drone production faces new geopolitical barriers / Tafi A., Global Defence Analysis Team // *Financial Times*. – 2025. – April. – Режим доступу: <https://www.ft.com/content/37ba3336-8df1-4a4c-b1c6-bd29309f8185> – Назва з екрана.

63. Wisner J., Tan K. C., Leong G. K. *Principles of Supply Chain Management: A Balanced Approach*. – 3rd ed. – Mason: South-Western Cengage Learning, 2012.

Додаток А Класифікація логістичних ланцюгів

Критерій класифікації	Типи логістичних ланцюгів	Характеристики
За рівнем охоплення	Глобальні	Охоплюють міжнародні перевезення, забезпечують постачання товарів у межах кількох континентів.
	Регіональні	Діють у межах певного регіону або економічного союзу (наприклад, ЄС, NAFTA).
	Локальні	Функціонують на рівні країни, міста або області, забезпечуючи внутрішню логістику.
За функціональним призначенням	Виробничі	Транспортують сировину та напівфабрикати від постачальників до виробничих підприємств.
	Дистрибуційні	Доставляють готову продукцію до роздрібних мереж та кінцевих споживачів.
	Реверсивні (зворотні)	Забезпечують повернення товарів, відходів, упаковки до виробника або переробних підприємств.
	Міжнародні	Орієнтовані на експортно-імпорتنі операції, залучають мультимодальні перевезення.
За структурою	Лінійні (однорівневі)	Простий ланцюг, де товар рухається безпосередньо від виробника до споживача.
	Мережеві (багаторівневі)	Мають кілька рівнів складування, розгалужену інфраструктуру, використовуються у складних системах.
	Гібридні	Поєднання лінійної та мережевої структури, адаптоване під ринкові умови.
За способом організації	Традиційні (фізичні)	Всі процеси виконуються фізичною інфраструктурою, без цифрових технологій.
	Цифрові	Використовують онлайн-платформи для управління та координації поставок.
	Мультимодальні	Комбінують кілька видів транспорту в рамках одного логістичного процесу.
	Інтермодальні	Інтегрують різні види транспорту в єдину систему без розвантаження вантажу при зміні транспорту.
За видом транспорту	Автомобільні	Гнучкі, підходять для доставки на короткі та середні відстані.
	Залізничні	Ефективні для перевезення великих обсягів вантажів на середні та далекі відстані.
	Морські	Найдешевший варіант для міжнародних перевезень на великі відстані.
	Повітряні	Використовуються для швидкого транспортування дорогих або термінових вантажів.
	Річкові	Підходять для перевезення сипучих та великогабаритних вантажів.
За характером продукції	Сировинні	Спрямовані на постачання природних ресурсів (вугілля, газ, нафта тощо).
	Проміжні	Включають транспортування напівфабрикатів та комплектуючих між виробничими підприємствами.
	Готової продукції	Забезпечують доставку кінцевого продукту споживачам.
	Спеціалізовані (харчові, медичні тощо)	Прийосовані для транспортування товарів з особливими умовами зберігання (медикаменти, продукти).
За рівнем інтеграції	Вертикально інтегровані	Всі логістичні процеси контролює одна компанія (від виробництва до дистрибуції).
	Горизонтально інтегровані	Об'єднання компаній одного рівня для спільного використання логістичної інфраструктури.
	Кооперативні	Передбачають спільне використання логістичних ресурсів кількома незалежними компаніями.
	Агломеровані	Включають логістичні парки, склади та термінали, що працюють як єдина система.

За технологічним забезпеченням	Ручне керування	Мінімальна автоматизація, використання традиційних методів управління.
	Автоматизовані	Контроль через ERP-системи, спеціалізоване ПЗ для логістики.
	Інтелектуальні (з використанням ШІ)	Оптимізація маршрутів та управління запасами за допомогою штучного інтелекту.
За ступенем гнучкості	Жорсткі (фіксовані маршрути)	Фіксовані маршрути та графіки, використовуються для стабільних ринків.
	Гнучкі (адаптивні до змін)	Динамічно змінюються відповідно до ринкових умов і зовнішніх факторів.
За типом фінансових потоків	Традиційні (власні кошти)	Логістичні витрати фінансуються власними коштами компанії.
	Кредитні	Фінансування через залучення позикових ресурсів.
	Інвестиційні	Використання зовнішніх інвестицій, наприклад, від венчурних фондів або державних програм.
	Орендовані	Використання лізингових схем для транспортних засобів, складів тощо.

Додаток Б. Скрипт для аналізу, візуалізації та прогнозування логістичних і торговельних показників України

```

# Імпортуємо бібліотеки
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import seaborn as sns

# Завантаження файлу Excel та завантаження всіх аркушів
xls = pd.ExcelFile("Data.xlsx")
dfs = {sheet: xls.parse(sheet) for sheet in xls.sheet_names}

# Очищення даних
for sheet, df in dfs.items():
    df.columns = ['Дата'] + list(df.columns[1:]) # Перейменовуємо перший
    стовпець
    if df['Дата'].dtype == 'O': # Якщо дата у текстовому форматі
        df['Дата'] = pd.to_datetime(df['Дата'], errors='coerce')
    elif df['Дата'].dtype in ['int64', 'float64']:
        df['Дата'] = pd.to_datetime(df['Дата'].astype(int).astype(str),
format='%Y', errors='coerce')
    df = df.dropna(subset=['Дата'])
    dfs[sheet] = df # Оновлюємо очищений датафрейм

# Візуалізація даних
plt.figure(figsize=(10, 5))
for col in df.columns[1:]:
    plt.plot(df['Дата'], df[col], marker='o', label=col)
    plt.title(f"{sheet}")
    plt.xlabel("Дата"); plt.ylabel("Значення"); plt.legend(); plt.grid()
    plt.xticks(rotation=45)
    plt.gca().xaxis.set_major_formatter(plt.matplotlib.dates.DateFormat
ter("%Y"))
    plt.tight_layout(); plt.show()

# Базова перевірка даних
print(f"\nАналіз даних у аркуші: {sheet}")

missing_values = df.isnull().sum() # Перевірка пропущених значень
missing_values = missing_values[missing_values > 0]
if not missing_values.empty:
    print("⚠️ Пропущені значення:")
    print(missing_values)
else:
    print("Пропущених значень немає")

numeric_cols = df.select_dtypes(include=[np.number]) # Перевірка на
від'ємні значення
negative_values = (numeric_cols < 0).sum()
negative_values = negative_values[negative_values > 0]
if not negative_values.empty:
    print("⚠️ Виявлено від'ємні значення в колонках:")
    print(negative_values)
else:
    print("Від'ємних значень немає")

```

```

    outliers = {} # Перевірка на аномальні значення (викиди за 3
стандартних відхилення)
    for col in numeric_cols.columns:
        mean, std = numeric_cols[col].mean(), numeric_cols[col].std()
        outliers_count = ((numeric_cols[col] < mean - 3*std) |
(numeric_cols[col] > mean + 3*std)).sum()
        if outliers_count > 0:
            outliers[col] = outliers_count
    if outliers:
        print("⚠ Виявлено аномальні значення (викиди):")
        for col, count in outliers.items():
            print(f" - {col}: {count} значень")
    else:
        print("Аномальних значень не знайдено")

    if 'Дата' in df.columns: # Перевірка діапазону дат
        min_date, max_date = df['Дата'].min(), df['Дата'].max()
        print(f"Діапазон дат: {min_date} - {max_date}")
        if min_date.year < 2015 or max_date.year > 2025:
            print("⚠ Некоректні дати в наборі даних!")

# Обчислюємо кореляцію для щомісячних даних
df1 = dfs["Monthly_Exports"].copy()
df2 = dfs["Monthly_Freight_Volume"].copy()
df1["Дата"] = pd.to_datetime(df1["Дата"], dayfirst=True)
df2["Дата"] = pd.to_datetime(df2["Дата"], dayfirst=True)
merged = df1.merge(df2,
on="Дата").drop(columns="Дата").apply(pd.to_numeric, errors="coerce")
corr = merged.corr()
corr_result = corr[["Дані"]].drop(index="Дані")
plt.figure(figsize=(7, 5))
sns.heatmap(corr_result, annot=True, fmt=".2f", cmap="coolwarm",
linewidths=0.5)
plt.title("Кореляція: Monthly_Freight_Volume vs Monthly_Exports");
plt.show()

# Річна агрегація експорту
df = dfs['Monthly_Exports'].copy()
df['Дата'] = pd.to_datetime(df['Дата'], format='%d.%m.%Y',
errors='coerce')
df['Рік'] = df['Дата'].dt.year
df_yearly = df.groupby('Рік')['Дані'].sum().reset_index()
df_yearly = df_yearly[df_yearly['Рік'] != 2024]
df_yearly.rename(columns={'Рік': 'Дата'}, inplace=True)
df_yearly.to_excel('/content/Exports.xlsx', index=False)
print("Агреговані річні дані експорту:\n", df_yearly)

# Обчислюємо кореляцію для річних даних
exports = pd.read_excel('Exports.xlsx')
exports['Дата'] = pd.to_datetime(exports['Дата'], format='%d.%m.%Y',
errors='coerce')
exports['Дата'].astype(str).str.extract(r'(\d{4})')[0]
exports['Дата'] = pd.to_numeric(exports['Дата'], errors='coerce')

sheets = {
    'Road_Network_Length': ['Вінницька', 'Волинська',
'Дніпропетровська', 'Донецька', 'Житомирська',

```

```

        'Закарпатська', 'Запорізька', 'Івано-
Франківська', 'Київська', 'Кіровоградська',
        'Луганська', 'Львівська',
'Mиколаївська', 'Одеська', 'Полтавська', 'Рівненська',
        'Сумська', 'Тернопільська',
'Харківська', 'Херсонська', 'Хмельницька', 'Черкаська',
        'Чернівецька', 'Чернігівська'],
    'Rail_Network_Length': ['Вінницька', 'Волинська',
'Дніпропетровська', 'Донецька', 'Житомирська',
        'Закарпатська', 'Запорізька', 'Івано-
Франківська', 'Київська', 'Кіровоградська',
        'Луганська', 'Львівська',
'Mиколаївська', 'Одеська', 'Полтавська', 'Рівненська',
        'Сумська', 'Тернопільська',
'Харківська', 'Херсонська', 'Хмельницька', 'Черкаська',
        'Чернівецька', 'Чернігівська'],
    'Train_Border_Capacity': ['Білоруська', 'Російська', 'Угорська',
'Mолдовська', 'Польська', 'Румунська',
        'Словацька', 'Морська'],
    'Truck_Border_Capacity': ['Білоруська', 'Російська', 'Угорська',
'Mолдовська', 'Польська', 'Румунська',
        'Словацька', 'Морська'],
    'Truck_Transit_Volume': ['Білоруська', 'Угорська', 'Молдовська',
'Польська', 'Румунська', 'Російська',
        'Словацька'],
    'Cargo_Turnover': ['залізничний', 'автомобільний', 'трубопровідний',
'морський', 'річковий', 'авіаційний'],
    'Port_Transshipment_Volume': ['Дані2']
}

# Проходимо по кожному аркушу і обчислюємо кореляцію для кожного стовпця
for sheet_name, columns in sheets.items():
    sheet_data = pd.read_excel('Data.xlsx', sheet_name=sheet_name)
    print(f"Аркуш: {sheet_name}")
    merged_data = pd.merge(exports[['Дата', 'Дані']],
sheet_data[['Дата'] + columns], on='Дата', how='inner')
    if merged_data.empty:
        print(f"⚠️ Порожній DataFrame після merge для аркуша:
{sheet_name}")
    else:
        for column in columns:
            correlation = merged_data['Дані'].corr(merged_data[column])
            print(f"Кореляція між Exports і {column}: {correlation}")

```

```

# Встановлення та імпорт необхідних бібліотек
!pip install pmdarima openpyxl

```

```

import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
import statsmodels.api as sm
from scipy.stats import ttest_ind, mannwhitneyu, shapiro
from statsmodels.tsa.stattools import adfuller, acf, pacf
from statsmodels.stats.diagnostic import acorr_ljungbox,
het_breuschpagan
from statsmodels.stats.stattools import durbin_watson

```

```

from pmdarima import auto_arima
from datetime import datetime
from sklearn.metrics import mean_absolute_error, mean_squared_error
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from statsmodels.stats.outliers_influence import
variance_inflation_factor

# Функція для очищення чисел з пробілами
def clean_numeric(df):
    for col in df.columns[1:]:
        df[col] = df[col].astype(str).str.replace(" ",
        "").astype(float)
    return df

# ЩОРІЧНІ ДАНІ
annual = pd.read_excel("Data2.xlsx")
annual = clean_numeric(annual)
annual.rename(columns={'Дата': 'Year'}, inplace=True)
annual['War'] = (annual['Year'] >= 2022).astype(int)

before_war = annual[annual['Year'] < 2022]
after_war = annual[annual['Year'] >= 2022]

# Тестування різниці між до та після війни
print("\nT-test / Mann-Whitney")
for col in annual.columns[1:-1]:
    try:
        t_stat, t_p = ttest_ind(before_war[col], after_war[col],
equal_var=False)
        u_stat, u_p = mannwhitneyu(before_war[col], after_war[col])
        print(f"{col}: t-test p={t_p:.4f}, Mann-Whitney p={u_p:.4f}")
    except:
        print(f"{col}: помилка при тестуванні")

# Нормалізація змінних (окрім року та War)
features = ['Port_Transshipment_Volume', 'Train_Border_Capacity',
'Truck_Transit_Volume', 'Cargo_Turnover']
scaler = StandardScaler()
X_scaled = scaler.fit_transform(annual[features])
X_scaled_df = pd.DataFrame(X_scaled, columns=features)

# Додаємо константу
X = sm.add_constant(X_scaled_df)
y = annual['Exports']

# Регресія
model = sm.OLS(y, X).fit()
print("\nРегресія")
print(model.summary())

# Dummy-регресія з War
X_war = sm.add_constant(annual[['War']])
model_war = sm.OLS(y, X_war).fit()
print("\nDummy-регресія")
print(model_war.summary())

# ЩОМІСЯЧНІ ДАНІ

```

```

freight = pd.read_excel("Data.xlsx",
sheet_name="Monthly_Freight_Volume")
exports = pd.read_excel("Data.xlsx", sheet_name="Monthly_Exports")

freight = clean_numeric(freight)
exports['Дані'] = exports['Дані'].astype(str).str.replace(" ",
 "").astype(float)

df_monthly = pd.merge(exports, freight, on='Дата')
df_monthly.rename(columns={'Дата': 'Date', 'Дані': 'Exports'},
inplace=True)
df_monthly['Date'] = pd.to_datetime(df_monthly['Date'])
df_monthly.set_index('Date', inplace=True)

# ARIMA (без екзогенних змінних)
print("\nADF-тест на стаціонарність (Exports)")
adf_result = adfuller(df_monthly['Exports'])
print(f"ADF-stat: {adf_result[0]:.4f}, p-value: {adf_result[1]:.4f}")

model_arima = auto_arima(df_monthly['Exports'], seasonal=False,
trace=True)
print("\nARIMA Summary")
print(model_arima.summary())

# Прогноз ARIMA
future_periods = 10
forecast_arima = model_arima.predict(n_periods=future_periods)
forecast_index = pd.date_range(df_monthly.index[-1] +
pd.DateOffset(months=1), periods=future_periods, freq='MS')
forecast_df = pd.DataFrame({'Forecast_ARIMA': forecast_arima},
index=forecast_index)

# ARIMAX (з екзогенними змінними)
exog_vars = df_monthly[['залізничний', 'автомобільний',
'трубопровідний', 'водний', 'авіаційний']]
model_arimax = auto_arima(df_monthly['Exports'], exogenous=exog_vars,
seasonal=False, trace=True)
print("\nARIMAX Summary")
print(model_arimax.summary())

# Прогноз ARIMAX – дублюємо останні значення логістичних факторів
last_exog = exog_vars.iloc[[-1]].values
exog_future = np.tile(last_exog, (future_periods, 1))
forecast_arimax = model_arimax.predict(n_periods=future_periods,
exogenous=exog_future)
forecast_df['Forecast_ARIMAX'] = forecast_arimax

# Оцінка залишків ARIMAX
residuals = model_arimax.resid()
print("ADF (residuals):", adfuller(residuals)[1])
print("Shapiro (residuals):", shapiro(residuals)[1])
print("Ljung-Box:", acorr_ljungbox(residuals, lags=[12],
return_df=True))

exog_with_const = sm.add_constant(exog_vars)
bp_test = het_breuschpagan(residuals, exog_with_const)
print("Breusch-Pagan p-value:", bp_test[1])

```

```

# R²
y_pred = df_monthly['Exports'] - residuals
r2 = 1 - np.sum((df_monthly['Exports'] - y_pred) ** 2) /
np.sum((df_monthly['Exports'] - df_monthly['Exports'].mean()) ** 2)
print("R²:", round(r2, 4))

# Похибка
actual = [3605, 3604, 3018, 3234, 3421, 3260, 3889, 3696, 3310, 3180]

def evaluate_forecast(actual, forecast, label=""):
    mae = mean_absolute_error(actual, forecast)
    rmse = np.sqrt(mean_squared_error(actual, forecast))
    mape = np.mean(np.abs((np.array(actual) - np.array(forecast)) /
np.array(actual))) * 100
    print(f"{label} → MAE: {mae:.2f}, RMSE: {rmse:.2f}, MAPE:
{mape:.2f}%")

evaluate_forecast(actual, forecast_df['Forecast_ARIMA'], "ARIMA")
evaluate_forecast(actual, forecast_df['Forecast_ARIMAX'], "ARIMAX")

# Графік прогнозів
plt.figure(figsize=(10, 5))
plt.plot(df_monthly['Exports'], label='Фактичний експорт')
plt.plot(forecast_df['Forecast_ARIMA'], label='Прогноз ARIMA',
linestyle='--')
plt.plot(forecast_df['Forecast_ARIMAX'], label='Прогноз ARIMAX',
linestyle='--')
plt.title("Прогноз експорту на 10 місяців")
plt.xlabel("Дата")
plt.ylabel("Експорт")
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()

# Графік прогнозів (10 значень)
actual = [3605, 3604, 3018, 3234, 3421, 3260, 3889, 3696, 3310, 3180]
dates = pd.date_range(start="2024-04-01", periods=len(actual),
freq="MS")

forecast_arima = forecast_df['Forecast_ARIMA'].iloc[:10].values
forecast_arimax = forecast_df['Forecast_ARIMAX'].iloc[:10].values

plt.figure(figsize=(10, 5))
plt.plot(dates, actual, label='Фактичні дані', linewidth=2,
color='black')
plt.plot(dates, forecast_arima, label='Прогноз ARIMA', linestyle='--',
color='blue')
plt.plot(dates, forecast_arimax, label='Прогноз ARIMAX', linestyle='--',
color='green')
plt.title("Порівняння фактичного експорту та прогнозів (2024-2025)",
fontsize=14)
plt.xlabel("Місяць")
plt.ylabel("Обсяг експорту")
plt.grid(True)
plt.legend()

```

```
plt.tight_layout()  
plt.show()
```