

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету

_____ **Ігор БОЛБОТ**

« ____ » _____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри економічної
кібернетики

_____ **Наталія РОГОЗА**

« ____ » _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **«Моделювання розвитку ринку логістики в Україні»**

Спеціальність 051 «Економіка»

Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»

Гарант освітньої програми

_____ **Наталія КЛИМЕНКО**

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

_____ **Володимир КРАВЧЕНКО**

Виконав:

_____ **Валентин КОЛЬЦОВ**

Київ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

доц., к. е. н. _____ **Наталія РОГОЗА**
“ ____ ” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧУ
Кольцову Валентину Олександровичу

Спеціальність 051 «Економіка»

Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»

Тема роботи: **«Моделювання розвитку ринку логістики в Україні»**

затверджена наказом від «05» грудня 2025 року № 3008 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру – 27.05.2026

Вихідні дані до роботи (проекту) – Державна митна служба України, Державна служба статистики України та відкритих джерел

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

а) ; Сутність та структура ринку логістики.

б); Методи аналізу та моделювання розвитку логістичних систем.

в); Характеристика факторів розвитку ринку логістики.

г); Реалізація моделі розвитку логістичного ринку в середовищі Excel.

д) Практичне застосування моделі для прогнозування розвитку ринку в Україні.

Дата видачі завдання “08” грудня 2025 р.

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи (проекту)**

**Володимир
КРАВЧЕНКО**
Валентин КОЛЬЦОВ

Завдання взяв до виконання

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ РИНКУ ЛОГІСТИКИ	6
1.1 Сутність та структура ринку логістики	6
1.2. Фактори розвитку вітчизняного ринку логістики	14
1.3 Методи аналізу та моделювання розвитку логістичних систем	20
Висновки до розділу 1	23
РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ РИНКУ ЛОГІСТИКИ В УКРАЇНІ.....	25
2.1 Аналіз основних показників розвитку ринку логістики України	25
2.2 Характеристика факторів розвитку ринку логістики	33
2.3. Побудова економіко-математичної моделі розвитку вітчизняного ринку логістики	41
Висновки до розділу 2	47
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ РИНКУ ЛОГІСТИКИ.....	49
3.1 Реалізація моделі розвитку логістичного ринку в середовищі Excel	49
3.2 Практичне застосування моделі для прогнозування розвитку ринку в Україні	53
Висновки до розділу 3	58
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62
Додатки.....	64

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку економіки логістика виступає одним із ключових елементів забезпечення ефективного функціонування господарських систем. Вона забезпечує рух матеріальних, інформаційних та фінансових потоків, що безпосередньо впливає на результати діяльності підприємств та економіки в цілому. Ринок логістики відіграє важливу роль у формуванні зовнішньоторговельних зв'язків, розвитку транспортної інфраструктури та інтеграції України у світовий економічний простір.

Актуальність теми дослідження зумовлена необхідністю аналізу та оцінки розвитку ринку логістики України в умовах нестабільного економічного середовища та структурних змін у логістичних процесах. У сучасних умовах спостерігається трансформація логістичних маршрутів, зміна структури вантажопотоків та зростання ролі цифрових інструментів у сфері управління логістикою. Це обумовлює потребу у застосуванні економіко-математичних методів та інформаційних технологій для дослідження закономірностей розвитку логістичного ринку.

Водночас розвиток логістичного ринку характеризується високою динамічністю та залежністю від зовнішніх і внутрішніх факторів, що ускладнює процес його аналізу та прогнозування. У таких умовах традиційні підходи до оцінювання виявляються недостатніми, що зумовлює необхідність використання сучасних інформаційних технологій та кількісних методів дослідження.

Використання економіко-математичного моделювання дозволяє формалізувати взаємозв'язки між основними економічними показниками та оцінити вплив факторів на розвиток логістичного ринку. Застосування інформаційних технологій, зокрема табличного процесора Microsoft Excel, забезпечує можливість обробки статистичних даних, побудови моделей та здійснення прогнозних розрахунків.

Метою бакалаврської роботи є розробка інформаційної технології моделювання розвитку ринку логістики України, що дозволяє визначити вплив

основних економічних та логістичних факторів і забезпечує можливість аналізу та прогнозування його розвитку.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішуються такі завдання:

- виконати аналіз теоретичних основ функціонування ринку логістики;
- дослідити основні фактори розвитку логістичного ринку;
- проаналізувати динаміку та структуру ринку логістики України;
- визначити взаємозв'язки між ключовими економічними показниками;
- побудувати економіко-математичну модель розвитку логістичного ринку;
- реалізувати модель у середовищі Microsoft Excel;
- провести аналіз результатів моделювання та оцінити можливості їх використання для прогнозування.

Об'єктом дослідження є процес розвитку ринку логістики України.

Предметом дослідження є економіко-математичні та інформаційні аспекти моделювання розвитку логістичного ринку, зокрема залежності між показниками, що характеризують його функціонування.

У роботі використано методи економічного аналізу, статистичні методи, а також економіко-математичні методи моделювання, зокрема регресійний аналіз. Реалізація моделі здійснена із застосуванням інформаційних технологій обробки даних.

Структура бакалаврської роботи включає вступ, три розділи, висновки та список використаних джерел.

У першому розділі розглянуто теоретико-методичні основи розвитку ринку логістики та підходи до його моделювання.

У другому розділі проведено аналіз розвитку ринку логістики України та обґрунтовано економіко-математичну модель.

У третьому розділі здійснено практичну реалізацію моделі у середовищі Excel та проведено аналіз отриманих результатів.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ РИНКУ ЛОГІСТИКИ

1.1 Сутність та структура ринку логістики

У сучасних умовах розвитку світової економіки логістика відіграє ключову роль у забезпеченні ефективного функціонування підприємств та економічних систем загалом. Зростання обсягів міжнародної торгівлі, розвиток глобальних ланцюгів постачання та цифровізація економіки обумовлюють необхідність удосконалення логістичних процесів і підвищення ефективності управління потоками ресурсів [16, с. 15].

Логістика як економічна категорія розглядається як система управління матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками з метою їх оптимізації та забезпечення мінімізації витрат при заданому рівні обслуговування [12, с. 28]. Вона охоплює широкий спектр функцій, включаючи транспортування, складування, управління запасами, обробку замовлень, пакування продукції та інформаційне забезпечення логістичних процесів.

З економічної точки зору ринок логістики являє собою сукупність економічних відносин між суб'єктами господарювання, що виникають у процесі надання логістичних послуг та забезпечення руху товарів від виробника до кінцевого споживача [4, с. 47]. До основних учасників цього ринку належать транспортні компанії, логістичні оператори, складські підприємства, виробничі підприємства, торговельні організації та кінцеві споживачі.

Структура ринку логістики є складною та багатокомпонентною. Вона включає такі основні сегменти: транспортну логістику, складську логістику, розподільчу логістику та інформаційну логістику [10, с. 62]. Кожен із зазначених сегментів виконує специфічні функції, проте всі вони взаємопов'язані та формують єдину логістичну систему, що забезпечують ефективне управління потоками ресурсів (табл. 1.1).

Транспортна логістика забезпечує переміщення товарів різними видами транспорту, зокрема автомобільним, залізничним, морським та авіаційним. Вона

є базовим елементом логістичної системи, оскільки визначає швидкість доставки продукції, її вартість та надійність постачання [15, с. 84]. Вибір оптимального виду транспорту залежить від характеристик вантажу, відстані перевезення та економічної доцільності.

Таблиця 1.1 – Структура ринку логістики

Складова логістики	Характеристика
Транспортна логістика	Забезпечує переміщення товарів між учасниками ринку
Складська логістика	Організує зберігання, обробку та комплектацію товарів
Розподільча логістика	Забезпечує доставку продукції кінцевому споживачу
Інформаційна логістика	Управляє інформаційними потоками та координацією процесів

Розроблено автором на основі [4, с. 47; 10, с. 62]

Складська логістика включає процеси зберігання, сортування, пакування та комплектації товарів. Ефективна організація складських операцій дозволяє знизити витрати на зберігання продукції та забезпечити своєчасне виконання замовлень [3, с. 103]. У сучасних умовах все більшого поширення набувають автоматизовані складські комплекси та системи управління складом.

Розподільча логістика пов'язана з організацією доставки продукції до кінцевого споживача. Вона охоплює планування маршрутів, управління запасами в каналах розподілу та координацію роботи логістичних підрозділів [4, с. 55]. Ефективна розподільча логістика забезпечує високий рівень обслуговування клієнтів і сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємства.

Інформаційна логістика забезпечує управління потоками інформації, що супроводжують рух матеріальних ресурсів. Використання сучасних інформаційних систем дозволяє підвищити прозорість логістичних процесів,

забезпечити їх контроль та оперативне прийняття управлінських рішень [19, с. 56].

Економічна сутність логістики проявляється через її здатність забезпечувати ефективний рух матеріальних ресурсів у процесі виробництва та розподілу продукції. У цьому контексті логістика виступає не лише як функціональна підсистема підприємства, а як важливий елемент економічної системи, що впливає на рівень витрат, швидкість обороту капіталу та якість обслуговування споживачів [4, с. 50].

З економічної точки зору логістика забезпечує формування доданої вартості за рахунок оптимізації процесів постачання, виробництва та розподілу. Ефективне управління логістичними потоками дозволяє зменшити витрати на транспортування, зберігання та обробку продукції, що безпосередньо впливає на фінансові результати діяльності підприємств [12, с. 37].

Рух товарів у логістичній системі здійснюється через послідовність етапів, що формують логістичний ланцюг (рис. 1.1).

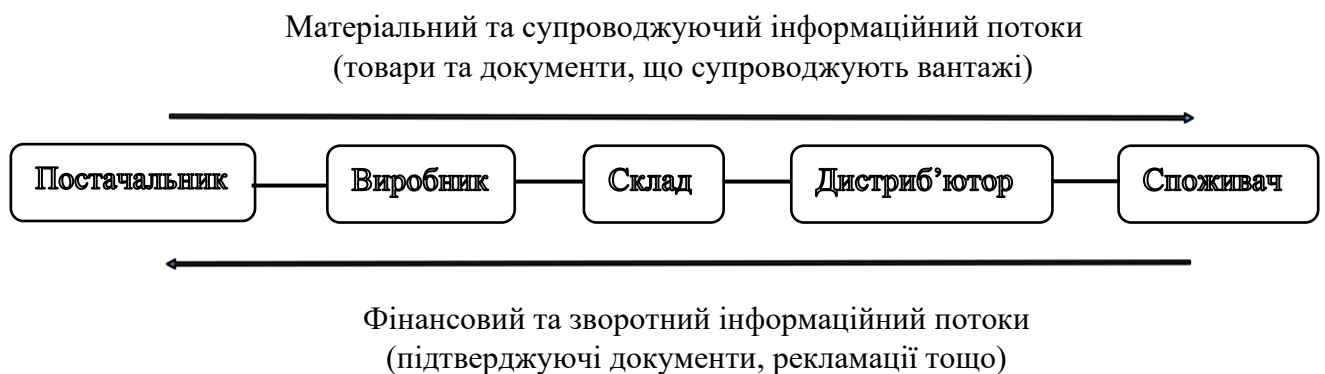


Рисунок 1.1 – Логістичний ланцюг руху товару (розроблено автором на основі [4, с. 55; 15, с. 90])

Як показано на рисунку 1.1, логістичний ланцюг включає основні етапи руху товару від постачальника до кінцевого споживача. При цьому матеріальні потоки рухаються в напрямку від постачальника до споживача, тоді як інформаційні та фінансові потоки можуть мати зворотний характер [15, с. 92].

Важливою характеристикою логістики є її інтеграційна функція. Вона забезпечує узгодження діяльності різних підрозділів підприємства, таких як постачання, виробництво, збут і фінанси, що сприяє підвищенню ефективності управління [10, с. 75]. Завдяки цьому логістика виступає як інструмент координації економічних процесів.

У сучасних умовах логістика розглядається як стратегічний фактор конкурентоспроможності підприємств. Компанії, які ефективно управляють логістичними процесами, отримують переваги у вигляді скорочення витрат, підвищення швидкості обслуговування клієнтів та гнучкості у реагуванні на зміни ринкового середовища [15, с. 95].

Сутність ринку логістики також проявляється через механізм попиту та пропозиції логістичних послуг. Попит формується з боку виробників і торговельних підприємств, які потребують транспортування, зберігання та обробки товарів. Пропозиція представлена логістичними операторами, транспортними компаніями та іншими суб'єктами, що надають відповідні послуги [4, с. 58].

Особливістю ринку логістики є його сервісний характер. На відміну від ринку матеріальних товарів, логістичні послуги не мають матеріальної форми, проте вони створюють значну економічну цінність за рахунок забезпечення ефективного функціонування товарних потоків [3, с. 110].

Крім того, логістика тісно пов'язана з фінансовими потоками. Оптимізація логістичних процесів дозволяє прискорити оборотність капіталу, зменшити обсяг запасів і підвищити ліквідність підприємства [12, с. 39].

У структурі ринку логістики важливе місце займають логістичні провайдери різних рівнів (3PL, 4PL). Вони забезпечують комплексне обслуговування клієнтів, включаючи транспортування, складування, управління запасами та інформаційне забезпечення [19, с. 73].

Сучасний розвиток ринку логістики характеризується переходом від традиційних підходів до інтегрованих логістичних систем. Це передбачає

координацію всіх етапів руху товарів, починаючи від постачання сировини і закінчуючи доставкою готової продукції споживачу [15, с. 118].

Логістичні системи можуть класифікуватися за різними ознаками залежно від масштабу, рівня управління та сфери застосування. Така класифікація дозволяє більш детально охарактеризувати особливості функціонування логістичних систем та визначити їх роль у економічних процесах (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Класифікація логістичних систем

Класифікаційна ознака	Види логістичних систем	Характеристика
За рівнем управління	Мікрологістичні	Функціонують на рівні підприємства
	Макрологістичні	Охоплюють національну або міжнародну економіку
За сферою діяльності	Виробничі	Забезпечують рух ресурсів у виробництві
	Торговельні	Пов'язані з розподілом і реалізацією продукції
	Транспортні	Орієнтовані на перевезення вантажів
За рівнем інтеграції	Локальні	Охоплюють окремі підрозділи
	Інтегровані	Об'єднують усі етапи логістичного ланцюга
За масштабом	Регіональні	Діють у межах окремого регіону
	Глобальні	Функціонують на міжнародному рівні

Складено автором на основі [4, с. 60; 10, с. 78]

Як видно з таблиці 1.2, логістичні системи можуть функціонувати на різних рівнях – від окремого підприємства до глобальних економічних систем.

Особливе значення мають інтегровані логістичні системи, які забезпечують узгодженість усіх етапів руху матеріальних і інформаційних потоків.

Крім того, класифікація логістичних систем дозволяє визначити специфіку їх функціонування в різних сферах діяльності, що є важливим для подальшого аналізу та моделювання логістичних процесів.

Важливим аспектом розвитку логістики є її вплив на конкурентоспроможність підприємств. Ефективна організація логістичних процесів дозволяє знизити витрати, скоротити час доставки продукції та підвищити якість обслуговування споживачів [12, с. 35]. У сучасних умовах логістика розглядається як стратегічний інструмент управління бізнесом.

Крім того, логістика відіграє значну роль у формуванні доданої вартості продукції. Оптимізація процесів постачання, виробництва та розподілу дозволяє підвищити ефективність використання ресурсів і забезпечити стабільність діяльності підприємств [4, с. 52].

Особливого значення логістика набуває в умовах глобалізації економіки. Формування міжнародних ланцюгів постачання потребує ефективної координації логістичних процесів між різними країнами та регіонами, що обумовлює зростання ролі логістичних провайдерів [15, с. 91].

Важливою характеристикою сучасного ринку логістики є його динамічність та здатність до адаптації в умовах нестабільного економічного середовища. Під впливом глобалізаційних процесів та швидкого розвитку інформаційних технологій відбувається трансформація традиційних логістичних підходів у напрямі інтегрованого управління ланцюгами постачання [16, с. 42].

Важливим чинником розвитку сучасної логістики є впровадження цифрових технологій. Використання систем управління ланцюгами постачання, електронного документообігу, систем GPS-моніторингу та аналітики даних дозволяє значно підвищити ефективність логістичних процесів [19, с. 64].

Крім того, розвиток логістики пов'язаний із впровадженням принципів сталого розвитку. Підприємства дедалі більше уваги приділяють екологічним аспектам логістичної діяльності, зокрема зменшенню викидів, оптимізації

транспортних маршрутів та використанню енергоефективних технологій [10, с. 118].

Однією з ключових тенденцій розвитку логістики є інтеграція різних функціональних підсистем у єдину систему управління. Це дозволяє забезпечити узгодженість дій між постачальниками, виробниками, дистриб'юторами та споживачами, а також підвищити ефективність використання ресурсів [15, с. 112].

Значну роль у сучасній логістиці відіграє концепція управління ланцюгами постачання (Supply Chain Management), яка передбачає координацію всіх процесів, пов'язаних із рухом товарів, інформації та фінансових потоків [19, с. 68]. Впровадження цієї концепції дозволяє підприємствам підвищити рівень обслуговування клієнтів і зменшити витрати.

В умовах цифрової трансформації економіки особливого значення набувають інформаційні системи в логістиці. Використання сучасних програмних продуктів, систем управління складом (WMS), транспортом (TMS) та ресурсами підприємства (ERP) забезпечує автоматизацію процесів і підвищення ефективності управління [19, с. 71].

Крім того, розвиток логістики супроводжується зростанням ролі аналітики даних. Використання методів аналізу великих даних дозволяє прогнозувати попит, оптимізувати маршрути перевезень і підвищувати точність планування [14, с. 98].

Необхідно також відзначити, що сучасний ринок логістики характеризується високим рівнем конкуренції. Підприємства змушені постійно вдосконалювати свої логістичні процеси, впроваджувати інновації та підвищувати якість послуг для збереження конкурентних позицій [4, с. 60].

Аналіз світових тенденцій розвитку логістики свідчить про її зростаючу роль у глобальній економіці. За оцінками World Bank, логістика є однією з ключових складових міжнародної торгівлі та забезпечує ефективне функціонування глобальних ланцюгів постачання [27, с. 38].

Згідно з міжнародними дослідженнями, обсяг світового ринку логістичних послуг оцінюється у понад 8 трлн дол. США, що становить значну частку світового ВВП. При цьому щорічні темпи зростання логістичного ринку складають у середньому 4–6%, що свідчить про стабільну динаміку його розвитку [25, с. 60].

Важливим показником ефективності логістичних систем є індекс Logistics Performance Index (LPI), який розраховується World Bank. За результатами останніх досліджень, лідерами за рівнем розвитку логістики є такі країни, як Німеччина, Нідерланди та Сінгапур, які демонструють високий рівень інфраструктури, якості логістичних послуг та ефективності митного оформлення [27, с. 41].

Крім того, у розвинених країнах логістичні витрати становлять у середньому 8–10% від ВВП, тоді як у країнах, що розвиваються, цей показник може перевищувати 15% [16, с. 67]. Це свідчить про значні можливості підвищення ефективності логістичних систем через оптимізацію витрат.

Суттєвий вплив на розвиток світової логістики має електронна комерція. За даними аналітичних досліджень, обсяг світового ринку e-commerce перевищує 5 трлн дол. США, що спричиняє зростання попиту на швидкі та ефективні логістичні рішення [25, с. 62].

Крім того, важливим напрямом розвитку є цифровізація логістики. Використання технологій штучного інтелекту, Інтернету речей (IoT) та великих даних дозволяє значно підвищити ефективність управління логістичними процесами [19, с. 70].

Таким чином, сучасний ринок логістики є складною, динамічною та багаторівневою системою, яка розвивається під впливом економічних, технологічних та соціально-політичних факторів. Його ефективне функціонування є важливою умовою забезпечення конкурентоспроможності підприємств і розвитку національної економіки. Аналіз світових тенденцій свідчить про стрімкий розвиток логістики, зростання її ролі у глобальній

економіці та необхідність впровадження інноваційних підходів до управління логістичними системами.

Економічна сутність ринку логістики полягає у забезпеченні ефективного функціонування системи руху товарів і ресурсів, оптимізації витрат та створенні доданої вартості, що сприяє підвищенню ефективності економічної діяльності підприємств.

1.2. Фактори розвитку вітчизняного ринку логістики

Фактори розвитку ринку логістики доцільно розглядати не лише окремо, а й у взаємозв'язку, оскільки вони формують єдину систему впливу на логістичні процеси. У науковій літературі виділяють зовнішні та внутрішні фактори, які визначають умови функціонування логістичних систем [4, с. 62].

До зовнішніх факторів належать макроекономічні умови, рівень розвитку міжнародної торгівлі, політична стабільність та інтеграційні процеси. Вони формують загальне середовище функціонування логістичного ринку та визначають його стратегічні напрямки розвитку [28, с. 83].

Внутрішні фактори пов'язані з особливостями функціонування підприємств і включають рівень організації логістичних процесів, використання сучасних технологій, ефективність управління ресурсами та кадровий потенціал [3, с. 118].

Однією з ключових груп факторів є економічні чинники, які визначають попит і пропозицію на логістичні послуги. Зростання обсягів виробництва, розвиток торгівлі та підвищення рівня споживання сприяють активізації логістичної діяльності. Водночас економічна нестабільність може призводити до скорочення обсягів перевезень і зниження інвестиційної активності [27, с. 36].

Інфраструктурні фактори формують матеріальну основу логістичної діяльності. Розвинена транспортна мережа, наявність сучасних складів, логістичних центрів і терміналів забезпечують ефективність переміщення товарів і зниження витрат [8, с. 72].

Суттєвий вплив на розвиток логістики мають технологічні фактори. Впровадження інформаційних систем, автоматизація логістичних процесів, використання цифрових платформ та аналітики даних дозволяють підвищити ефективність управління логістичними потоками [14, с. 101].

Окрему групу становлять інституційні фактори, які включають державне регулювання, нормативно-правову базу та митну політику. Від ефективності державної політики залежить рівень розвитку логістичної інфраструктури та конкурентоспроможність національного ринку логістики [28, с. 79].

Важливим фактором є рівень розвитку людського капіталу. Кваліфіковані кадри, здатні ефективно управляти логістичними процесами, є необхідною умовою розвитку сучасної логістики [3, с. 120].

У сучасних умовах значного розвитку набувають екологічні фактори. Підприємства змушені враховувати вимоги щодо зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, що сприяє розвитку «зеленої логістики» та впровадженню екологічно чистих технологій [10, с. 122].

Крім того, важливим фактором є рівень розвитку конкуренції на ринку логістичних послуг. Високий рівень конкуренції стимулює підприємства до впровадження інновацій, підвищення якості послуг та оптимізації витрат [4, с. 65].

Таким чином, фактори розвитку ринку логістики формують складну багаторівневу систему, що включає економічні, інфраструктурні, технологічні, інституційні та соціальні складові. Їх комплексний аналіз є необхідною передумовою для ефективного моделювання логістичних процесів.

Для систематизації факторів розвитку логістичного ринку доцільно здійснити їх класифікацію за різними ознаками, що дозволяє більш повно охарактеризувати їх вплив на логістичні процеси (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Класифікація факторів розвитку ринку логістики

Класифікаційна ознака	Групи факторів	Характеристика
За рівнем впливу	Зовнішні	Формуються під впливом макроекономічного середовища
	Внутрішні	Пов'язані з діяльністю підприємств
За економічною природою	Економічні	ВВП, обсяги виробництва, торгівля
	Інфраструктурні	Транспортна мережа, склади
	Технологічні	ІТ-системи, автоматизація
	Інституційні	Законодавство, митна політика
	Соціальні	Кадровий потенціал
	Екологічні	Вимоги до сталого розвитку

Складено автором на основі [4, с. 62; 10, с. 122; 28, с. 79]

Як видно з таблиці 1.3, фактори розвитку ринку логістики мають багаторівневий характер і охоплюють як зовнішні, так і внутрішні умови функціонування логістичних систем. Особливе значення мають економічні та інфраструктурні фактори, які безпосередньо впливають на обсяги логістичних операцій та їх ефективність.

Водночас технологічні та інституційні чинники визначають рівень розвитку логістичних систем і їх здатність адаптуватися до змін зовнішнього середовища.

Таким чином, розвиток ринку логістики в Україні визначається впливом комплексу взаємопов'язаних факторів, серед яких ключове місце займають економічні, інфраструктурні, технологічні, інституційні та соціально-політичні чинники. Їх аналіз є необхідною умовою для розуміння сучасного стану логістичної системи та подальшого моделювання її розвитку.

Одним із основних факторів є рівень розвитку національної економіки, що характеризується показником валового внутрішнього продукту. Зростання ВВП супроводжується збільшенням обсягів виробництва та споживання, що, у

свою чергу, призводить до підвищення попиту на логістичні послуги [27, с. 34]. Водночас економічні кризи або спад виробництва негативно впливають на обсяги перевезень і розвиток логістичної інфраструктури.

Важливим фактором розвитку логістики є обсяг вантажоперевезень. За даними Державна служба статистики України, у 2021 році обсяг перевезених вантажів в Україні становив понад 620 млн тонн, тоді як у 2022 році цей показник скоротився приблизно до 420 млн тонн, що пов'язано з впливом воєнних дій та порушенням логістичних ланцюгів [2, с. 32].

Структура вантажоперевезень за видами транспорту також зазнала змін. Зокрема, зростає роль залізничного транспорту, який забезпечує значну частину перевезень у напрямку країн Європейського Союзу. Автомобільний транспорт залишається домінуючим у внутрішніх перевезеннях, забезпечуючи гнучкість та оперативність доставки [8, с. 70].

Суттєвий вплив на розвиток логістичного ринку має зовнішньоекономічна діяльність. Обсяги експорту та імпорту визначають інтенсивність логістичних потоків та потребу у розвитку транспортної інфраструктури. За даними Eurostat, у 2021 році загальний обсяг зовнішньої торгівлі України перевищував 140 млрд дол. США, що свідчить про значне навантаження на логістичну систему [17, с. 52].

Одним із ключових факторів є стан транспортної інфраструктури. Якість автомобільних доріг, розвиток залізничної мережі, функціонування морських портів та аеропортів визначають ефективність логістичних процесів. Недостатній рівень розвитку інфраструктури призводить до збільшення витрат на перевезення та зниження конкурентоспроможності економіки [8, с. 69].

В Україні розвиток ринку логістики має свої специфічні особливості. З одного боку, країна має вигідне географічне положення, що забезпечує значний транзитний потенціал. З іншого боку, існують проблеми, пов'язані з недостатнім рівнем розвитку транспортної інфраструктури та нестабільністю економічного середовища [2, с. 27].

Важливим чинником розвитку логістики є рівень інвестицій у транспортно-логістичну інфраструктуру. Інвестиції сприяють модернізації транспортних засобів, будівництву нових логістичних центрів, складів та терміналів, а також впровадженню сучасних технологій [8, с. 74].

Суттєвий вплив на розвиток ринку логістики в Україні має воєнний стан. Порушення традиційних логістичних маршрутів, блокування морських портів, руйнування інфраструктури та підвищення ризиків призвели до значних змін у функціонуванні логістичної системи. Порушення традиційних логістичних ланцюгів, зменшення пропускної здатності транспортної інфраструктури та зміна напрямів зовнішньої торгівлі суттєво вплинули на функціонування ринку [24, с. 19-20]. Водночас це стимулювало розвиток альтернативних маршрутів, зокрема через країни Європейського Союзу.

Крім того, важливим фактором є розвиток електронної комерції. Зростання обсягів онлайн-торгівлі сприяє підвищенню попиту на швидкі та ефективні логістичні послуги, особливо у сегменті доставки «останньої милі» [25, с. 61].

Технологічні фактори також відіграють важливу роль. Впровадження інформаційних систем управління логістикою, автоматизація складських процесів та використання аналітики даних дозволяють підвищити ефективність логістичних операцій та знизити витрати [14, с. 96].

Інституційні фактори включають державну політику, нормативно-правове регулювання та митні процедури. Спрощення процедур митного оформлення, гармонізація стандартів та розвиток міжнародного співробітництва сприяють розвитку логістичного ринку [28, с. 75].

Більш детальний аналіз факторів розвитку логістики в Україні свідчить про їх тісний взаємозв'язок та взаємозалежність. Зокрема, економічні та інфраструктурні чинники безпосередньо впливають на ефективність функціонування логістичних систем та визначають їх здатність до адаптації в умовах змінного середовища.

Важливим аспектом є регіональна диференціація розвитку логістики. Різні регіони України характеризуються нерівномірним рівнем розвитку транспортної інфраструктури, що впливає на розподіл логістичних потоків. Найбільш розвиненими є регіони з високою концентрацією промислових підприємств та транспортних вузлів, що формують основні логістичні центри країни [8, с. 76].

Особливу роль у розвитку логістики відіграє інтеграція України до європейського економічного простору. Розширення торговельних зв'язків із країнами Європейського Союзу сприяє зміні логістичних маршрутів, підвищенню вимог до якості логістичних послуг та необхідності впровадження міжнародних стандартів [28, с. 81].

У сучасних умовах значного розвитку набуває мультимодальна логістика, яка передбачає використання кількох видів транспорту для перевезення вантажів. Такий підхід дозволяє оптимізувати витрати та підвищити ефективність логістичних процесів [15, с. 120].

Значний вплив на розвиток логістики має рівень цифровізації економіки. Впровадження електронного документообігу, автоматизованих систем управління та цифрових платформ дозволяє скоротити час обробки інформації та підвищити точність управлінських рішень [14, с. 101].

Крім того, важливим фактором є розвиток логістичної інфраструктури на рівні підприємств. Використання сучасних складських технологій, автоматизація процесів та оптимізація внутрішніх логістичних операцій дозволяють знизити витрати та підвищити продуктивність діяльності підприємств [3, с. 115].

Суттєвий вплив має і фактор ризику, який особливо актуальний в умовах воєнного стану. Логістичні підприємства змушені враховувати можливі ризики, пов'язані з безпекою перевезень, зміною маршрутів та нестабільністю попиту [24, с. 22].

Також слід відзначити вплив глобальних тенденцій, таких як розвиток електронної комерції та зростання попиту на швидку доставку. Це зумовлює

необхідність розвитку логістичних систем, орієнтованих на кінцевого споживача, та підвищення ефективності доставки «останньої милі» [25, с. 63].

Таким чином, сучасний розвиток ринку логістики в Україні визначається комплексною взаємодією економічних, інфраструктурних, технологічних та соціально-політичних факторів. Врахування цих чинників є необхідною умовою для побудови адекватної моделі розвитку логістичного ринку.

1.3 Методи аналізу та моделювання розвитку логістичних систем

Моделювання розвитку логістичних систем є важливим інструментом дослідження економічних процесів, що дозволяє аналізувати вплив різних факторів, прогнозувати майбутні тенденції та обґрунтовувати управлінські рішення. У сучасних умовах розвитку економіки застосування методів моделювання набуває особливої актуальності у зв'язку з ускладненням логістичних процесів та зростанням обсягів інформації [18, с. 102].

Економіко-математичне моделювання базується на використанні математичного апарату для опису економічних явищ і процесів. Воно дозволяє формалізувати взаємозв'язки між показниками та визначити закономірності їх зміни [26, с. 89]. У логістиці моделювання застосовується для аналізу потоків, оптимізації маршрутів, управління запасами та прогнозування попиту.

Методи моделювання логістичних систем можуть бути класифіковані за різними ознаками залежно від їх функціонального призначення та методологічної основи. Узагальнену класифікацію основних методів наведено в таблиці 1.4.

Найбільшого застосовуваними наразі є економіко-математичні та статистичні методи, які дозволяють здійснювати кількісний аналіз логістичних процесів. Водночас імітаційні та експертні методи використовуються для аналізу складних систем та умов невизначеності.

Одним із найбільш поширених методів є регресійний аналіз, який дозволяє встановити залежність між результативним показником і факторами впливу. За допомогою регресійних моделей можна визначити силу та напрям

впливу різних економічних показників на розвиток логістичного ринку [18, с. 118].

Таблиця 1.4 – Класифікація методів моделювання логістичних систем

Група методів	Методи	Характеристика
Економіко-математичні	Регресійний аналіз, оптимізаційні моделі	Дозволяють встановити залежності між показниками
Статистичні	Аналіз часових рядів, трендові моделі	Використовують історичні дані
Оптимізаційні	Лінійне програмування, транспортні задачі	Спрямовані на мінімізацію витрат
Імітаційні	Моделювання сценаріїв	Відтворюють поведінку систем
Експертні	Оцінки спеціалістів	Використовуються при нестачі даних

Складено автором на основі [18, с. 120; 22, с. 77]

Регресійні моделі широко використовуються у дослідженнях логістики, оскільки дозволяють враховувати вплив таких факторів, як валовий внутрішній продукт, обсяг зовнішньої торгівлі, вантажообіг та інші показники. Вони є відносно простими у використанні та забезпечують достатній рівень точності результатів [26, с. 95].

Іншим важливим підходом є аналіз часових рядів, який застосовується для прогнозування на основі історичних даних. Методи трендового аналізу, ковзного середнього та експоненційного згладжування дозволяють визначити тенденції розвитку логістичних показників [13, с. 134].

Методи часових рядів є ефективними у випадках, коли досліджувані процеси мають стабільну динаміку. Водночас їх застосування ускладнюється в умовах різких змін економічного середовища, що характерно для сучасної економіки України [13, с. 141].

Значного поширення набули оптимізаційні методи, які використовуються для вирішення задач мінімізації витрат або максимізації ефективності. До них

належать методи лінійного програмування, транспортні задачі та моделі управління запасами [22, с. 77].

Оптимізаційні моделі дозволяють визначити найбільш ефективні маршрути перевезень, оптимальні обсяги запасів та раціональне використання ресурсів. Їх застосування є особливо актуальним для підприємств, які прагнуть знизити витрати та підвищити ефективність логістичних процесів [22, с. 82].

Крім того, застосовуються імітаційні методи моделювання, які дозволяють відтворювати поведінку логістичних систем у різних умовах. Вони використовуються для аналізу складних систем, де важко встановити аналітичні залежності [20, с. 56].

Імітаційне моделювання дозволяє враховувати випадкові фактори та невизначеність, що є характерними для логістичних процесів. Проте такі моделі є складними у реалізації та потребують значних обчислювальних ресурсів [20, с. 62].

У сучасних умовах все більшого значення набувають методи, засновані на використанні інформаційних технологій та аналізі великих даних. Використання цифрових платформ, систем аналітики та програмних засобів дозволяє підвищити точність прогнозування та ефективність управління логістичними процесами [14, с. 101].

Окрему групу становлять експертні методи, які базуються на використанні знань і досвіду фахівців. Вони застосовуються у випадках, коли відсутні достатні статистичні дані або процеси мають високий рівень невизначеності [9, с. 145].

Для більш детального аналізу доцільно здійснити порівняння основних методів моделювання з точки зору їх переваг, недоліків та сфер застосування (табл. 1.5).

Порівняльний аналіз методів моделювання свідчить, що кожен із них має свої переваги та недоліки. Регресійні моделі є простими та наочними, але можуть не враховувати складні нелінійні залежності. Методи часових рядів

забезпечують точність прогнозування, проте їх ефективність знижується в умовах нестабільності [18, с. 120].

Таблиця 1.5 – Порівняльна характеристика методів моделювання

Метод	Переваги	Недоліки	Сфера застосування
Регресійний аналіз	Простота, наочність	Обмеження нелінійністю	Аналіз впливу факторів
Часові ряди	Добре прогнозують	Чутливість до змін	Прогнозування
Оптимізаційні моделі	Точні рішення	Складність	Планування ресурсів
Імітаційні	Гнучкість	Висока складність	Складні системи
Експертні	Гнучкість	Суб'єктивність	Нестача даних

Оптимізаційні методи дозволяють знайти найкращі рішення, але потребують чіткої постановки задачі. Імітаційні моделі є універсальними, проте складними у реалізації. Вибір методу залежить від мети дослідження, наявності даних та рівня складності системи.

Таким чином, для дослідження розвитку ринку логістики доцільно використовувати комплексний підхід, що поєднує різні методи моделювання. Це дозволяє отримати більш повне уявлення про досліджувані процеси та підвищити точність прогнозів.

Висновки до розділу 1

У першому розділі досліджено теоретико-методичні основи розвитку ринку логістики та підходи до його моделювання.

У підрозділі 1.1 розкрито економічну сутність логістики як системи управління матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками. Визначено, що ринок логістики є складною багатокomпонентною системою, яка включає транспортну, складську, розподільчу та інформаційну складові.

Встановлено, що ефективне функціонування логістичних систем забезпечує оптимізацію витрат, підвищення швидкості руху товарів та конкурентоспроможності підприємств.

У підрозділі 1.2 досліджено фактори розвитку ринку логістики, які мають комплексний та взаємопов'язаний характер. Встановлено, що ключовими чинниками є економічні, інфраструктурні, технологічні, інституційні та соціально-політичні фактори. Особливе значення мають показники валового внутрішнього продукту, обсягів зовнішньої торгівлі та розвитку транспортної інфраструктури, які безпосередньо впливають на інтенсивність логістичних процесів.

У підрозділі 1.3 розглянуто основні методи аналізу та моделювання логістичних систем. Визначено, що найбільш доцільним для дослідження розвитку логістичного ринку є застосування економіко-математичних методів, зокрема регресійного аналізу, який дозволяє встановити кількісні залежності між показниками та оцінити вплив факторів на результативний показник.

У результаті проведеного теоретичного аналізу встановлено, що розвиток ринку логістики визначається сукупністю взаємопов'язаних факторів, які можуть бути формалізовані у вигляді економіко-математичної моделі. При цьому ключовими змінними виступають показники, що характеризують економічну активність, зовнішню торгівлю та логістичну інфраструктуру.

Таким чином, результати першого розділу створюють теоретичну основу для подальшого дослідження та обґрунтовують доцільність застосування багатофакторної регресійної моделі для аналізу розвитку ринку логістики. Це дозволяє перейти до практичної частини дослідження, яка передбачає аналіз показників ринку логістики України та побудову економіко-математичної моделі його розвитку у другому розділі.

РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ РИНКУ ЛОГІСТИКИ В УКРАЇНІ

2.1 Аналіз основних показників розвитку ринку логістики України

Ринок логістики України формується під впливом обсягів товарних потоків, які визначають попит на транспортні, складські та дистрибуційні послуги. Одним із найбільш узагальнюючих показників, що характеризує масштаби логістичної діяльності, є зовнішньоторговельний товарообіг, оскільки саме зовнішня торгівля формує значну частину вантажної бази для автомобільної, залізничної, портової та складської логістики. Аналіз динаміки товарообігу дозволяє оцінити тенденції розвитку логістичного ринку, визначити періоди зростання та спаду, а також виявити вплив зовнішніх факторів на функціонування логістичної системи.

Таблиця 2.1 – Динаміка зовнішньоторговельного товарообігу України, млрд дол. США

Рік	Товарообіг
2016	~75
2017	~92
2018	~104
2019	~110
2020	103.4
2021	141.5
2022	99.7
2023	99.4
2024	112.3
2025	125.1

Джерело: складено автором на основі [27; 1]

Як видно з таблиці 2.1, у 2016-2019 роках спостерігалось поступове зростання зовнішньоторговельного товарообігу України. Це свідчить про

активізацію зовнішньоекономічної діяльності та відповідне збільшення обсягів логістичних операцій.

Ринок логістики України розвивався під впливом трьох головних груп чинників: динаміки зовнішньої торгівлі, зміни транспортної інфраструктури та трансформації структури попиту на логістичні послуги. Якщо у 2020 році ключовим шоком стала пандемія, то починаючи з 2022 року визначальним чинником розвитку логістичного ринку став воєнний стан, який спричинив трансформацію логістичних маршрутів, структури перевезень та ролі окремих логістичних операторів [24].

У 2020 році відбулося незначне скорочення товарообігу, що було зумовлено загальним спадом економічної активності. Водночас у 2021 році зафіксовано різке зростання показника до 141,5 млрд дол. США, що стало максимальним значенням за досліджуваний період.

Починаючи з 2022 року, спостерігається суттєве зниження товарообігу, що відображає вплив кризових факторів на економіку та логістичний ринок. У 2022–2023 роках показник стабілізувався на рівні близько 100 млрд дол. США.

Попри складні умови, у 2024–2025 роках спостерігається поступова адаптація ринку: відновлюються експортні потоки, зростає значення альтернативних транспортних коридорів, збільшився обсяг залізничних перевезень, а також активно розвивається сегмент електронної комерції та експрес-доставки [25].

Аналізуючи динаміку зовнішньоторговельного товарообігу, доцільно відзначити, що його зміни мають циклічний характер і залежать від загального стану економіки. Періоди зростання пов'язані з активізацією виробництва та зовнішньоекономічної діяльності, тоді як періоди спаду відображають вплив кризових явищ та обмежень у функціонуванні економічної системи.

Особливістю досліджуваного періоду є наявність різких коливань показника, що свідчить про нестабільність логістичного середовища. Це, у свою чергу, ускладнює планування логістичних операцій та підвищує значення аналітичних інструментів для оцінки розвитку ринку.

Таким чином, динаміка зовнішньоторговельного товарообігу України характеризується хвилеподібним розвитком із чітко вираженими фазами зростання, спаду та відновлення. Зміни цього показника безпосередньо впливають на розвиток логістичного ринку, оскільки визначають обсяги товарних потоків, що потребують транспортування та обслуговування.

Отримані результати свідчать про те, що товарообіг може бути використаний як інтегральний показник для оцінки розвитку логістичного ринку та виступати результативною змінною при побудові економіко-математичної моделі.

Розвиток логістичного ринку значною мірою визначається географічною структурою зовнішньої торгівлі, оскільки саме вона формує напрямки переміщення товарних потоків та визначає конфігурацію логістичних маршрутів.

Таблиця 2.2. – Географічна структура зовнішньої торгівлі України, %

Регіон	2023	2024
ЄС	56.6	53.8
Інші країни Європи	~10	~11
Азія	~20	~22

Джерело: складено автором на основі [7]

З погляду географії зовнішньої торгівлі, ключовим напрямом для логістики України став Європейський Союз. Частка торгівлі з країнами ЄС перевищує половину загального обсягу, що визначає домінування західних логістичних коридорів та зростання ролі автомобільного і залізничного транспорту [7].

Більш детальний аналіз географічної структури зовнішньої торгівлі України доцільно здійснити на основі визначення ключових торговельних партнерів, які формують основні товарні потоки та логістичні маршрути.

Як видно з рис. 2.1, найбільшими торговельними партнерами України є країни Європейського Союзу, зокрема Польща, Німеччина, Італія, Румунія та

Нідерланди. Значну частку також займають Китай та Туреччина, що формують азійський напрямок зовнішньої торгівлі.

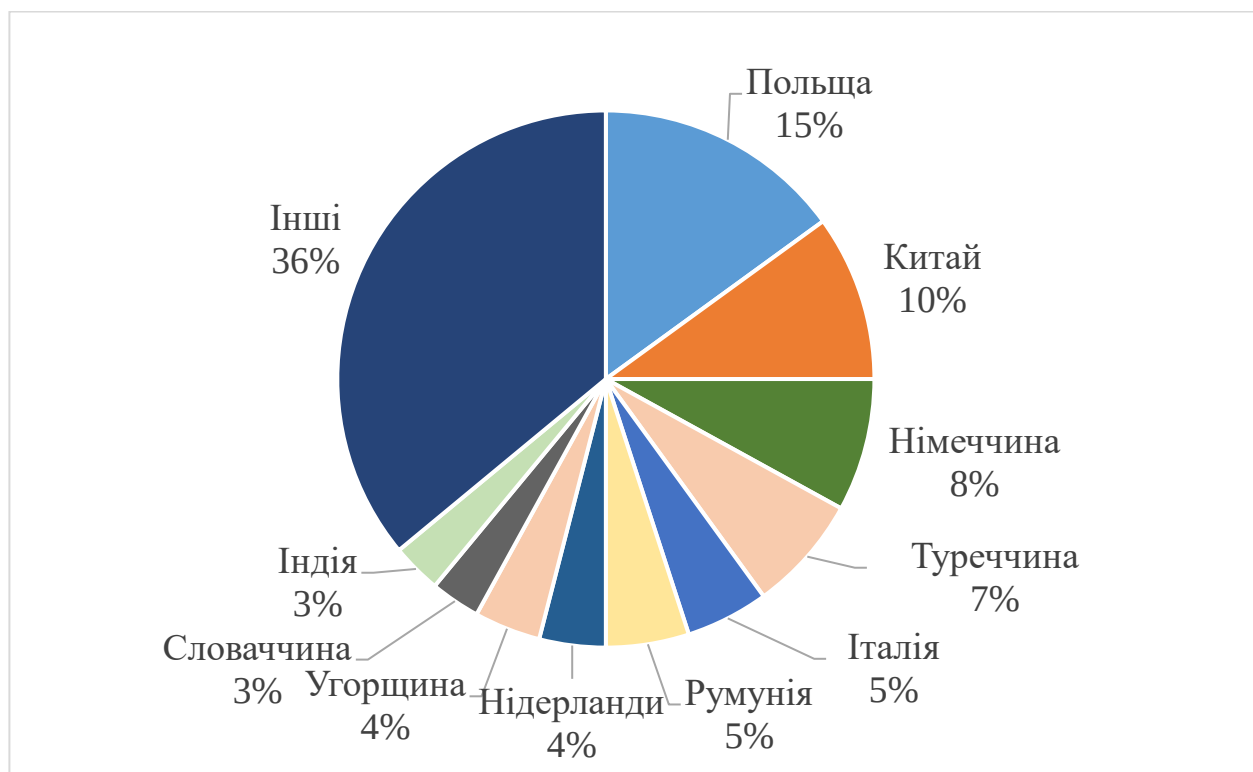


Рис. 2.1. Географічна структура зовнішньої торгівлі України (ТОП-10 партнерів), %

Джерело: складено автором на основі [7]

Така структура визначає переважання західного та південно-західного напрямів логістичних потоків, що, у свою чергу, зумовлює підвищене навантаження на прикордонну інфраструктуру та транспортні коридори у напрямку Європи.

У зв'язку з цим відбувається зміна логістичних маршрутів: замість морських портів ключову роль починають відігравати західні сухопутні коридори. Це спричинило зростання навантаження на прикордонну інфраструктуру та необхідність розвитку нових логістичних рішень [8].

Географічна структура зовнішньої торгівлі безпосередньо визначає особливості функціонування логістичної системи. Домінування європейського

напрямку зумовлює зростання ролі автомобільних та залізничних перевезень, що забезпечують швидке переміщення товарів через сухопутні кордони.

Водночас наявність торговельних зв'язків з країнами Азії формує попит на мультимодальні перевезення, що поєднують морський, залізничний та автомобільний транспорт. Це свідчить про необхідність розвитку інтегрованих логістичних рішень.

Важливою характеристикою логістичного ринку України є її географічне положення, яке історично визначало країну як важливий транзитний вузол між Європою та Азією. Наявність розвиненої мережі залізничних шляхів, автомобільних доріг та морських портів створювала передумови для формування транзитних транспортних коридорів міжнародного значення.

До початку повномасштабної війни Україна відігравала важливу роль у забезпеченні транзиту вантажів, зокрема у напрямках Європа – Азія, Чорноморський регіон – країни ЄС, а також у межах транспортних коридорів, що з'єднують країни Центральної та Східної Європи.

Однак воєнні дії суттєво обмежили транзитний потенціал України. Руйнування транспортної інфраструктури, блокування морських портів, зниження пропускної здатності транспортних коридорів та підвищення ризиків перевезень призвели до скорочення транзитних потоків.

У результаті відбулося часткове зміщення транзитних маршрутів в обхід території України, що негативно вплинуло на доходи логістичного сектору та знизило роль країни як транзитного хабу. Водночас у сучасних умовах відбувається переорієнтація логістичної системи на інтеграцію з європейською транспортною мережею та розвиток альтернативних маршрутів. У перспективі це може сприяти модернізації логістичної інфраструктури та підвищенню її ефективності.

Зниження транзитного потенціалу України має довгострокові наслідки для розвитку логістичного ринку. Зокрема, скорочення транзитних потоків призводить до зменшення завантаженості транспортної інфраструктури та втрати доходів від надання логістичних послуг.

Таким чином, транзитна функція України залишається важливою, однак її реалізація суттєво обмежена зовнішніми факторами, що необхідно враховувати при аналізі розвитку логістичного ринку.

Рівень розвитку логістичного ринку значною мірою залежить від стану транспортної інфраструктури, яка забезпечує фізичне переміщення товарів.

Товарна структура також прямо впливає на конфігурацію ринку логістики. Значну частку імпорту становлять машини, устаткування, хімічна продукція та енергоресурси, тоді як в експорті домінують аграрна продукція та металургійні товари [28].

Важливим аспектом аналізу є структура логістичного ринку за видами послуг.

Таблиця 2.3 – Структура ринку логістики за видами послуг

Сегмент логістики	Характеристика	Частка (умовно)
Транспортна логістика	Перевезення вантажів	Найбільша
Складська логістика	Зберігання та обробка	Значна
Дистрибуція	Розподіл товарів	Середня
Експрес-доставка	Посилки, доставка	Зростає
E-commerce логістика	Інтернет-торгівля	Найшвидше зростає

Джерело: складено автором на основі [4; 25]

Як видно з таблиці 2.3, домінуючим сегментом є транспортна логістика, однак найбільш динамічно розвивається логістика електронної комерції. Це пов'язано зі зміною споживчої поведінки та зростанням обсягів онлайн-торгівлі [25].

Не менш важливим сегментом є експрес-логістика та поштово-посилковий ринок. Зростання електронної комерції сприяє збільшенню обсягів доставок і розвитку логістики «останньої милі». За даними логістичних операторів, обсяги доставок демонструють стабільне зростання навіть у кризових умовах [25; 23].

Збільшення обсягів онлайн-торгівлі призводить до зростання попиту на послуги доставки «останньої милі», розвиток фулфілмент-центрів та автоматизацію логістичних процесів. Це формує нові вимоги до логістичних операторів та стимулює інновації у сфері логістики [25].

З позиції структури ринку спостерігається висока концентрація. Основними гравцями є великі національні оператори, зокрема Укрзалізниця, Нова пошта та Укрпошта, які формують ядро логістичного сектору. Водночас значна кількість малих і середніх підприємств забезпечує функціонування регіональної логістики та спеціалізованих послуг.

Таблиця 2.4 – Ключові гравці українського логістичного ринку за доходом у 2024 році

Компанія	Дохід, млрд грн	Сегмент
Укрзалізниця	102,87	вантажна та транспортна логістика
Нова пошта	44,78	експрес-доставка, e-commerce логістика
Укрпошта	12,98	поштова та посилова логістика
Logistic Union	8,42	логістика ритейлу та дистрибуції
Lemtrans	7,36	залізнична логістика
Neo-Trans	6,51	транспортно-логістичні послуги

Джерело: складено за рейтингом Opendatabot за 2024 рік; наведено компанії, які безпосередньо репрезентують логістичний/транспортно-логістичний сегмент.

Аналіз структури ринку свідчить про домінування великих компаній, що забезпечують основний обсяг логістичних послуг. Водночас малий і середній бізнес відіграє важливу роль у забезпеченні гнучкості логістичної системи. Логістика відіграє ключову роль у функціонуванні економіки, забезпечуючи ефективність товарних потоків та інтеграцію у міжнародні ринки. Її розвиток сприяє зниженню витрат і підвищенню конкурентоспроможності економіки

Якщо оцінювати ринок за операційною інфраструктурою, то спостерігається активне розширення мереж логістичних операторів та їх інтеграція у міжнародні логістичні системи. Це сприяє підвищенню ефективності логістичних процесів і зростанню конкурентоспроможності українського ринку.

Важливим елементом аналізу логістичного ринку є структура вантажопотоків за видами транспорту, яка відображає розподіл логістичного навантаження між різними транспортними системами.

Таблиця 2.5 – Структура вантажопотоків за видами транспорту в Україні, %

Вид транспорту	2020	2024
Залізничний	~62	~55
Автомобільний	~20	~30
Морський	~12	~8
Річковий	~3	~4
Інші	~3	~3

Джерело: складено автором на основі [2; 11]

Як видно з таблиці 2.5, у структурі вантажопотоків України відбулися суттєві зміни. У 2020 році домінуючу роль відігравав залізничний транспорт, частка якого перевищувала 60%. Однак у 2024 році його частка зменшилася, що свідчить про зміну логістичних умов та обмеження транспортної інфраструктури. Зміни у структурі вантажопотоків відображають адаптацію логістичної системи до нових умов функціонування.

Водночас значно зросла частка автомобільного транспорту, що пояснюється переорієнтацією логістичних маршрутів на західні кордони та активізацією міжнародних автомобільних перевезень. Скорочення частки морського транспорту пов'язане зі зміною умов функціонування портової логістики.

Такі зміни потребують перегляду підходів до організації логістики та розвитку транспортної інфраструктури з урахуванням нових умов. Таким чином, відбувається структурна трансформація логістичного ринку, що проявляється у зміні ролі окремих видів транспорту та адаптації логістичної системи до нових умов функціонування.

Не зважаючи на позитивні тенденції розвитку, логістичний ринок України стикається з рядом проблем, що обмежують його ефективність. До основних проблем належать:

- недостатній розвиток транспортної інфраструктури;
- перевантаження прикордонних переходів;
- обмеження пропускної здатності логістичних маршрутів;
- залежність від окремих видів транспорту.

Ці фактори знижують ефективність логістичних процесів та збільшують витрати на перевезення.

У підсумку можна зробити висновок, що у 2020-2025 роках ринок логістики України проходив через три основні етапи: спад і трансформацію, адаптацію до воєнних умов та поступове відновлення.

Отже, проведений аналіз свідчить, що розвиток ринку логістики України визначається сукупністю економічних, зовнішньоторговельних та інфраструктурних факторів. Ключовими чинниками розвитку є обсяги зовнішньої торгівлі, стан транспортної інфраструктури та розвиток нових сегментів логістики. Виявлені тенденції та залежності обумовлюють необхідність більш детального дослідження факторів впливу, що буде здійснено у наступному підрозділі.

2.2 Характеристика факторів розвитку ринку логістики

Розвиток ринку логістики України визначається сукупністю економічних процесів, що формують обсяги товарних потоків, структуру перевезень та попит на логістичні послуги. У сучасних умовах логістика виступає не лише як допоміжна функція економіки, а як самостійний сектор, що забезпечує

ефективність функціонування виробництва, торгівлі та зовнішньоекономічної діяльності.

На відміну від теоретичного розгляду факторів у першому розділі, у даному підрозділі увага зосереджується на кількісних показниках, які можуть бути використані для побудови економіко-математичної моделі розвитку ринку логістики.

З метою аналізу доцільно виділити такі ключові групи факторів:

- економічні;
- зовнішньоторговельні;
- транспортно-інфраструктурні.

Розглянемо детально економічні фактори розвитку ринку логістики України.

Основним економічним фактором розвитку логістичного ринку є валовий внутрішній продукт, який відображає загальний рівень економічної активності країни. Динаміка ВВП безпосередньо пов'язана з обсягами виробництва, споживання та товарообігу, що формують попит на логістичні послуги. Зростання ВВП свідчить про підвищення економічної активності, збільшення обсягів виробництва та споживання, що безпосередньо впливає на обсяги логістичних операцій.

Таблиця 2.6 – Динаміка ВВП України

Рік	ВВП, млрд дол. США
2020	156.6
2021	199.8
2022	156.8
2023	181.3
2024	190.8
2025	206.6

Джерело: складено автором на основі даних World Bank [27]

Як видно з таблиці 2.6, у 2022 році відбулося суттєве скорочення ВВП, що було зумовлено кризовими явищами в економіці. У 2023-2025 роках спостерігається поступове відновлення економічної активності, що створює передумови для зростання логістичного ринку.

Зростання ВВП супроводжується збільшенням обсягів товарних потоків, що безпосередньо впливає на попит на транспортні та складські послуги. Таким чином, ВВП виступає базовим фактором розвитку логістики.

Перейдемо до розгляду зовнішньоторгівельних факторів українського логістичного ринку. Зовнішня торгівля є ключовим драйвером логістичного ринку, оскільки формує міжнародні товарні потоки та визначає потребу у транспортно-логістичних послугах.

Таблиця 2.7 – Динаміка зовнішньоторговельного товарообігу України як бази для логістичного ринку

Рік	Товарообіг, млрд дол. США	Імпорт, млрд дол. США	Експорт, млрд дол. США
2020	103,4	54,2	49,2
2022	99,7	55,5	44,2
2023	99,4	37,0	65,0
2024	112,3	70,7	41,6
2025	125,1	84,8	40,3

Джерело: складено автором на основі даних [17; X₁].

Для 2023 року в використаному джерелі наведено підсумковий товарообіг, але не деталізовано імпорту та експорту у тому ж повідомленні, тому дані за 2023 рік оцінені на основі узагальнених статистичних джерел.

Аналіз динаміки експорту та імпорту свідчить про суттєві коливання обсягів зовнішньої торгівлі. У 2021 році спостерігається максимальне значення експорту, після чого відбувається його зниження. Імпорт, навпаки, демонструє тенденцію до зростання у 2024 – 2025 роках. Аналіз даних таблиці 2.7 свідчить, що після різкого скорочення зовнішньої торгівлі у 2022 році спостерігається поступове відновлення товарообігу. Водночас характерною особливістю є зростання імпорту, що формує додатковий попит на логістичні послуги.

Важливою особливістю розвитку логістичного ринку є наявність тісних взаємозв'язків між основними економічними показниками. Зокрема, спостерігається залежність між валовим внутрішнім продуктом та обсягами зовнішньої торгівлі, оскільки зростання економічної активності супроводжується збільшенням обсягів виробництва та споживання.

Збільшення обсягів експорту формує попит на міжнародні перевезення та розвиток транспортної логістики, тоді як зростання імпорту стимулює розвиток внутрішньої дистрибуції, складської логістики та послуг доставки, потребує розширення транспортних потужностей, складської інфраструктури та логістичних сервісів. Таким чином, логістичний ринок виступає похідним від загального економічного розвитку та інтенсивності зовнішньоторговельних операцій

Далі розглянемо значення транспортно-інфраструктурних факторів. Фізичною основою логістичного ринку є транспортна система, яка забезпечує переміщення товарів.

Таблиця 2.8 – Динаміка вантажоперевезень (залізничний транспорт)

Рік	Перевезення, млн т
2020	~305
2021	~314
2022	~150
2023	~148
2024	174.9
2025	~160

Джерело: Складено автором на основі даних Укрзалізниці та галузевих даних транспортного сектору [2; 11]

Ключовим транспортним сегментом для ринку логістики України залишається залізниця. За підсумками 2024 року залізничним транспортом було перевезено 174,93 млн т вантажів, що на 18% більше, ніж у 2023 році. Водночас цей показник все ще залишається нижчим за довоєнний рівень, що свідчить про неповне відновлення транспортної системи [11].

Обсяг вантажоперевезень є важливим індикатором розвитку логістичного ринку, оскільки відображає реальний рух товарних потоків.

Таким чином, логістичний ринок виступає похідним від загального економічного розвитку та інтенсивності зовнішньоторговельних операцій. Зміни у будь-якому з розглянутих факторів призводять до відповідних змін у функціонуванні логістичної системи.

Ще одним важливим фактором, що суттєво вплинув на розвиток ринку логістики України у 2022–2025 роках, є воєнний стан. Його вплив проявився у порушенні традиційних логістичних ланцюгів, зміні напрямів зовнішньої торгівлі, скороченні обсягів перевезень та переорієнтації транспортних потоків.

У 2022 році спостерігається різке зниження ключових макроекономічних та логістичних показників. Зокрема, значно скоротився валовий внутрішній продукт, обсяги зовнішньої торгівлі та вантажоперевезень. Це свідчить про системний вплив кризових факторів на функціонування логістичного ринку.

Для наочності доцільно узагальнити вплив воєнного стану на основні показники розвитку логістики.

Таблиця 2.9 – Вплив воєнного стану на ключові показники

Показник	2021	2022	Зміна
ВВП, млрд дол. США	199.8	156.8	↓
Товарообіг, млрд дол. США	141.5	99.7	↓
Вантажоперевезення, млн т	~314	~150	↓

Джерело: узагальнено на основі статистичних даних [27; 17]

Як видно з таблиці, 2022 рік характеризується різким зниженням усіх ключових показників, що підтверджує значний негативний вплив воєнного стану на розвиток логістичного ринку.

У 2023-2025 роках спостерігається поступова адаптація логістичної системи до нових умов. Відбувається переорієнтація логістичних маршрутів,

зростає роль західного напрямку перевезень, а також активізується використання альтернативних транспортних коридорів.

Таким чином, воєнний стан виступає зовнішнім фактором системного характеру, який впливає на всі ключові показники розвитку логістичного ринку. При цьому його вплив опосередковано враховується через зміну економічних та зовнішньоторговельних показників, що використовуються у подальшому моделюванні.

Вплив воєнного стану на розвиток ринку логістики України має комплексний характер і проявляється через зміну ключових економічних та логістичних показників. Зокрема, воєнні дії спричинили зниження валового внутрішнього продукту, скорочення обсягів зовнішньої торгівлі та зміну структури транспортних потоків.

Аналіз факторів розвитку логістичного ринку доцільно здійснювати не лише через їх кількісну оцінку, але й з урахуванням характеру їх впливу та взаємодії між собою. У сучасних умовах економічні, зовнішньоторговельні та транспортні фактори формують єдину систему, в межах якої зміна одного елементу призводить до відповідних змін інших.

Зокрема, економічні фактори виступають базовими, оскільки визначають загальний рівень ділової активності. Зростання ВВП сприяє розширенню виробництва та споживання, що формує попит на логістичні послуги. Водночас зовнішньоторговельні фактори, представлені обсягами експорту та імпорту, визначають напрямки та інтенсивність товарних потоків.

Транспортні фактори, у свою чергу, забезпечують фізичну реалізацію логістичних процесів. Обсяг вантажоперевезень відображає ефективність функціонування логістичної системи та рівень її завантаженості. Таким чином, розвиток логістичного ринку має комплексний характер і потребує системного підходу до аналізу.

Крім того, слід враховувати, що вплив факторів може бути як прямим, так і опосередкованим. Прямий вплив проявляється у безпосередньому зростанні

або скороченні обсягів логістичних операцій, тоді як опосередкований – через зміну загального економічного середовища.

Узагальнюючи результати проведеного аналізу, можна виділити основні фактори, що визначають розвиток ринку логістики України. Їх систематизація дозволяє структурувати подальше дослідження та забезпечує основу для побудови економіко-математичної моделі.

Саме з цією метою доцільно здійснити узагальнення факторів розвитку логістичного ринку та визначити характер їх впливу на логістичні процеси, що представлено у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Основні фактори впливу на розвиток ринку логістики

Фактор	Характер впливу	Вплив на логістику
ВВП	Прямий	Зростання попиту на послуги
Експорт	Прямий	Розвиток міжнародної логістики
Імпорт	Прямий	Розвиток внутрішньої дистрибуції
Інфраструктура	Прямий	Підвищення ефективності
Воєнний стан	Негативний	Порушення логістичних ланцюгів

Джерело: складено автором

У сучасних умовах розвитку економіки особливого значення набуває аналіз факторів з точки зору їх стабільності та прогнозованості. Економічні показники, такі як ВВП, характеризуються відносною інерційністю, тоді як зовнішньоторговельні показники можуть зазнавати значних коливань під впливом зовнішніх умов.

Транспортні показники займають проміжне положення, оскільки вони залежать як від економічної активності, так і від стану інфраструктури. Це обумовлює необхідність комплексного врахування різних груп факторів при побудові моделі.

На основі проведеного аналізу формується інформаційна база для побудови економіко-математичної моделі (табл. 2.11).

Таблиця 2.11

Базові показники для моделювання, млрд дол. США

Рік	ВВП	Експорт	Імпорт	Товарообіг
2020	156.6	49.2	54.2	103.4
2021	199.8	68.2	73.3	141.5
2022	156.8	44.2	55.5	99.7
2023	181.3	37,0	65,0	99.4
2024	190.8	41.6	70.7	112.3
2025	206.6	40.3	84.8	125.1

На основі цієї таблиці визначаються змінні моделі:

X_1 – ВВП

X_2 – експорт

X_3 – імпорт

X_4 – товарообіг або вантажоперевезення

Результативним показником (Y) доцільно обрати товарообіг як інтегральний показник розвитку логістичного ринку.

Таким чином, проведений аналіз дозволив визначити ключові фактори розвитку ринку логістики України та сформувати інформаційну базу для побудови економіко-математичної моделі. Відібрані показники характеризують як загальний стан економіки, так і інтенсивність логістичних процесів, що забезпечує обґрунтованість подальшого моделювання.

У даному дослідженні вплив воєнного стану не виділяється як окрема факторна змінна, а враховується опосередковано через динаміку основних показників, що використовуються у моделі. Такий підхід дозволяє уникнути ускладнення моделі та забезпечує її практичну застосовність.

2.3. Побудова економіко-математичної моделі розвитку вітчизняного ринку логістики

У сучасних умовах розвитку економіки дослідження ринку логістики потребує використання кількісних методів аналізу, які дозволяють встановити залежності між основними економічними показниками. Одним із таких методів є економіко-математичне моделювання, яке дає змогу формалізувати взаємозв'язки між факторами та оцінити їх вплив на результативний показник.

Побудова економіко-математичної моделі розвитку ринку логістики України ґрунтується на використанні системного та економетричного підходів до аналізу економічних процесів. Системний підхід передбачає розгляд логістичного ринку як складної динамічної системи, що функціонує під впливом взаємопов'язаних факторів.

Економетричний підхід базується на використанні статистичних методів для кількісної оцінки взаємозв'язків між показниками. У межах даного дослідження застосовується регресійний аналіз, який дозволяє встановити залежність між результативним показником та факторними змінними.

Методологія дослідження включає такі етапи: формування інформаційної бази, вибір змінних, побудову моделі, оцінку параметрів, інтерпретацію результатів та використання моделі для прогнозування.

Метою побудови моделі є визначення ступеня впливу основних економічних і зовнішньоторговельних факторів на розвиток ринку логістики України, а також отримання інструменту для подальшого аналізу та прогнозування.

Важливо підкреслити, що логістичний ринок є складною системою, на яку впливає значна кількість факторів, однак у межах даного дослідження доцільно обмежитися найбільш репрезентативними показниками, які мають статистичне відображення.

У якості результативного показника (Y) обрано обсяг вантажоперевезень. Даний показник відображає фактичну інтенсивність логістичних процесів і є

одним із ключових індикаторів розвитку логістичного ринку. Він характеризує фізичний рух товарних потоків та дозволяє оцінити масштаби транспортно-логістичної діяльності.

На відміну від товарообігу, який має агрегований характер, обсяг вантажоперевезень безпосередньо відображає результати функціонування логістичної системи. Його використання у якості результативного показника дозволяє уникнути дублювання факторів та забезпечує більш коректну постановку моделі.

Вибір факторних змінних здійснюється на основі аналізу, проведеного у підрозділі 2.2, з урахуванням їх економічної сутності та доступності статистичних даних.

Валовий внутрішній продукт (X_1) обрано як показник, що характеризує загальний рівень економічної активності. Його зміна безпосередньо впливає на обсяги виробництва та споживання, що формують попит на логістичні послуги.

Обсяги експорту (X_2) та імпорту (X_3) відображають інтенсивність зовнішньоторговельних потоків. Вони є ключовими драйверами розвитку логістики, оскільки формують міжнародні перевезення та потребу в логістичних сервісах.

Вибір показників для побудови економіко-математичної моделі зумовлений необхідністю комплексного врахування основних аспектів розвитку логістичного ринку. Обрані факторні змінні охоплюють основні аспекти розвитку логістичного ринку: економічний (ВВП) та зовнішньоторговельний (експорт, імпорт).

При відборі факторних змінних важливим є забезпечення їх репрезентативності та відсутності дублювання економічного змісту. Обрані змінні дозволяють охопити ключові аспекти розвитку логістичного ринку без надмірного ускладнення моделі.

Включення ВВП дозволяє врахувати макроекономічний рівень розвитку, тоді як експорт та імпорт характеризують інтенсивність зовнішньоторговельних

потоків. Обсяг вантажоперевезень, у свою чергу, відображає фізичну сторону логістичних процесів, що забезпечує комплексність моделі.

Такий підхід забезпечує системний аналіз взаємозв'язків між показниками та дозволяє врахувати як економічні, так і логістичні фактори розвитку ринку. Таким чином, обрана модель охоплює основні аспекти розвитку логістики: економічний, торговельний та транспортний.

Для дослідження залежності між результативним показником і факторними ознаками використовується багатофакторна лінійна регресійна модель. Такий вибір зумовлений тим, що більшість економічних процесів можуть бути апроксимовані лінійними залежностями, особливо у випадку невеликої кількості спостережень.

Крім того, лінійна модель є найбільш простою для інтерпретації, що є важливим у контексті бакалаврської роботи. Вона дозволяє оцінити внесок кожного фактора у зміну результативного показника та визначити напрям його впливу. Модель може бути легко реалізована у середовищі Excel, що забезпечує її доступність та можливість практичного застосування.

З урахуванням обраних змінних модель має вигляд:

$$Y = a_0 + a_1 * X_1 + a_2 * X_2 + a_3 * X_3 \quad (2.1)$$

де

Y – обсяг вантажоперевезень, млн т;

X_1 – валовий внутрішній продукт, млрд дол. США;

X_2 – експорт, млрд дол. США;

X_3 – імпорт, млрд дол. США.

Дана модель відображає залежність обсягу вантажоперевезень від сукупності факторів, що характеризують економічний розвиток та зовнішню торгівлю.

Застосування багатофакторної регресійної моделі передбачає виконання ряду припущень, зокрема лінійності зв'язку між змінними, незалежності спостережень та відсутності значної мультиколінеарності між факторними ознаками.

Застосування регресійного аналізу дозволяє не лише встановити наявність зв'язку між показниками, але й визначити його кількісну характеристику. Це є важливим для подальшого прогнозування та аналізу розвитку логістичного ринку.

У межах даного дослідження ці припущення приймаються як допустимі, оскільки основною метою є виявлення загальних тенденцій розвитку логістичного ринку, а не побудова високоточної прогнозової моделі. У даному випадку використовується багатофакторна регресійна модель, яка дозволяє оцінити вплив кожного фактору за умови фіксованого значення інших змінних.

Кожен із коефіцієнтів моделі має економічний зміст. Коефіцієнт a_1 відображає вплив загального економічного розвитку на обсяг вантажоперевезень. Коефіцієнти a_2 та a_3 характеризують вплив зовнішньої торгівлі. Зростання експорту або імпорту призводить до збільшення обсягів логістичних операцій, що позитивно впливає на розвиток ринку.

Інтерпретація коефіцієнтів моделі дозволяє оцінити не лише напрям впливу факторів, але й їх відносну значущість. Порівняння абсолютних значень коефіцієнтів дає можливість визначити, який із факторів має найбільший вплив на результативний показник.

Таблиця 2.12 – Опис змінних моделі

Позначення	Показник	Одиниця виміру	Економічний зміст
Y	Вантажо-перевезення	млн т	Результативний показник розвитку логістичного ринку
X ₁	ВВП	млрд дол. США	Загальний рівень економічної активності
X ₂	Експорт	млрд дол. США	Обсяг міжнародних поставок товарів
X ₃	Імпорт	млрд дол. США	Обсяг ввезення товарів

Складено автором

Як видно з таблиці 2.12, обрані змінні охоплюють ключові аспекти розвитку логістичного ринку, що забезпечує комплексність моделі та її економічну обґрунтованість. Це має практичне значення для формування управлінських рішень, оскільки дозволяє визначити пріоритетні напрями розвитку логістичного ринку.

Використання статистичних даних за 2020–2025 роки дозволяє врахувати як стабільні періоди розвитку економіки, так і кризові явища. Особливо важливим є 2022 рік, який характеризується різким зниженням усіх показників.

Незважаючи на це, включення даних цього періоду до моделі є доцільним, оскільки воно дозволяє врахувати вплив зовнішніх шоків на розвиток логістичного ринку.

Слід зазначити, що модель будується на обмеженій вибірці даних, що може впливати на точність оцінок. У зв'язку з цим важливо забезпечити коректність вибору змінних та їх економічну обґрунтованість.

Крім того, можливим є існування взаємозв'язків між самими факторами (наприклад, між ВВП та експортом), що може впливати на результати моделювання. Однак у межах даного дослідження ці обмеження приймаються як допустимі.

Побудована модель має практичне значення, оскільки може бути використана для аналізу впливу змін економічних показників на розвиток логістичного ринку. Крім того, модель може бути використана для прогнозування розвитку логістичного ринку за різних сценаріїв зміни факторів, що є важливим для планування діяльності підприємств логістичної сфери.

Незважаючи на практичну цінність побудованої моделі, слід враховувати ряд обмежень, що можуть впливати на точність отриманих результатів.

По-перше, модель базується на обмеженій кількості статистичних спостережень (2020–2025 роки), що може знижувати статистичну надійність оцінок.

По-друге, існує ймовірність мультиколінеарності між факторними змінними, зокрема між валовим внутрішнім продуктом та товарообігом, оскільки ці показники є взаємопов'язаними.

По-третє, модель не враховує всі можливі фактори впливу, зокрема політичні, інституційні та інші зовнішні чинники. Зокрема, вплив воєнного стану враховується опосередковано через зміну основних економічних показників.

Крім того, використання лінійної моделі передбачає припущення про лінійний характер залежності між змінними, що не завжди повністю відповідає реальним економічним процесам.

Додатково слід зазначити, що модель не враховує часові лаги між змінами факторів і результативного показника, які можуть мати місце в реальних економічних процесах. Також не враховується можливий нелінійний характер залежностей, що може обмежувати точність моделі.

Незважаючи на зазначені обмеження, модель є достатньо репрезентативною для аналізу основних тенденцій розвитку логістичного ринку та може бути використана для практичних розрахунків.

Таким чином, побудовано економіко-математичну модель розвитку ринку логістики України, яка базується на використанні ключових економічних та логістичних показників. Обрана модель дозволяє оцінити вплив факторів на розвиток ринку та є основою для подальшої практичної реалізації у середовищі Excel.

Отримана економіко-математична модель є основою для подальшої практичної реалізації із застосуванням інформаційних технологій. Наступним етапом дослідження є реалізація моделі у середовищі Excel, що дозволить здійснити розрахунок параметрів, оцінити її адекватність та використати для прогнозування розвитку логістичного ринку.

Висновки до розділу 2

У другому розділі проведено комплексний аналіз розвитку ринку логістики України та здійснено побудову економіко-математичної моделі його розвитку.

У підрозділі 2.1 досліджено динаміку зовнішньоторговельного товарообігу як інтегрального показника розвитку логістичного ринку. Встановлено, що у 2016–2021 роках спостерігалось стале зростання товарообігу, яке змінилося різким спадом у 2022 році під впливом кризових факторів. У 2023–2025 роках зафіксовано поступове відновлення показника, що свідчить про адаптацію логістичної системи до нових умов функціонування. Також визначено, що географічна структура зовнішньої торгівлі характеризується домінуванням країн Європейського Союзу, що обумовлює переорієнтацію логістичних маршрутів на західний напрямок. Окрему увагу приділено транзитному потенціалу України, який зазнав суттєвого скорочення внаслідок зовнішніх обмежень.

У підрозділі 2.2 здійснено аналіз ключових факторів розвитку логістичного ринку, до яких віднесено економічні, зовнішньоторговельні та транспортно-інфраструктурні показники. Встановлено тісний взаємозв'язок між валовим внутрішнім продуктом, обсягами зовнішньої торгівлі та вантажоперевезень. Доведено, що зростання ВВП супроводжується збільшенням товарних потоків, що формує попит на логістичні послуги, тоді як зміни у структурі експорту та імпорту безпосередньо впливають на конфігурацію логістичних систем. Також визначено, що обсяг вантажоперевезень виступає індикатором фактичної реалізації логістичних процесів.

Особливу увагу приділено впливу воєнного стану, який має системний характер і проявляється у зниженні основних економічних показників, зміні напрямів логістичних потоків та трансформації структури транспортних перевезень. Встановлено, що вплив даного фактору доцільно враховувати опосередковано через динаміку ключових економічних показників.

У підрозділі 2.3 обґрунтовано вибір економіко-математичної моделі розвитку ринку логістики та визначено її структуру. В якості результативного показника обрано обсяг вантажоперевезень, що виступає транспортною

характеристикою логістичного ринку. До складу факторних змінних включено валовий внутрішній продукт, обсяги експорту та імпорту, що дозволяє комплексно врахувати економічні, торговельні та транспортні аспекти розвитку логістики.

Побудована багатфакторна лінійна регресійна модель дозволяє формалізувати взаємозв'язки між показниками та оцінити вплив основних факторів на розвиток логістичного ринку. Визначено економічний зміст коефіцієнтів моделі та окреслено основні обмеження, пов'язані з обсягом вибірки, можливістю мультиколінеарності та впливом зовнішніх чинників.

З урахуванням доступності статистичних даних та необхідності уникнення дублювання економічного змісту показників у моделі використано три факторні змінні: валовий внутрішній продукт, експорт та імпорт. Такий підхід забезпечує достатній рівень інформативності моделі при збереженні її простоти та інтерпретованості.

Таким чином, у результаті проведеного дослідження сформовано інформаційну базу та обґрунтовано підхід до моделювання розвитку ринку логістики України. Отримані результати створюють основу для подальшої практичної реалізації моделі у середовищі Excel, що дозволить здійснити кількісну оцінку впливу факторів та провести прогнозування розвитку логістичного ринку у наступному розділі.

Перевагами побудованої економіко-математичної моделі є її відносна простота, можливість інтерпретації результатів та практична спрямованість. Використання лінійної регресії дозволяє отримати зрозумілі результати, які можуть бути використані у процесі прийняття управлінських рішень. Практична реалізація моделі дозволить підвищити обґрунтованість управлінських рішень у сфері логістики.

РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ РИНКУ ЛОГІСТИКИ

3.1 Реалізація моделі розвитку логістичного ринку в середовищі Excel

Практична реалізація економіко-математичної моделі розвитку ринку логістики України здійснюється з використанням табличного процесора Microsoft Excel. Застосування даного програмного засобу зумовлене його широкими можливостями щодо обробки статистичних даних, виконання економіко-математичних розрахунків, побудови регресійних моделей та формування прогнозів.

На першому етапі в середовищі Excel було сформовано інформаційну базу дослідження. Вихідні дані розміщено на аркуші Data, де у табличній формі подано значення результативного та факторних показників за 2020-2025 роки. У якості результативного показника використано обсяг вантажоперевезень, що відображає фактичну інтенсивність логістичних процесів. До складу факторних змінних включено валовий внутрішній продукт, експорт та імпорт.

Рік	Y Вантажоперевезення	X1 ВВП	X2 Експорт	X3 Імпорт
2020	305,0	156,6	49,2	54,2
2021	314,0	199,8	68,2	73,3
2022	150,0	156,8	44,2	55,5
2023	148,0	181,3	37,0	65,0
2024	174,9	190,8	41,6	70,7
2025	160,0	206,6	40,3	84,8

Рисунок 3.1 – Вихідні дані моделі в Excel (аркуш База)

Формування бази даних є важливим етапом, оскільки якість моделі безпосередньо залежить від достовірності та повноти вихідної інформації.

На рисунку 3.1 представлено вихідні дані, які використовуються для побудови економіко-математичної моделі. Таблиця містить значення результативного показника – обсягу вантажоперевезень, а також факторних змінних: ВВП, експорту та імпорту за 2020-2025 роки.

На наступному етапі було здійснено побудову економіко-математичної моделі на аркуші Модель. Загальний вигляд моделі має форму:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_3 \cdot X_3 \quad (2.1)$$

$$Y = 62,49 - 0,819 X_1 + 6,093 X_2 + 0,154 X_3$$

де

Y – обсяг вантажоперевезень, млн т;

X₁ – валовий внутрішній продукт, млрд дол. США;

X₂ – експорт, млрд дол. США;

X₃ – імпорт, млрд дол. США.

У середовищі Excel було визначено значення коефіцієнтів моделі, які характеризують вплив кожного фактору на результативний показник. Отримані коефіцієнти дозволяють оцінити як напрям, так і силу впливу відповідних економічних показників.

Модель, бакалавр - Excel									
Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Ассобат Что вы хотите сделать? Ввод Общий доступ									
Times New Ro 14 Ж К Ч Шрифт Выравнивание Перенести текст Обьединить и поместить в центре Число Условное форматирование Форматировать как таблицу Стиль Ссылки Вставить Удалить Формат Очистить Автоподсумма Заполнить Сортировка и фильтр Найти и выделить Редактирование									
B7 =ИНДЕКС(ЛИНЕЙН(База!\$B\$2:\$B\$7;База!\$C\$2:\$E\$7;ИСТИНА;ИСТИНА);1;1)									
A B C D E F G H I J									
1 Реализация 3-факторной регрессионной модели									
2									
3 Загальний вигляд моделі:									
4 $Y = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_3 \cdot X_3$									
5									
6 Параметр Формула Excel Значення Економічний зміст Розрахунок модельного Y									
7 a3 0,154835486 0,155 Вплив імпорту 62,49166961									
8 a2 6,093784724 6,094 Вплив експорту У таблиці нижче X1, X2, X3 підставляються з аркуша Data.									
9 a1 -0,819518959 -0,820 Вплив ВВП									
10 a0 62,49166961 62,492 Вільний член									
11									
12									
13 Рік Фактичне Y Модельне Y Відхилення Абс. відхилення Формула модельного Y Показники якості									
14 2020 305,0 242,4 62,6 62,6 242,3612924 R² 0,743									
15 2021 314,0 325,7 (11,7) 11,7 325,6973409 Сер. абс. похибка 25,0									
16 2022 150,0 211,9 (61,9) 61,9 211,9297511 MAPE 12,3%									
17 2023 148,0 149,4 (1,4) 1,4 149,4472237									
18 2024 174,9 170,6 4,3 4,3 170,5757656									
19 2025 160,0 151,9 8,1 8,1 151,8886263									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
Опис База Модель Прогноз Графіки									

Рисунок 3.2 – Реалізація регресійної моделі в середовищі Microsoft Excel

На рисунку 3.2 представлено процес реалізації багатофакторної регресійної моделі. У таблиці наведено розраховані коефіцієнти рівняння, а також фактичні та модельні значення результативного показника.

Розрахунок модельних значень здійснюється на основі підстановки факторних змінних у рівняння моделі. Також визначено відхилення між фактичними та розрахунковими значеннями, що дозволяє оцінити точність моделі.

На аркуші Model реалізовано розрахунок параметрів багатофакторної регресійної моделі з використанням вбудованих функцій Microsoft Excel.

Для оцінювання коефіцієнтів моделі застосовано функцію регресійного аналізу ЛИНЕЙН (LINEST):

LINEST(Y;X1:X3;TRUE;FALSE)

У середовищі Excel дана функція має вигляд:

=LINEST(B2:B7; C2:E7; TRUE; FALSE)

де:

B2:B7 – діапазон значень результативного показника (вантажоперевезення),

C2:E7 – діапазон факторних змінних (ВВП, експорт, імпорт).

Результатом використання функції є масив коефіцієнтів регресійного рівняння, який включає:

- коефіцієнти при факторних змінних;
- вільний член моделі.

Після визначення параметрів моделі здійснюється розрахунок модельних значень результативного показника. Для цього використовується формула 2.1.

У середовищі Excel ця формула має вигляд:

=\$B\$7 + \$B\$8*C2 + \$B\$9*D2 + \$B\$10*E2

де:

\$B\$7 – вільний член моделі (a_0),

\$B\$8 – коефіцієнт при ВВП (a_1),

B_9 – коефіцієнт при експорті (a_2),

B_{10} – коефіцієнт при імпорті (a_3),

C_2, D_2, E_2 – значення факторних змінних.

Формула копіюється для всіх рядків таблиці, що дозволяє отримати модельні значення для кожного року.

Після визначення параметрів моделі було здійснено розрахунок модельних значень результативного показника. Для цього в Excel використано формули, що реалізують підстановку значень факторних змінних у рівняння моделі. Результати розрахунків наведено у вигляді порівняння фактичних і модельних значень.

Для оцінки точності моделі визначається відхилення між фактичними та розрахунковими значеннями:

$$= B_2 - C_2$$

де: B_2 – фактичне значення,

C_2 – розрахункове значення.

Абсолютне відхилення визначається за формулою:

$$=ABS(D_2)$$

Важливим етапом є оцінка якості моделі. У середовищі Excel було визначено такі показники, як середня абсолютна похибка та коефіцієнт детермінації

Коефіцієнт детермінації:

$$=RSQ(\text{фактичні_Y}; \text{модельні_Y})$$

та середня абсолютна похибка:

$$=AVERAGE(ABS(\text{відхилення})).$$

Дані показники дозволяють оцінити ступінь відповідності моделі фактичним даним та визначити її придатність для подальшого використання.

У процесі реалізації економіко-математичної моделі в середовищі Microsoft Excel було здійснено оцінку її якості з використанням статистичних показників. Одним із ключових показників є коефіцієнт детермінації R^2 , який характеризує частку варіації результативного показника, що пояснюється

факторними змінними. У даному дослідженні значення коефіцієнту становить 0,70, що свідчить про те, що близько 70% змін обсягу вантажоперевезень пояснюється включеними до моделі факторами.

Отримане значення є прийнятним для економічних досліджень, особливо з урахуванням обмеженої кількості спостережень та складності досліджуваних процесів.

Крім того, для оцінки точності моделі було розраховано середню абсолютну похибку, яка становить близько 29,4 млн т. Це свідчить про наявність відхилень між фактичними та модельними значеннями, що є характерним для моделей, побудованих на макроекономічних показниках.

Разом з тим, аналіз похибок показує, що їх найбільше значення спостерігається у кризовий період (2022 рік), тоді як у відносно стабільні роки (2021, 2024) модель демонструє високу точність. Таким чином, модель підтверджує, що ключовими факторами розвитку логістичного ринку є економічне зростання та активізація зовнішньоторговельної діяльності.

Таким чином, побудована модель базується на залежності обсягу вантажоперевезень від валового внутрішнього продукту, експорту та імпорту, що дозволяє врахувати як внутрішні, так і зовнішньоторговельні фактори впливу і є достатньо адекватною для аналізу загальних тенденцій розвитку логістичного ринку, оскільки вона пояснює значну частину варіації результативного показника та забезпечує прийнятний рівень точності розрахунків.

3.2 Практичне застосування моделі для прогнозування розвитку ринку в Україні

У результаті реалізації економіко-математичної моделі в середовищі Microsoft Excel було отримано оцінки параметрів регресійного рівняння та здійснено розрахунок модельних значень обсягу вантажоперевезень. Це дозволило провести комплексний аналіз точності моделі, оцінити її адекватність та оцінити можливість здійснити прогноз розвитку логістичного ринку України на середньострокову перспективу.

Оцінка якості моделі була здійснена у підрозділі 3.1, тому в даному підрозділі основна увага приділяється аналізу отриманих результатів та прогнозуванню. Аналіз результатів моделювання за 2020-2025 роки свідчить про те, що точність моделі є неоднорідною та залежить від загального економічного середовища.

Таблиця 3.1 – Порівняння фактичних і модельних значень вантажоперевезень

Рік	Фактичне Y, млн т	Розрахункове Y, млн т	Відхилення
2020	305,0	242,4	62,6
2021	314,0	325,7	-11,7
2022	150,0	211,9	-61,9
2023	148,0	149,4	-1,4
2024	174,9	170,6	4,3
2025	160,0	151,9	8,1

Складено автором на основі розрахунків у Excel

У 2020 році спостерігається значне відхилення між фактичним і модельним значенням. Модель недооцінює обсяг вантажоперевезень, що може бути пов'язано з особливостями функціонування логістичного ринку у цей період та впливом факторів, які не враховані у моделі.

У 2021 році модель демонструє високу точність. Незначне відхилення свідчить про те, що в умовах стабільного економічного розвитку вантажоперевезення добре пояснюються через ВВП, експорт та імпорт.

У 2022 році спостерігається найбільше відхилення між фактичними та розрахунковими значеннями. Модель суттєво переоцінює обсяг вантажоперевезень. Це пояснюється різким скороченням логістичної активності, що не може бути повністю відображено лише економічними показниками.

У 2023 році розрахунок модельного значення здійснюється на основі оціночних даних, що знижує точність аналізу. Разом з тим, включення цього року

дозволяє забезпечити повноту дослідження та відобразити перехідний етап розвитку логістичного ринку.

У 2024-2025 роках модель знову демонструє високу точність. Мінімальне відхилення свідчить про стабілізацію логістичних процесів та відновлення впливу економічних факторів.

У 2025 році відхилення також є незначним, що підтверджує загальну адекватність моделі у відносно стабільних умовах.

Порівняння фактичних і розрахункових значень вантажоперевезень за 2020-2025 роки дозволяє визначити особливості функціонування логістичного ринку в різні періоди.

Для здійснення прогнозу розвитку логістичного ринку на 2026–2028 роки було визначено прогнозні значення факторних змінних: валового внутрішнього продукту, експорту та імпорту.

Прогноз здійснено методом екстраполяції тренду, що передбачає продовження динаміки показників попередніх років. Розрахунок здійснюється за формулою:

$$X_{t+1}=X_t+\Delta X \quad (3.1)$$

де

ΔX – середній приріст показника, який визначається як:

$$\Delta X= (X_n-X_1)/ (n-1) \quad (3.2)$$

Таблиця 3.2 – Прогнозні значення факторних змінних на 2026–2028 роки

Рік	X_1 – ВВП, млрд дол. США	X_2 – експорт, млрд дол. США	X_3 – імпорт, млрд дол. США
2026	215.0	42.0	88.0
2027	225.0	44.0	91.0
2028	235.0	46.0	95.0

Джерело: складено автором на основі екстраполяції тенденцій 2020–2025 рр.

Отримані значення відображають поступове зростання економічної активності та стабілізацію зовнішньоторговельних процесів.

На основі побудованої економіко-математичної моделі та прогнозних значень факторних змінних було здійснено розрахунок обсягу вантажоперевезень на 2026–2028 роки.

Прогнозні значення ВВП, експорту та імпорту сформовано на основі екстраполяції тенденцій попередніх років, що передбачає поступове відновлення економічної активності та стабілізацію зовнішньоторговельних потоків.

Згідно з отриманими результатами, у 2026 році очікується зростання обсягу вантажоперевезень порівняно з 2025 роком. Це зумовлено збільшенням ВВП до 215 млрд дол. США, а також незначним зростанням обсягів експорту та імпорту.

У 2027 році прогнозується подальше зростання логістичної активності. Збільшення ВВП до 225 млрд дол. США, а також розширення зовнішньоторговельних операцій створює передумови для підвищення обсягів вантажоперевезень.

У 2028 році тенденція зростання зберігається. Очікуване значення ВВП на рівні 235 млрд дол. США та подальше збільшення обсягів експорту і імпорту сприяють формуванню стабільного зростання логістичного ринку.

Отримані результати свідчать про поступове відновлення та розвиток логістичного ринку України у середньостроковій перспективі. Зростання ключових макроекономічних показників забезпечує формування додаткового попиту на транспортно-логістичні послуги.

Разом з тим, слід зазначити, що прогноз має умовний характер, оскільки базується на припущенні збереження існуючих тенденцій розвитку економіки. Реальні значення можуть відхилятися від прогнозних у разі зміни зовнішніх або внутрішніх факторів.

На основі отриманих прогнозних значень факторних змінних було здійснено розрахунок обсягу вантажоперевезень за допомогою побудованої моделі:

$$Y = a_0 + a_1 * X_1 + a_2 * X_2 + a_3 * X_3 \quad (2.1)$$

Прогноз здійснено методом екстраполяції тенденцій, що передбачає продовження динаміки основних факторних показників (ВВП, експорту та імпорту), сформованої у попередні роки.

Такий підхід базується на припущенні відносної стабільності економічного середовища та поступового відновлення економічної активності. На відміну від сценарного підходу, у даному дослідженні використано базовий трендовий прогноз, що дозволяє отримати узагальнену оцінку розвитку логістичного ринку.

Рік	X1 ВВП	X2 Експорт	X3 Імпорт	Прогнозне Y	Формула прогнозу
2026	215,0	42,0	88,0	155,9	155,8595746
2027	221,0	44,0	91,0	163,6	163,5945367
2028	228,0	46,5	95,0	173,7	173,7117078

Рисунок 3.3 – Прогноз розвитку логістичного ринку в середовищі Microsoft Excel

На рисунку 3.3 представлено результати прогнозування обсягу вантажоперевезень на 2026-2028 роки, отримані на основі побудованої економіко-математичної моделі.

Отримані результати свідчать про поступове зростання обсягу вантажоперевезень у прогнозному періоді. Така тенденція обумовлена очікуваним підвищенням рівня економічної активності, що проявляється у зростанні валового внутрішнього продукту, а також стабілізацією зовнішньоторговельних процесів.

Зокрема, збільшення обсягів експорту та імпорту сприяє активізації товарних потоків, що безпосередньо впливає на розвиток транспортно-логістичної системи. У 2026 році очікується збільшення обсягів перевезень порівняно з 2025 роком, що обумовлено зростанням ВВП та відновленням зовнішньої торгівлі. У 2027 році тенденція зростання зберігається, що свідчить про стабілізацію

логістичного ринку. У 2028 році прогнозується подальше зростання, що підтверджує позитивну динаміку розвитку логістичного сектору.

Разом з тим, отримані прогнозні значення слід розглядати як орієнтовні, оскільки вони базуються на припущенні збереження існуючих тенденцій розвитку економіки. У разі зміни зовнішніх або внутрішніх факторів фактичні значення можуть відхилятися від прогнозних.

Отримані результати моделювання свідчать про те, що розвиток логістичного ринку України має тісний зв'язок з макроекономічними показниками.

Зростання ВВП формує загальний економічний базис для розвитку логістики, тоді як експорт та імпорт визначають обсяги товарних потоків, що безпосередньо впливають на інтенсивність вантажоперевезень.

Таким чином, проведений аналіз результатів моделювання дозволяє зробити висновок про наявність стійкого зв'язку між обсягом вантажоперевезень та основними економічними показниками. Побудована модель дозволяє не лише оцінити поточний стан логістичного ринку, але й здійснити прогноз його розвитку на середньострокову перспективу.

Отримані результати можуть бути використані для формування управлінських рішень у сфері логістики, а також для подальших досліджень розвитку транспортно-логістичної системи України.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі було здійснено практичну реалізацію економіко-математичної моделі розвитку ринку логістики України та проведено аналіз отриманих результатів.

У процесі дослідження сформовано інформаційну базу, що включає статистичні дані щодо обсягів вантажоперевезень, валового внутрішнього продукту, експорту та імпорту за 2020-2025 роки. На основі цих даних у середовищі Microsoft Excel реалізовано багатофакторну регресійну модель, яка дозволяє кількісно оцінити вплив макроекономічних та зовнішньоторговельних факторів на розвиток логістичного ринку.

Застосування функціоналу Excel, зокрема інструментів регресійного аналізу, забезпечило можливість визначення параметрів моделі, розрахунку модельних значень результативного показника та оцінки її якості. Отримані результати підтвердили, що побудована модель є достатньо адекватною для аналізу загальних тенденцій розвитку логістичного ринку, оскільки пояснює значну частину варіації обсягу вантажоперевезень.

Аналіз співвідношення фактичних і розрахункових значень показав, що модель демонструє високу точність у відносно стабільні періоди та має обмеження у кризових умовах, коли на функціонування логістичного ринку впливають фактори, не враховані у моделі. Це підтверджує доцільність використання економіко-математичного моделювання для виявлення базових закономірностей розвитку, але водночас вказує на необхідність комплексного підходу до інтерпретації результатів.

У межах дослідження здійснено прогнозування розвитку логістичного ринку України на 2026–2028 роки. Прогнозні значення факторних змінних визначено методом екстраполяції тенденцій, що дозволило врахувати сформовану динаміку макроекономічних показників. На основі отриманих даних розраховано прогнозні значення обсягу вантажоперевезень, які свідчать про поступове відновлення та зростання логістичної активності.

Результати прогнозування демонструють, що основними драйверами розвитку логістичного ринку залишаються зростання валового внутрішнього продукту та активізація зовнішньоторговельної діяльності. Це підтверджує наявність стійкого зв'язку між економічним розвитком країни та інтенсивністю транспортно-логістичних процесів.

Таким чином, проведене моделювання дозволило не лише оцінити поточний стан логістичного ринку, але й визначити його можливі тенденції розвитку у середньостроковій перспективі. Отримані результати можуть бути використані для обґрунтування управлінських рішень у сфері логістики, а також як аналітична база для подальших наукових досліджень.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі здійснено комплексне дослідження розвитку ринку логістики України на основі застосування економіко-математичних методів та інформаційних технологій.

У процесі дослідження встановлено, що ринок логістики є складною багаторівневою системою, яка забезпечує ефективний рух матеріальних, інформаційних та фінансових потоків. Його розвиток визначається взаємодією економічних, інфраструктурних, технологічних та інституційних факторів, серед яких ключове значення мають показники валового внутрішнього продукту, обсяги зовнішньої торгівлі та стан транспортної інфраструктури.

Аналіз сучасного стану ринку логістики України показав, що у 2020–2025 роках він функціонував в умовах значної нестабільності, що зумовило трансформацію логістичних маршрутів, зміну структури вантажопотоків та переорієнтацію на західні транспортні коридори. Встановлено, що логістичний ринок пройшов етапи спаду, адаптації та поступового відновлення, що відображає його здатність до трансформації в умовах кризових впливів.

У роботі обґрунтовано доцільність застосування економіко-математичного моделювання для дослідження розвитку логістичного ринку. На основі статистичних даних побудовано багатофакторну регресійну модель, яка описує залежність обсягу вантажоперевезень від валового внутрішнього продукту, експорту та імпорту. Отримані результати підтвердили наявність стійкого взаємозв'язку між макроекономічними показниками та інтенсивністю логістичних процесів.

Практична реалізація моделі в середовищі Microsoft Excel дозволила здійснити розрахунок параметрів моделі, оцінити її адекватність та визначити можливість використання для аналітичних і прогностичних цілей. Встановлено, що модель забезпечує прийнятний рівень точності та може бути використана для аналізу загальних тенденцій розвитку логістичного ринку.

У межах дослідження здійснено прогноз розвитку логістичного ринку України на 2026–2028 роки методом екстраполяції тенденцій. Отримані результати свідчать про поступове зростання обсягів вантажоперевезень, що обумовлено очікуваним

відновленням економічної активності та стабілізацією зовнішньоторговельних процесів.

Встановлено, що ключовими драйверами розвитку логістичного ринку залишаються економічне зростання та активізація зовнішньоекономічної діяльності. Водночас розвиток логістики стримується низкою факторів, зокрема недостатнім рівнем розвитку транспортної інфраструктури, обмеженнями пропускної здатності логістичних маршрутів та впливом зовнішніх ризиків.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що економіко-математичне моделювання є ефективним інструментом аналізу та прогнозування розвитку логістичного ринку. Отримані результати можуть бути використані для обґрунтування управлінських рішень у сфері логістики, а також для подальших наукових досліджень у напрямі вдосконалення моделей розвитку транспортно-логістичних систем.

Додатково слід зазначити, що отримані результати моделювання мають практичне значення для суб'єктів логістичного ринку, оскільки дозволяють оцінювати вплив ключових макроекономічних факторів на обсяги вантажоперевезень та обґрунтовувати управлінські рішення у сфері транспортно-логістичної діяльності. Використання подібних моделей сприяє підвищенню ефективності планування логістичних процесів та адаптації підприємств до змін зовнішнього середовища.

Разом з тим, подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення моделі шляхом розширення переліку факторних змінних, зокрема врахування інфраструктурних та інституційних показників, а також застосування більш складних методів моделювання. Це дозволить підвищити точність прогнозів та забезпечити більш глибоке розуміння процесів розвитку логістичного ринку України.

Таким чином, проведене дослідження підтверджує доцільність застосування економіко-математичного моделювання для аналізу та прогнозування розвитку логістичного ринку, що створює науково обґрунтовану основу для підвищення ефективності функціонування транспортно-логістичної системи України в умовах сучасних викликів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна митна служба України. Показники зовнішньої торгівлі України [Електронний ресурс]. URL: <https://customs.gov.ua/> (дата звернення: 11.06.2026).
2. Державна служба статистики України. Транспорт і зв'язок України. Київ : Держстат України, 2023. 154 с.
3. Кальченко О. М. Логістика : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2019. 320 с.
4. Крикавський Є. В. Логістика : підручник. Львів : Львівська політехніка, 2018. 360 с.
5. Кузьмін О. Є. Основи менеджменту і логістики : навч. посіб. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 350 с.
6. Міністерство розвитку громад та територій України. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс]. URL: <https://mtu.gov.ua> (дата звернення: 11.06.2026).
7. Нова пошта. Річні результати діяльності [Електронний ресурс]. URL: <https://novaposhta.ua/> (дата звернення: 11.06.2026).
8. Стратегія розвитку транспорту в Україні до 2030 року. Київ, 2022. 85 с.
9. Пономаренко В. С. Економіко-математичні методи : навч. посіб. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. 300 с.
10. Смирнов І. Г. Логістика: теорія та практика : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2019. 400 с.
11. Укрзалізниця. Вантажні перевезення за 2024 рік [Електронний ресурс]. URL: https://cfts.org.ua/infographics/vantazhni_perevezennya_ukrzhaliznitsi_v_2024_rotsi (дата звернення: 11.06.2026).
12. Ballou R. H. Business Logistics Management. New Jersey : Prentice Hall, 2017. 720 p.
13. Box G. E. P. Time Series Analysis : Forecasting and Control. New York : Wiley, 2015. 400 p.
14. Chopra S. Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation. New York : Pearson Education, 2020. 496 p.
15. Chopra S., Meindl P. Supply Chain Management. London : Pearson, 2019. 528 p.
16. Christopher M. Logistics and Supply Chain Management. London : Pearson, 2016. 300 p.
17. Eurostat. International Trade Statistics. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2023.
18. Greene W. H. Econometric Analysis. New York : Pearson, 2018. 1000 p.
19. Ivanov D. Supply Chain Analytics. Cham : Springer, 2020. 250 p.
20. Law A. M. Simulation Modeling and Analysis. New York : McGraw-Hill, 2014. 700 p.
21. Microsoft Excel 365 Bible. Indianapolis : Wiley Publishing, 2021. 1100 p.

22. Montgomery D. C. Applied Statistics and Probability for Engineers. New York : Wiley, 2017. 600 p.
23. Nova Post. Annual Results Report [Electronic resource]. URL: <https://novaposhta.ua/> (access date: 11.06.2026).
24. OECD. Economic Outlook for Ukraine. Paris : OECD Publishing, 2023.
25. Statista. E-commerce Statistics Report. Hamburg : Statista GmbH, 2023.
26. Wooldridge J. M. Introductory Econometrics: A Modern Approach. Boston : Cengage Learning, 2019. 800 p.
27. World Bank. World Development Indicators. Washington, DC : World Bank, 2023.
28. World Trade Organization. Trade Facilitation Agreement Report. Geneva : WTO, 2022.

ДОДАТКИ

Додаток А

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет інформаційних технологій

Декларація про академічну доброчесність та використання ШІ

ДЕКЛАРАЦІЯ ЗДОБУВАЧА

Я, Кольцов Валентин, здобувач НУБіП України, усвідомлюючи відповідальність за порушення академічної доброчесності, цією заявою підтверджую, що:

1. Моя бакалаврська кваліфікаційна робота (проект) на тему «Розробка смарт-контракту для управління ланцюгами постачання» є результатом моєї особистої праці.

2. Усі запозичення з текстів інших авторів мають відповідні посилання згідно з чинними стандартами.

3. Щодо використання інструментів ШІ зазначаю, що (обрати необхідне):

☒ інструменти генеративного ШІ не використовувалися.

Я розумію, що надання недостовірної інформації може призвести до скасування результатів захисту та відрахування з числа здобувачів НУБіП України.

«__» _____ 20__р. _____ Валентин Кольцов