

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет менеджменту та маркетингу
Кафедра математичного моделювання економічних систем**

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ В.О. Капустян
(підпис) (ініціали, прізвище)
“ ____ ” _____ 2018 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 051 «Економіка» спеціалізації «Економічна кібернетика»
на тему: «Економіко-математичне моделювання діяльності транспортної галузі»

Виконав: студент 6 курсу, групи УК-61м

Каплун Олексій Олегович

(підпис)

Науковий керівник доц., к. ф.-м. н., доц. Рисцов І.К.

(підпис)

Рецензент доц., к.е.н., доц. Черненко Н.О.

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань

Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет менеджменту та маркетингу

Кафедра математичного моделювання економічних систем

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-науковою
програмою

Спеціальність 051 «Економіка»

Спеціалізація «Економічна кібернетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О. Капустян
(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 2018 р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Каплуну Олексію Олеговичу**

1. Тема дисертації «Економіко-математичне моделювання діяльності транспортної галузі»,
науковий керівник дисертації Рисцов Ігор Костянтинович, к. ф.-м. н., доцент,
затверджені наказом по університету від «10» січня 2018 р. №17-с
2. Термін подання студентом дисертації 15 травня 2018 року
3. Об'єкт дослідження - діяльність транспортної галузі України.
4. Предмет дослідження – система ринкових конкурентних відносин між суб'єктами транспортного ринку України щодо формування економічної рівноваги в сфері вантажних перевезень.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: удосконалити науково-методичні засади у функціонуванні і діяльності транспортної галузі у сфері вантажних перевезень; обґрунтувати економіко-математичне моделювання транспортної системи і виявити рівноважні ціни і рівноважний об'єм перевезень на ринку; сформулювати комплекс організаційних заходів для оптимізації прибутку транспортної галузі у її складових; розробити практичні рекомендації для удо-

сконалення функціонування транспортної галузі, встановлення рівноваги, враховуючи як інтереси користувачів, так і самої галузі.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу - презентація роботи.

7. Перелік публікацій: 1) Рисцов І.К., Каплун О.О Економіко-математичне моделювання вартості екологічного збитку пасажирського автотранспорту з урахуванням якості обслуговування, - Міжнародний науковий журнал «Інтернаука», № IV, - 2018.

2) Рисцов І.К., Каплун О.О. Економіко-математичне моделювання діяльності транспортної галузі,- Науковий журнал «Молодий вчений», №3, - 2018.

8. Дата видачі завдання 11 січня 2018 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Визначення актуальності теми	15.01.18 – 22.01.18	
2	Дослідження предметної області	23.01.18 – 02.02.18	
3	Критичний огляд літератури	03.02.18 – 10.02.18	
4	Економічна постановка задачі	11.02.18 – 22.02.18	
5	Дослідження стану транспортної галузі	23.02.18 – 4.03.18	
6	Побудова математичної моделі	5.03.18 – 25.03.18	
7	Розв'язок моделі і аналіз результатів	26.03.18 – 15.04.18	
8	Розробка рекомендацій та висновків	16.04.18 – 24.04.18	
9	Оформлення дипломної роботи і підготовка презентації	25.04.18 – 14.05.18	
10	Подання готової роботи	15.05.18	

Студент

(підпис)

О.О. Каплун
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник магістерської дисертації

(підпис)

І.К. Рисцов
(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

У магістерській дисертації запропоновані шляхи рішення виявлених актуальних проблем діяльності транспортної галузі у сфері вантажних перевезень України. Метою була розробка й удосконалення теоретичних, наукових та методичних підходів, а також практичних рекомендацій щодо моделювання ринкової рівноваги на ринку вантажних транспортних перевезень, задля знаходження рівноважних об'ємів надання послуг з перевезення учасниками ринку, рівноважної ціни, оптимального прибутку транспортно-логістичних компаній, які задовольняли б попит та були б вигідними для всієї галузі в цілому.

Предметом дослідження є система ринкових конкурентних відносин між суб'єктами транспортного ринку України щодо формування економічної рівноваги в сфері вантажних перевезень.

Науково-методичні і практичні рекомендації щодо використання результатів досліджень були опубліковані в відповідних наукових журналах.

Магістерська дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, містить 96 сторінок (з них основного тексту – 89 с.), 19 ілюстрацій, 10 таблиць, 2 додатки і 47 джерел посилань.

Ключові слова: автомобільний транспорт, вантажні перевезення, економіко-математичне моделювання, залізничний транспорт, нелінійні моделі попиту і витрат, транспортна галузь, оптимізація прибутку, реагування за Курно, реагування за Штакельбергом, ринок олігополії, рівновага на ринку.

ABSTRACT

In the master's thesis the ways of the solution of the actual problems determined by the activity in the transport sector of Ukraine are offered. The purpose of the work was to develop and improve theoretical, scientific and methodological approaches, as well as practical recommendations for modeling the market equilibrium in the market of freight transport, in order to find equilibrium volumes of provision of transportation services by market participants, equilibrium prices, optimal profit of transport and logistics companies, which would satisfy demand and would be beneficial for the whole industry as a whole.

The subject of the study is the system of market competitive relations between the subjects of the transport market of Ukraine regarding the formation of economic equilibrium in the field of freight transport.

Scientific, methodological and practical recommendations on the use of research results were published in relevant scientific journals.

The master's work consists of an introduction, three chapters, conclusions, contains 96 pages (of which the main text is 89 p.), 19 illustrations, 10 tables, 2 applications and 47 sources of literature.

Keywords: road transport, freight transport, economic and mathematical modeling, railway transport, nonlinear demand and cost models, transport industry, profit optimization, response to Kurno, response to Stakkelberg, oligopolistic market, equilibrium in the market.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ	10
1.1 Загальні відомості щодо функціонування транспортної галузі України	10
1.2 Огляд літературних джерел і ступінь сучасної розробки проблеми	15
1.3 Опис економічної сутності досліджуваної проблеми	21
1.4 Застосування математичного моделювання в предметній.....	25
області.....	25
1.5 Постановка економічної задачі та формалізація.....	31
1.6 Висновки з розділу	34
2 МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ У	
СФЕРІ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	36
2.1 Сутність задачі дослідження	36
2.1.1 Організаційно - економічна сутність задачі дослідження	36
2.1.2 Опис вхідної інформації	38
2.1.3 Опис вихідної інформації.....	39
2.2 Обґрунтування, побудова, аналіз математичної моделі.....	40
2.2.1 Побудова і опис економіко-математичної моделі	40
2.2.2 Якісне дослідження побудованої моделі	51
2.3 Алгоритм розв'язку задачі моделювання	58
2.4 Практична реалізація економіко-математичної моделі.....	61
2.5 Висновки з розділу	76
3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКЕ РОЗКРИТТЯ ОТРИМАНИХ	
РЕЗУЛЬТАТІВ.....	77
3.1 Розкриття і конкретизації наукового і практичного потенціалу	
отриманих результатів	77
3.2 Пропозиції і можливості щодо напрямів застосування розробленої	
моделі.....	82
3.3 Висновки з розділу	87
ВИСНОВКИ.....	88
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	90
ДОДАТОК А Статистика цін на вантажні перевезення по Україні	95
ДОДАТОК Б Статистика витрат на вантажні перевезення по Україні	96

ВСТУП

Актуальність теми. Виробничо-господарський комплекс – це система зв'язків між підприємствами, фірмами і організаціями, які від одних одержують паливо, тощо, а іншим підприємствам і установам відправляють готову продукцію. Ці зв'язки потребують шляхів сполучення і транспортних засобів. Без них не можливо уявити процес виробництва, тому транспортна система є невід'ємною та важливою частиною для господарства країни.

Формування і утвердження в Україні ринкової економічної системи, вимагають перед господарством країни реорганізацію транспортно-економічних зв'язків, підвищення кількісних та якісних техніко-економічних показників перевезень. Реформування транспортних систем вимагає як державного регулювання функціонування транспортних підприємств у галузі, так і обґрунтування методів і засобів організаційного врегулювання їх діяльності.

Тому необхідно досягти певного рівня системності та динамічності при веденні діяльності у цій сфері для планування використання наявних ресурсів на підприємствах і досягненні рівноваги на ринку вантажних транспортних перевезень. Для забезпечення урегульованості функціонування транспортної системи необхідне їх комплексне оцінювання і аналіз, проведення відповідного економіко-математичного моделювання.

Мета і завдання дослідження. Метою цього дослідження є розробка й удосконалення теоретичних, наукових та методичних підходів, а також практичних рекомендацій щодо моделювання ринкової рівноваги на ринку вантажних транспортних перевезень, задля знаходження рівноважних об'ємів надання послуг з перевезення учасниками ринку, рівноважної ціни, оптимального прибутку транспортно-логістичних компаній.

Відповідно до поставленої мети сформульовано такі завдання:

- удосконалити науково-методичні засади у функціонуванні і діяльності транспортної галузі на ринку вантажних перевезень;

- обґрунтувати економіко-математичне моделювання транспортної системи і виявити рівноважні ціни і рівноважний об'єм перевезень на ринку;
- сформувати комплекс організаційних заходів для оптимізації прибутку транспортної галузі у її складових;
- розробити практичні рекомендації для удосконалення функціонування транспортної галузі, встановлення рівноваги, враховуючи як інтереси користувачів, так і самої галузі.

Об'єкт дослідження – діяльність транспортної галузі України.

Предметом дослідження є система ринкових конкурентних відносин між суб'єктами транспортного ринку України, сукупність науково-методичних положень і рекомендацій щодо формування економічної рівноваги в сфері вантажних перевезень,.

Методи дослідження. У даній роботі були використані наступні методи дослідження: абстрактно-логічний – коли обґрунтовувалась пропозиція для розподілу ресурсів між учасниками ринку; порівняння і теоретичного узагальнення – щодо розкриття сутності понять «транспортний ринок», «ринок олігополії»; синтезу та аналізу – для дослідження наявного стану обліково-аналітичного забезпечення галузі, яке займається перевезеннями вантажів; моделювання – для визначення рівноважного стану на ринку, яке забезпечує відповідні обсяги перевезень і ринкової зваженої ціни на ці послуги; формалізації – для відображення змісту, структури економічних показників у формі знаків; вимірювання – для відображення аналітичної інформації щодо предмету дослідження та визначення кінцевих результатів моделювання економічних процесів.

Інформаційну базу дослідження формують матеріали і акти органів державної влади України з питань організації управління та функціонування підприємств-перевізників у транспортній галузі, які займаються перевезеннями вантажів на всіма видами транспорту у галузі, офіційні статистичні дані, інформаційно-аналітичні матеріали щодо об'єкту дослідження, які були опубліковані у періодичних і спеціалізованих виданнях, експертне оцінюван-

ня, матеріали науково-практичних конференцій, дослідження, Інтернет - джерела, результати власних досліджень за даною тематикою і проблематикою.

Наукова новизна дисертації полягає в опрацюванні виробничо-організаційного підходу до моделювання діяльності на транспортному ринку, розглядає підприємства на ринку як суб'єктів економічних відносин, які найкращим чином реагують на зовнішні чинники. Визначено рівноваги на ринку транспортної галузі при недосконалій конкурентній структурі галузі. Аналізується структура транспортної галузі України за допомогою моделей різних моделей олігополії з варіацією головних параметрів.

Практична значимість дослідження. Теоретичні положення та висновки, сформовані рекомендації та методика дослідження олігополії на ринку транспортних перевезень вказують на можливі шляхи розвитку, які необхідні для розвитку галузі, на основі економіко-математичної моделі робиться можливим підвищення ефективності діяльності всієї галузі в цілому.

Структура дисертації визначається її метою та задачами. В першому розділі аналізуються і визначаються теоретичні аспекти діяльності на транспортному ринку, визначається економічна задача дослідження ринку. В другому розділі розглянуті основні емпіричні моделі для аналізу конкурентної структури транспортної галузі, проводиться економіко-математичне моделювання за обраною моделлю, отримуємо відповідні результати. В третьому розділі проводиться науково-дослідницьке опрацювання предмету дослідження і результатів моделювання.

Науково-методичні і практичні рекомендації щодо використання результатів досліджень були опубліковані в наукових журналах у наступних статтях: «Економіко-математичне моделювання вартості екологічного збитку пасажирського автотранспорту з урахуванням якості обслуговування» та «Економіко-математичне моделювання діяльності транспортної галузі».

1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості щодо функціонування транспортної галузі України

На даному етапі розвитку стан транспортної системи України є незадовільним. На жаль, характерними рисами сучасного стану діяльності транспортної галузі України є критичний рівень фінансового стану і практично зношений рухомий склад та матеріальна і технічна база. В першу чергу, це стосується залізничного і автомобільного транспорту.

Розвиток усіх видів транспорту України вимагає збільшення загального обсягу перевезення вантажів, пропускної і провізної спроможності автомобільних шляхів, залізничних магістралей, аеропортів, морських та річкових портів.

Україна має в своєму розпорядженні розгалужену систему шляхів сполучення. Так, в 2014 р (без урахування тимчасово окупованій території АРК, м Севастополь і частини зони проведення АТО) протяжність автодоріг склала понад 163 тис. км, з яких майже 98% з твердим покриттям (перше місце серед країн СНД). Експлуатаційна довжина залізничних шляхів загального користування склала 20948,1 км, з яких 48% електрифіковано. По довжині мережі залізниць Україна посідає третє місце в Європі.

У структурі вантажоперевезень найбільша частка належить залізничному транспорту, а з перевезень пасажирів домінує автомобільний транспорт, який має частку (дані 2017 року) близько 43,4%, залізничний – 0,35, водний – 0,01, трамвайний – 14,5, авіаційний – 0,23, тролейбусний – 22,8, метрополітен – 15,5.

Розглядатимемо динаміку основних показників сектора вантажних перевезень в Україні за останні 6 років - з 2012 по 2017 рік [19]. На рис. 1.1 показаний вантажообіг в мільйонах тонн, динаміка його росту і падіння, а також тут можна побачити, як він залежить від ВВП країни.

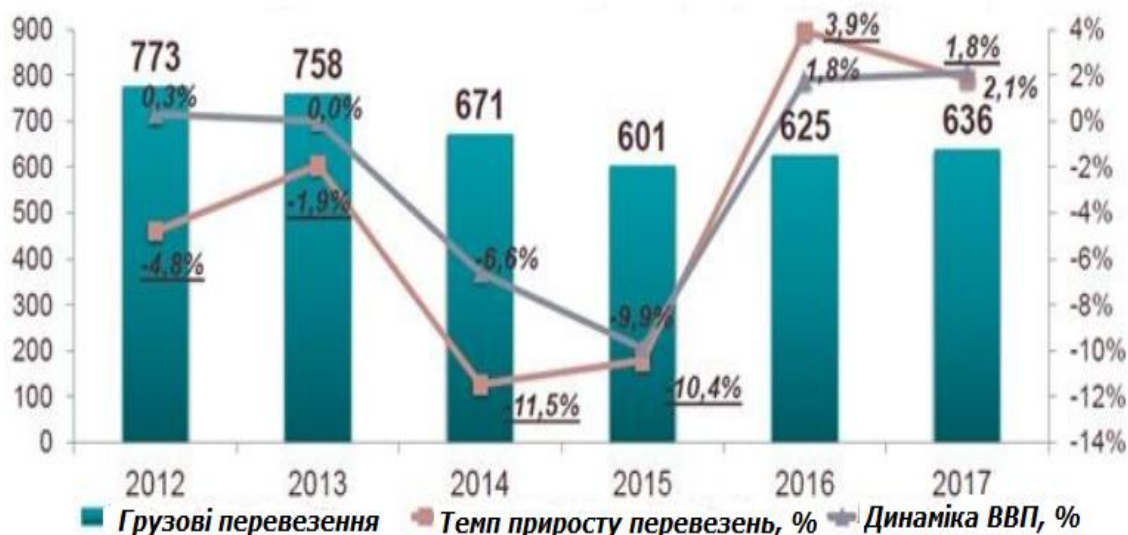


Рисунок 1.1 – Динаміка вантажоперевезень в Україні

Динаміка ємності транспортної галузі у ВВП України тісно пов'язана з економічними кризовими процесами. Найбільше падіння спостерігалось в 2014-2015 роках. Причинами кризи, окрім анексії АРК та воєнно-політичного конфлікту на Сході країни, є наступні:

- значне падіння обсягів промислового виробництва внаслідок кон'юнктури зовнішніх ринків, що мають тренд погіршення;
- зниження обсягів внутрішнього попиту безпосереднє з причини зменшення купівельної спроможності.

Власне, моральний і фізичний знос транспортних потужностей є однією з основних проблем галузі в Україні, крім цього існує ще ряд специфічних проблем. Збільшення міжнародних поставок вимагає розробки і використання максимально ефективних схем та методик доставки вантажу.

Закритість ринку і відсутність планування на ринку сприяє тому, що кожен безліч малих перевізників зазнає збитків і йде з ринку. Вантажоперевізники не вкладають грошей у поліпшення якості сервісу або оновлення автопарку.

Одним із факторів відсутності прогресу - відсутність розуміння в розвитку як в середньо- так і в довгостроковій перспективі складових транспортної галузі, що позначається на якості його роботи.

Також існує проблема перенавантаження фур, вагонів, що курсують по дорогах і залізницях України, вбивають дорожнє полотно, це намагаються заощадити їх замовники. В результаті перевищується тоннажність, і інфраструктура швидко приходить у неналежний стан.

Ще одна серйозна причина, ускладнюючи життя вантажоперевізникам - неконтрольовані ціни на паливо. В результаті вантажоперевізники для перестрахування змушені встановлювати неринкові тарифи - щоб.

Має відбутися урегульованість ринку вантажоперевезень, щоб гравці змагалися в тому, у кого найсучасніші і нові машини, краща логістика та оперативність доставки.

Розвиток транспортної інфраструктури та створення логістичних центрів міжнародного рівня підвищить конкурентоспроможність України на світовому ринку. Однак це зажадає великих інвестицій і непростих організаційних і технічних рішень. На ринку транспортно-експедиційних послуг відбувається зростання рівня конкуренції, перегляд політики ціноутворення і зміна вимог замовників до якості і комплексу послуг, що надаються. Компаніям, які прийняли рішення розвиватися в складних економічних умовах, необхідно постійно підвищувати ефективність, балансуючи витрати і доходи. Саме внутрішня ефективність дозволить швидко визначити лідерів ринку.

Також якісному розвитку автомобільних пасажирських перевезень перешкоджає до кінця не опрацьовані тарифи і складності в придбанні запчастин, особливо на автомобілі іноземного виробництва.

Сектор залізничного транспорту продовжує страждати від сильної зношеності рухомого складу. Крім того, періодичне зростання тарифів мотивує замовників йти до автомобільних перевізників. Результат бачимо в динаміці зростання і падіння обсягів перевезень у 2017 році в порівнянні з 2016-м. Залізничний транспорт України втратив 4 млн. тонн, автомобільний додав 9

млн. тонн. Динаміку зміни обсягів вантажоперевезень і частку ринку за основними видами транспорту в галузі показано на рис 1.2. Така зміна пріоритетів спостерігається вже другий рік поспіль [19].

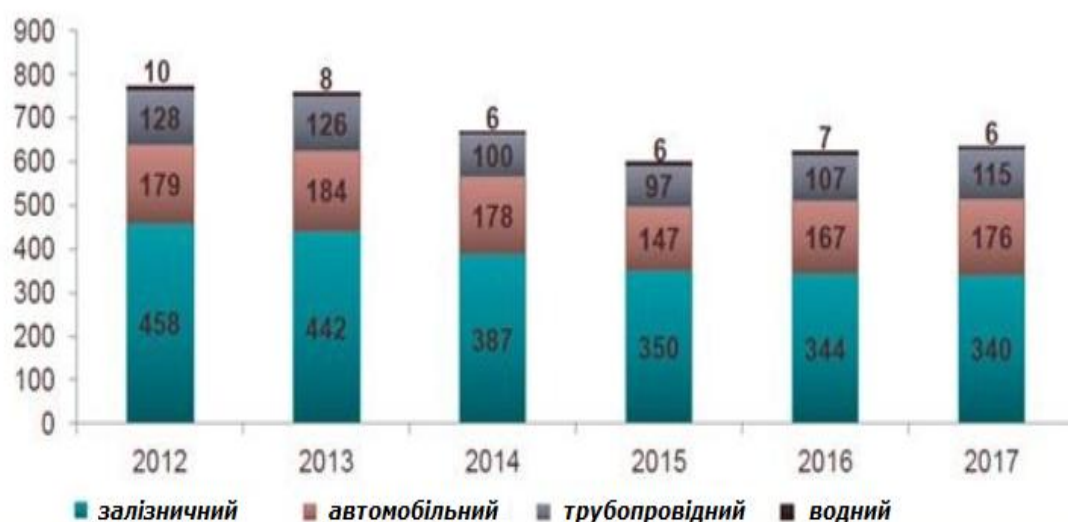


Рисунок 1.2 – Динаміка і частка вантажоперевезень за видами транспорту

Надалі в дослідженні будемо розглядати тільки автомобільний і залізничний як найбільші види транспорту. Їх загальна частка в вантажних перевезеннях (без трубопровідного) складає майже 98-99% (авіаційний біля 0,01%, водний - 1%). На автомобільний транспорт у 2017 році приходить майже 33,6% перевезень вантажів, на залізничний – 65,1%.

Однак за останні два роки спостерігається тенденція до відновлення обсягів вантажних перевезень, що пов'язано з сировинним характером економіки країни та необхідністю перевезення масових класів вантажів.

Розглянемо проблеми розвитку основних видів транспорту:

- Залізничний транспорт працює на межі можливостей, тому що немає достатніх резервів пропускних, провізних. Виробнича база фізично спрацьована і морально застаріла. Потреби в перевезеннях задовольняються неповністю та з низькою якістю.

- Автомобільний транспорт має значну потребу у оновленні, оптимізації структури парку за різними видами транспортних засобів (малої вантажопідйомності зокрема).

Головною метою транспортної логістики є організація єдиного потокового процесу переміщення вантажів від вантажовідправника до вантажоотримувача, наскрізне управління матеріальними потоками в умовах переходу від ринку продавця до ринку покупця, гнучке реагування виробничих і торговельних систем на пріоритети споживачів, які доволі швидко змінюються. Логістична діяльність направлена на розробку зваженої і обґрунтованої пропозиції транспортних послуг, ефективної системи регулювання і контролю вантажних потоків

З цією задачею найтіснішим чином пов'язане рішення таких проблем, як: узгодженість вантажних та інформаційних потоків; контроль за вантажним потоком і передача даних про нього безпосередньо в єдиний центр; визначення стратегії і технології переміщення товарів між пунктами доставки; розробка способів управління операціями руху товарів; визначення обсягів перевезень і складування; розбіжність між наміченими цілями і можливостями.

В сучасних умовах, коли реформується економічна система України, транспорт та транспортні системи виступають одним із основних складових ефективного розвитку логістики у секторі промисловості.

Наявність залізничних під'їзних шляхів між підприємствами та установами при масових великих потоках вантажів розширює сферу ефективного використання цього транспорту, створює умови для комплексної автоматизації вантажних операцій, підвищення якості перевезень. У такому випадку залізничний транспорт вигідно використовувати навіть при незначному вантажообігу, який є меншим ніж 40 тис. тонн на рік [3].

Разом з тим найзручнішим видом транспортування вважається автомобільний, він відносно недорогий, маневрений і дозволяє доставити товар «від дверей до дверей». Крім того, різноманітність автомобілів різної вантажопід-

йомності дозволяє використовувати даний вид транспорту для перевезення більшості вантажів і на далекі відстані.

Якщо ж товар швидко псується, дорогий або вимагає термінової доставки, на допомогу приходить авіаційний транспорт. Такі вантажоперевезення найдорожчі, але іноді єдино можливі. Особливо якщо доставку необхідно здійснити у важкодоступну область.

Щоб скоротити витрати і поліпшити рівень обслуговування, компанії вважають за краще використовувати змішані перевезення, а саме доставляти вантаж декількома видами транспорту.

Отже, визначальною системою, що забезпечує логістичні зв'язки у виробничо-господарському комплексі країни є транспортна система, до якої пред'являються достатньо високі вимоги щодо її функціонування, якості та надійності транспортних зв'язків, термінів, регулярності і вартості доставки.

1.2 Огляд літературних джерел і ступінь сучасної розробки проблеми

Проблеми у галузі транспорту у сфері великих вантажоперевезень стають більш інтенсивними і гострими. Неможливо організовувати транспортну діяльність з перевезень у межах країни без урахування розвитку цієї галузі, інтересів споживачів і самої галузі. Тому багато дослідників і науковців приділяли увагу вирішенню проблем у транспортній галузі країн. Великий внесок у побудову математичних моделей, що описують стан і взаємодію елементів транспортної системи, в моделюванні діяльності транспортних підприємств, в математичну постановку завдань моделювання та дослідження внесли Піцик М.Г., М.Е. Антошвілі, Сочнев А.Н., С.В. Ковбасенко, В.В. Симоненко, С.Ю. Гутаревич, І.В. Спірін, А.О. Арак, А.П. Артинов, В.В. Скалецький, Ю.С. Лігум, А.В. Кулешова, В.А. Широченко, Г. Н. Н. Майоров, В. А. Фетисов та інші [15, 22, 34, 35, 44]. У роботах цих авторів доводиться, що необхідно обов'язково враховувати інтереси як споживачів, так і підприємств при

моделюванні діяльності на транспортному ринку.

Економіко-математичне моделювання діяльності транспортних підприємств у ринковому середовищі було розглянуте у багатьох роботах [4, 10, 12]. Одні автори розглядають конкуренцію на описовому рівні, інші автори у своїх дослідженнях вже використовують конкретні моделі конкуренції.

Так, у [16] досліджується оптимізація тарифів у припущенні монополії. У [8] для обґрунтування знижок з тарифів, здійснюється моделювання залежності собівартості вантажно-розвантажувальних робіт. Побудована монотонно спадна функція собівартості від обсягів перевалки. На основі [5, 9] ринок послуг на водному транспорті можна охарактеризувати як ринок олігополії. Відзначимо, що в [16, 26, 42] оптимізація тарифів здійснюється в статичній, причому в [42] попит на послуги взагалі не розглядається, а в [13, 16] попит залежить тільки від тарифу і виробнича потужність як фактор його формування тарифу не враховується.

Розглянемо більш детально дослідження інших авторів. А.В. Кулешова, В.А. Широченко у своїй роботі розглядали застосування моделювання для оцінки можливостей з точки зору ефективності та рентабельності перевезень, які здійснювалися [34].

Славич В.П. вважав, що з метою забезпечення завдань розвитку і функціонування міського транспорту та транспортних послуг треба, щоб діяльність транспортної системи постійно підлягала регулюванню, контролю та оптимізації. Основні напрямки регулювання повинні базуватися на економічних механізмах і контролю забезпечення вимог до безпеки та якості транспортних послуг [41].

Смехов А.А. зробив успішну спробу побудови та аналізу моделей конкурентних процесів транспортного ринку. Досліджено наступні види моделей:

- моделі оптимізації каналів вантажопотоків;
- моделі конкурентного транспортного середовища;
- моделі ідентифікації рівнів транспортних тарифів.

Для аналізу взаємозамінності залізничного й автомобільного видів транспорту з погляду споживача транспортних послуг автор використовує криві байдужості і бюджетні обмеження [42].

Куделя В.І. розглядає питання розробки рекомендацій щодо пошуку шляхів підвищення ефективної роботи залізничного транспорту України. Пропонується вирішувати проблему зменшення експлуатаційних витрат цього виду транспорту за рахунок стратегії низьких витрат, удосконалення обліку витрат та ефективного використання амортизаційного фонду. Автор виділяє одного конкурента залізничного транспорту – автомобільний (на макрорівні у залізничного транспорту є і інші конкуренти – учасники відповідних виробничо-транспортних систем) [5].

Марченко В.Т. присвятив роботу теоретичному обґрунтуванню та розробці методичних підходів і практичних рекомендацій щодо формуванню стратегії, орієнтованої на зростання прибутку. Параметрами управління у запропонованій моделі є обсяги переробки вантажів. Тому вже потрібна сумісна оптимізація тарифів та обсягів переробки. Наголошується, що для максимізації прибутку необхідно обґрунтовано скоротити витрати, тобто визначити оптимальну структуру витрат на одиницю вантажу в розрізі номенклатурних позицій [9].

Розроблені моделі, стратегії і механізм забезпечення ефективності функціонування автотранспортних підприємств у роботі Волинця Л.М. Як відомо, апаратом аналізу поведінки, зокрема, підприємств, є теорія олігополії та теорія ігор. Але автор лише будує відповідні тренди рентабельності та робить прогноз, на основі якого і пропонує свої рекомендації щодо розвитку. Стратегічна взаємодія підприємств не розглядається зовсім, враховуються лише тенденції [2].

Кутах Ю.О. при порівняльному аналізі тарифно-цінової політики автомобільного та залізничного транспорту автор формулює та обґрунтовує тезу про необхідність об'єднання їх конкурентних переваг [7].

Ревуцька Л.Є. досліджує тарифи на вантажні залізничні перевезення в

умовах ринкових відносин. Коли якість послуг підприємства відрізняється від якості послуг у конкурентів, то безпосередньо тарифи можуть бути вище або нижче, чим у них. Для визначення оптимальних тарифів із врахуванням функції попиту на перевезення автори вводять саме лінійні функції попиту по кожному виду вантажу з відповідними коефіцієнтами еластичності.

При формуванні тарифної стратегії автор виділяє три фактори, на яких вона може базуватися: – витрати; – безпосередньо попит на транспортні послуги; – конкуренція (в цьому дослідженні з іншими видами транспорту). Тарифи визначаються, за допомогою витрат на перевезення, але з додаванням розрахункової частини прибутку. Також вони можуть визначатися після вивчення попиту на транспортні послуги, або на рівні тарифів у конкурентів [11].

В [12] Кібік О.М. відзначає, що один метод ціноутворення виділити неможливо, тому складно установити на ринку єдину правильну ціну. При державному регулюванні буде одна система тарифів, при вільному ціноутворенні – інша.

Серед чинників виділені:

- попит на продукцію;
- ціни конкурентів;
- витрати виробництва підприємства портової діяльності;
- державна політика і законодавство.

Автор розкриває сутність цих чинників, але, треба було піти далі та дослідити вплив цих чинників на цінові рішення та визначити оптимальні тарифи за тих чи інших умов за допомогою відповідних моделей. В теорії мікроекономіки добре відомі моделі рівноваги за Курно та Штакельбергом, які якраз й враховують реакцію на поведінку конкурентів. Тому доцільно було б застосувати ці моделі та дослідити відповідні рівноважні стани.

Також проблеми моделювання структур олігополістичного ринку транспортної галузі для декількох агентів ринку, нелінійні моделі ринкового попиту, нелінійні моделі витрат агентів ринку, рівновагу поведінки учасників

ринку на основі імовірних варіацій в моделях Штакельберга в випадках одного чи декількох лідерів та моделювання рівноваги були розглянуті багатьма авторами як вітчизняними так і іншими.

Моделювання ринкового попиту і витрат учасників ринку здійснювалося, в основному, для двох-трьох агентів на основі лінійних функцій, причому враховувалися:

а) виключно змінні витрати, зокрема, досліджувалися модель цінової диференціації двох агентів і двох ринків [31], модель формування і розпаду картелю двох агентів ринку [37], модель цінової дискримінації на ринку двох агентів з кусково-лінійними функціями попиту [45];

б) постійний і змінний компоненти витрат, а саме, розглядалися модель дискримінаційного картелю двох учасників ринку з обмеженням на ціни пропозиції агентів [33], а також модель ринку для трьох агентів [43]. розглядалися також мультиагентні моделі з лінійною функцією попиту і квадратичними або лінійними функціями витрат агентів: модель з квадратичними функціями витрат учасників ринку [30], модель з лінійними функціями витрат (тільки змінних) агентів системи кількох ринків [40], коаліційна модель з квадратичними функціями витрат [29], вертикально інтегрована модель з лінійними функціями змінних, модель з квадратичними функціями змінних витрат агентів транспортного ринку з обмеженням на темп зростання інвестицій, модель з лінійними функціями змінних витрат і постійними витратами [23], модель двопродуктового ринку, витрати якого описувалися функціями Кобба-Дутласа [21].

Зарубіжні дослідження зачіпали: теоретико - ігрові аспекти функціонування олігополістичних ринків без застосування методів кількісного аналізу динаміки цін і витрат агентів ринку, базуючись на гіпотезах лінійних функцій попиту і витрат: представлений огляд теоретичних основ моделювання олігополії на ринку; аналізувалися моделі дуополії при бінарній ціновій дискримінації на ринку; вивчалися фактори формування і стійкості картелю для моделей Курно і Штакельберга при постійних і однакових (а

також не рівних взаємозалежних) граничних витрат агентів; досліджені моделі Курно і Штакельберга для ринку при лінійному попиті і лінійних витратах агентів; проаналізовані моделі послідовно сформованої рівноваги Курно і Штакельберга ринку при постійних і різних граничних витратах агентів ринку [28].

Аналіз результатів, отриманих в цих дослідженнях, показує, що рішення задачі моделювання істотно ускладнюється, перш за все, в мультиагентних системах, оскільки з ростом числа агентів ринку збільшується розмірність системи умов оптимальної рівноваги, а також число варіантів динаміки системи в зв'язку з ростом розмірності вектора можливих варіацій, а також в моделях, що враховують нелінійний характер функцій попиту і витрат агентів, для яких виникає система нелінійних умов оптимальності.

Таким чином, недостатньо дослідженими і розробленими в цьому напрямку є: побудова моделей функціонування транспортної галузі у сфері вантажних перевезень з урахуванням вимог вибору стратегії для всієї галузі, яка б задовольняла вимоги складових цієї галузі: залізничних, автомобільних (як основних і переважаючих), водних, авіаційних вантажоперевізників на олігополістичному ринку, так і споживачів цих послуг і відповідало вимогам доцільності. Треба досягти того рівня, щоб врегулювати тарифи, об'єми вантажних перевезень, встановлювати їх рівноважні значення на ринку, щоб сприяти збільшенню прибутку та уникнення занепаду складової частини певної сфери вантажних перевезень та галузі в цілому. Занепад також виникає через неправильний розподіл перевезень поміж різними видами транспорту у галузі, що призводить до перенавантаження одного типу транспорту і простою, нестачею у об'ємах вантажу, що перевозиться. Таке дослідження дозволить отримати не тільки оптимальні, але й рівноважні тарифи.

Варто зазначити, що при економіко-математичному моделюванні діяльності транспортної галузі у сфері вантажних перевезень у ринковому середовищі доцільно також враховувати й механізм ціноутворення (державне або вільне). Також на сьогоднішній день не існує єдиної теорії, що описує конку-

рентні процеси транспортного ринку. Існують різні думки і погляди, що залежать, головним чином, від відповідного вченого, що досліджує транспортний ринок. Тому розробка методів моделювання мультиагентної олігополії з урахуванням нелінійних функцій попиту і витрат і формування алгоритмів вибору рівноважних станів сприяють розвитку інструментарію моделювання цього ринку.

1.3 Опис економічної сутності досліджуваної проблеми

У мікроекономічній теорії в умовах недосконалої конкуренції в галузі фірми здатні впливати на рівноважне значення цін, на відміну від ситуації з завершеною конкуренції, коли вони тільки пристосовують свій обсяг випуску до цінами, що склалися. Ринки, на яких його суб'єкти здатні впливати на ринкову ціну, самостійно визначати який обсяг випуску або яка ціна дозволяє їм максимізувати прибуток, називають недосконало конкурентними. На недосконало конкурентних ринках фірми володіють ринковою владою. В теорії виділяють різні типи недосконало конкурентних ринків: монополію, олігополію, монополістичну конкуренцію. При монопольній організації ринку на ринку діє один агент, який може впливати на ринок так, щоб його прибуток був максимальним.

Олігополія це одна з форм недосконалої конкуренції, структура на ринку, коли домінує декілька виробників, продавців товарів і послуг та вхід на ринок нових учасників доволі обмежений бар'єрами. Модель олігополії розглядає транспортну галузь як певну кількість транспортно-логістичних компаній, які діють стратегічно, тобто вони враховують можливу реакцію на свої дії конкурентів. У моделі олігополії рівновага досягається, коли встановлюється рівновага Курно чи Штакельберга. Кожен агент ринку дотримується стратегії, яка є найкращою відповіддю на стратегії, яким ідуть інші агенти галузі.

При олігополії в галузі домінує кілька великих компаній (2-5). Якщо це

дві-три компанії, то таку олігополію можна назвати жорсткою, якщо шість-сім компаній займають близько 80% ринку - це так звана "розпливчаста" олігополія. Важлива детальна оцінка ринку товарів, що допомагають зробити коефіцієнти концентрації і індекс Герфіндаля - Гіршмана. Індекс визначається як сума квадратів долей продаж товарів чи послуг кожної фірми в галузі. При значення більше ніж 0,18 відбувається висока концентрація ринку, від 0,1-0,18 – середня, до 0,1 незначна.

Головні ознаки олігополії:

1. Домінуючі фірми дуже великі, обсяг надання послуг кожної впливає на галузеву пропозицію. Таким чином учасники ринку впливають на ринкову ціну.
2. Продукт олігополії є гомогенним (однорідним) або диференційованим (неоднорідним).
3. Вхід у галузь обмежена багатьма бар'єрами. Вони пов'язані з ефектом масштабу.
4. Олігополістичному ринку характерна загальна взаємозалежність. Поведінку однієї з них може викликати різну реакцію у фірм-конкурентів. Така реакція позначиться на ринковій позиції даної компанії. Це проявляється також в умовах загострення конкурентної боротьби.
5. Крива попиту на товари і послуги олігополії схожа на криву попиту при монополістичному ринку.

Олігополістичні учасники ринку одночасно приймають цілий ряд рішень: кількість вироблення виробляти, встановлення ціни, масштаби реклами, введення нового продукту на ринок і т. п.

Отже, олігополістична структура транспортного ринку має безліч вузькоспеціалізованих нюансів. У ній перетинаються багато інтересів, так як транспорт обслуговує всі галузі економіки на різних етапах виробництва, розподілу і споживання. Все це в сукупності окреслило коло проблем у транспортній галузі, які вимагають негайного вирішення.

В автомобільному транспорті і дорожньому господарстві:

- вдосконалення підходу до державного контролю і управління галуззю; невизначені стратегії і напрямки розвитку в різних часових перспективах;
- непрозорі умови доступу до ринкових послуг, застарілі норми законів;
- вдосконалення системи державного контролю, який був би ефективним;
- значна кількість малих транспортно-логістичних компаній з не оптимізованою структурою ресурсів;
- нестача інвестицій, інновацій, обмеження бюджетного фінансування;
- тіньовий ринок і доходи, «сіра» економіка.

У залізничному транспорті:

- ✓ великий знос основних засобів галузі, наприклад - тягового рухомого складу;
- ✓ відсутність конкуренції, з чого випливає відсутність у учасників ринку мотивації до ефективності якості наданих послуг;
- ✓ державне регулювання тарифів на перевезення, з чого слідує несвоєчасність реагування на зміну ситуації на ринку;
- ✓ відсутність державних інвестицій в галузь не дивлячись на положення чинного Закону України «Про залізничний транспорт» [1].

В авіаційному транспорті:

- не існує єдиних стратегій щодо розвитку цієї галузі
- невідповідність вітчизняного законодавства до міжнародних норм;
- потреба в удосконаленні державного регулювання галузі, з чітким розмежуванням функцій і повноважень;
- необхідність створення чесних і рівних умов для діяльності ринку перевезень, обслуговування тощо, з метою розвитку прозорої конкуренції та підвищення якості послуг;
- слабка зовнішня політика України по просуванню авіації власного виробництва на зовнішні ринки;

У морському транспорті:

- отримання Регістром судноплавства України статусу класифікаційного товариства, яке визнається Європейською Комісією за європейськими актам;
- залучення технічної допомоги, що надається в рамках підтримки ЄС нашої країни;
- високий ступінь зносу основних засобів державних компаній (80%) і дефіцит потужностей для перевалки навалювальних вантажів;
- недостатнє фінансування розвитку інфраструктури;
- необхідність розробки механізму реалізації концесійних угод з урахуванням специфіки функціонування та розвитку кожного конкретного порту;
- перегляд і вдосконалення портової тарифної системи;
- розвиток мультимодальних і логістичних технологій;

На внутрішньому водному транспорті:

- відсутність стратегічних документів з розвитку внутрішнього водного транспорту;
- скорочення капітальних інвестицій в галузь;
- високий рівень зносу основних засобів річкового транспорту, включаючи інфраструктуру портів і флот;
- недостатнє використання існуючої пропускної спроможності ВВП;
- скорочення державного фінансування, необхідного для утримання, обслуговування інфраструктури;
- низький рівень конкуренції.

У даний час державне цінове (тарифне) регулювання послуг на транспорті України здійснюється органами державного управління. Основна ціль державного регулювання послуг на транспорті – це забезпечення балансу інтересів держави та суб'єктів ринку і споживачів транспортних послуг, а також забезпечення ефективного функціонування і розвитку транспортної системи України.

В основу побудови базових вантажних тарифів мають бути покладені наступні принципи:

- забезпечення тарифних умов для створення конкурентного середовища;
- забезпечення певного компенсування витрат учасників процесу вантажного і пасажирського перевезень;
- при побудові базових тарифів використана безпосередньо собівартість перевезень вантажів. Основою для встановлення базових тарифів визначена середньо сітьова собівартість перевезень, що сприяє уніфікації базових тарифів;
- забезпечення прозорості тарифів;
- вантажні залізничні тарифи повинні враховувати інтереси усіх учасників ринку.

1.4 Застосування математичного моделювання в предметній області

В даний час моделювання є основним науковим методом для дослідження складних транспортних систем. У сучасних умовах при моделюванні транспортних систем використовують сучасні комп'ютерні технології.

При виконанні моделювання вирішується завдання визначення структури процесу. При проектуванні транспортних систем виникають завдання, що потребують оцінки кількісних і якісних характеристик і закономірностей процесів функціонування таких систем. Через обмеженість експериментального дослідження транспортних систем не вдається повністю здійснити їх проектування, впровадження та експлуатацію без використання методики моделювання, яка дозволяє у деякій відповідній формі представити процеси функціонування систем і опис перебігу цих процесів за допомогою математичних моделей [35].

Найбільшого поширення при цьому отримали аналітичний і імітацій-

ний методи моделювання. Математичний апарат, застосовуваний в математичному моделюванні майже нічим необмежений [17].

Користувач отримує можливість змоделювати транспортні системи і визначити необхідні параметри і дані для подальшого аналізу, висновків і можливого продовження дослідження проблеми [35].

Розглядається проблема моделювання структури олігополістичного ринку транспортної галузі для декількох агентів, нелінійних моделей ринкового попиту нелінійних моделей витрат агентів. Рівновага поведінки агентів описана на основі імовірних варіацій в моделях Штакельберга в випадках одного чи декількох лідерів. Моделювання рівноваги для транспортної галузі України, для якого шляхом статистичного аналізу визначені функції цін і витрат агентів на послуги з перевезень вантажів автомобільним і залізничним транспортом.

Особливість олігополії Курно, як особливої форми організації ринку, полягає у взаємозалежності поведінки продавців. Олігополіст повинен враховувати, що обсяг продукції, який він може продати за даною ціною, залежить від поведінки конкурентів. Для опису поведінки олігополіста на ринку застосовують спеціальні моделі олігополії, які розрізняються безпосередньо припущеннями про характер поведінки конкурентів на ринку.

Загальна кількість фірм на ринку передбачається відомим всім учасникам. Кожна фірма, приймаючи своє рішення, вважає випуск інших фірм заданим параметром. Функції витрат фірм можуть бути різні і також передбачаються відомими всім учасникам.

Далі розглянемо одну модель некооперовані олігополії з двома агентами на ринку, що діють незалежно один від одного (без змови).

Припущення моделі Курно:

1. На ринку є всього дві фірми-дуополії, які незалежно один від одного встановлюють обсяги виробництва (випуски). ;

2. Ринкова ціна єдина на всьому ринку, вона дорівнює ціні попиту, що відповідає сумарному випуску двох монополій. Іншими словами, ринкова ці-

на розраховується підстановкою сумарного випуску в формулу ринкового попиту.

3. Кожній дуополії відомий обсяг виробництва конкурента вона розглядає функцію попиту на свій продукт як різниця ринкового попиту і обсягу виробництва конкурента.

4. Випуск кожної дуополії послідовно приймає ряд поточних рівноважних значень, прагнучи до свого остаточного рівноважного значення.

5. При визначенні поточного рівноважно випуску кожна дуополія поводить як монополія, трактуючи криву попиту на свій продукт як криву ринкового попиту. Поточний рівноважний випуск дуополії знаходиться з умови рівності граничної виручки відповідної даної кривої, і граничних витрат дуополії.

Остаточна ціна залежить від загального обсягу виробництва фірм. Головна особливість моделі: кожна фірма приймає рішення, вважаючи обсяг випуску продукції чи послуг своїх конкурентів постійним протягом заданого періоду.

Функція попиту являє собою спадну функцію від ціни економічного блага. Ціна блага задана як ціна рівноваги галузевого ринку (величина галузевого пропозиції дорівнює величині попиту на дане економічне благо при одній і тій же ціні).

В моделі олігополії Штакельберга, так як і в моделі Курно кожен агент ринку вибирає оптимальний обсяг товарі чи послуга, але присутня нову гіпотеза: на ринку можуть існувати ще лідер і послідовник.

У цій моделі поведінку фірм описується динамічною грою з повною інформацією. У моделі Курно поведінка фірм безпосередньо моделюється за допомогою гри (з повною інформацією), яка є статичною. Послідовник веде себе за моделлю Курно, він приймає рішення про оптимальний обсяг продукції дивлячись на свою криву реакції, вважаючи обсяг випуску продукту конкурентом заданим і максимально пристосовуючи своє виробництво до значення цього обсягу. А лідер грає головну роль на ринку. Особливістю гри

є наявність на ринку лідера, який встановлює обсяг випуску товарів першим, а інші агенти орієнтуються в своїх діяльності на лідера.

Модель Штакельберга базується на таких передумовах:

- 1) фірми виробляють однорідну продукцію;
- 2) на ринку присутній лідер, на обсяги виробництва якого орієнтуються всі інші послідовники, визначаючи свої обсяги виробництва, виходячи з критерію максимізації прибутку;
- 3) лідер на ринку володіє повною інформацією щодо ринку і діючих на ньому фірм, їй відомо, що послідовники визначають свій обсяг виробництва, виходячи з її обсягу виробництва, і знає функції найкращою реакції послідовників на свої дії;
- 4) послідовники мають повну інформацію про ринковий попит і при визначенні оптимальних обсягів виробництва припускають, що обсяги виробництва всіх інших учасників ринку залишаться незмінними.

Рівновага Неша в теорії ігор - тип рішень гравців, в якому жоден учасник вже не може збільшити свій виграш, змінивши своє рішення. Сукупність безпосередньо всіх стратегій, які обрані учасниками гри і їх виграші називаються рівновагою Неша. Концепція рівноваги Неша не зовсім точно придумана Нешем. Курно показав, як знайти те, що ми називаємо рівновагою Неша в грі Курно. Відповідно, деякі автори називають його рівновагою Неша-Курно. Однак Неш першим показав, що рівноваги Неша повинні існувати для всіх кінцевих ігор з будь-яким числом гравців. До Неша це було доведено тільки для ігор з 2 учасниками з нульовою сумою.

Тобто рівноваги класичних моделей дуополії Курно і Штакельберга можуть бути інтерпретовані в термінах теорії ігор, а їх результати можуть бути представлені як особливі випадки рівноваги Неша. Відомо кілька різних варіантів такої переінтерпретації.

Обчислення рівноваги за Курно: розглянемо модель з двома фірмами. Для визначення рівноважної ціни обчислюється найкращі відповіді кожної з фірм. Дані перетворення представлено у формулах (1.1-1.4).

Прибуток i -ї фірми матиме вигляд:

$$\Pi_i = P(Q_1 + Q_2)Q_i - C_i(Q_i). \quad (1.1)$$

де P – ціна за товар на ринку;

Q_i – обсяг випуску i –ї фірми;

C_i – функція витрат на випуск i –ї фірми.

Найкращою відповіддю фірми на обсяг випуску Q_1 , який максимізує прибуток Π_i при заданому обсязі випуску іншої фірми $Q_j, i \neq j$. Похідна Π_i по змінній Q_i має вигляд:

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial Q_i} = \frac{\partial P(Q_1 + Q_2)}{\partial Q_i} Q_i + P(Q_1 + Q_2) - \frac{\partial C_i(Q_i)}{\partial Q_i}. \quad (1.2)$$

Прирівнюючи її до нуля, отримаємо значення Q_i , які задовольняють даній умові, є найкращими відповідями фірми i . Рівновага в даній моделі досягається, якщо Q_1 є найкращою відповіддю на Q_2 , а Q_2 – найкращою відповіддю на Q_1 .

Зробивши відповідні перетворення і припущення, що зворотня функція попиту має вигляд $P(Q_1 + Q_2) = a - (Q_1 + Q_2)$ отримаємо:

$$Q_1 = \frac{a - Q_2 - \frac{\partial C_1(Q_1)}{\partial Q_1}}{2}, \quad (1.3)$$

$$Q_2 = \frac{a - Q_1 - \frac{\partial C_2(Q_2)}{\partial Q_2}}{2}. \quad (1.4)$$

Отримані вирази є функціями найкращих відповідей. У рівновазі Неша обидві фірми будуть дотримуватися стратегій, які є рішеннями пари цих рівнянь, що показано у формулі (1.5). Підставляючи Q_2 в найкращу відповідь фірми 1, отримаємо:

$$\begin{cases} Q_1^* = \frac{a + \frac{\partial C_2(Q_2)}{\partial Q_2} - \frac{\partial C_1(Q_1)}{\partial Q_1}}{2}, \\ Q_2^* = \frac{a - \frac{\partial C_1(Q_1)}{\partial Q_1} - \frac{\partial C_2(Q_2)}{\partial Q_2}}{2}. \end{cases} \quad (1.5)$$

Рівновагою Неша в цій системі є обсяги випуску (Q_1^*, Q_2^*) .

Розглянемо окремий випадок моделювання дуополії за Штакельбергом, відповідно до якої, лідер спочатку призначає свій випуск, далі послідовник визначає свій випуск. Отже, метою обох фірм є максимізація свого прибутку.

Рівновага Неша визначається в даній грі методом зворотної індукції. Визначається Q_2^* як найкраща відповідь послідовника на вибір лідером випуску Q_1^* . Лідер може максимізувати свій прибуток функцію, враховуючи вид функції Q_2^* .

В порівняння цих моделей можна сказати наступне: у моделі Курно загальний випуск для функції попиту буде менше, ціна безпосередньо більшою, отже можна припустити, що галузей, де існує олігополія, вигідно виділення лідера, який володіє певною значною ринковою владою, тому що існування майже однакових за розмірами і ринкової влади агентів ринку (що враховує в собі модель Курно) призводить до збільшення ціни та скорочення випуску.

Таким чином, видно, що математичне моделювання автотранспортної системи, ринку транспортних послуг має велике теоретичне і практичне значення. Без його використання неможливо науково обґрунтовувати та істотно поліпшити організацію діяльності у транспортній системі держави.

1.5 Постановка економічної задачі та формалізація

Одним з важливіших факторів удосконалювання транспортної галузі є стратегічне планування її розвитку. Розглянемо цю проблему на прикладі транспортної галузі України. Є дві основні проблеми, що виникають при стратегічному плануванні розвитку транспортних підприємств України:

- проблема прогнозування вантажопотоків – тобто більш-менш достовірна оцінка попиту на послуги транспортних підприємств;
- проблема ціноутворення та максимального прибутку.

Слід зазначити, що якщо в умовах планової економіки нарощування виробничої потужності транспортної галузі здійснювалося у відповідності з потребами народного господарства країни, то в ринкових умовах, для максимізації свого прибутку, транспортна галузь повинна прямувати до рівноваги між своїми потужностями і попитом на його послуги. Як нестача, так і надлишок виробничих потужностей призводять до втрати потенційного прибутку.

Відомо, що ефективним інструментом формування попиту на послуги транспортної галузі є його тарифна політика. Звідси впливає важливість і актуальність, для максимізації прибутку транспортної галузі, рішення задачі спільної оптимізації їхньої виробничої і тарифної політики.

Можна досліджувати проблему вибору найкращої стратегії розвитку видів транспортної галузі, оптимізовувати тарифи за критерієм максимуму прибутку. При оптимізації тарифів досліджується вплив собівартості послуг. Собівартість послуг розглядається як функція попиту на його послуги, при цьому не досліджується задача оптимізації обсягів закуповуваних виробничих ресурсів, необхідних для задоволення попиту. Занепад якоїсь із галузей виникає через неправильний розподіл перевезень поміж різними видами транспорту, транспортно-логістичних компаній у галузі, незадоволенні попиту на перевезення, що призводить до перенавантаження одного типу транспорту і простою, нестачею у об'ємах вантажу, що перевозиться. Але більш висока

якість пов'язана з додатковими витратами, але споживачі не завжди готові це прийняти і платити більше. Таке дослідження дозволить отримати не тільки оптимальні, але й рівноважні значення цін та об'ємів перевезень.

На ринку транспортних вантажних перевезень встановлюються ринкові структури олігополістичного типу, характерною ознакою якого є пропозиція уніфікованого товару (послуг з перевезення великих вантажів країною) малим числом компаній і фірм (в даному випадку логістико-транспортних компаній), що варіація дій (об'єму пропозиції перевезень) кожного агенту ринку суттєво впливають на рівноважні показники ринку в цілому. Тому для ринків олігополії, модельованих в виді мультиагентних систем з обмеженим числом агентів рівноважні стани, сформовані на основі теоретико - ігрових моделей, виявляються найбільш адекватними. Актуальним виявляється практична проблема розробки моделей ринкових структур олігополії і наступною їх верифікації на основі порівняльного аналізу з параметрами структур реальних ринків.

Модель олігополії являє собою сукупність моделі ринкового попиту на послуги з перевезень, які продають агенти, моделей витрат агентів ринку, а також реагування агентів на дії, тобто варіації об'ємів перевезень, конкурентів. У зв'язку з цим точність у наближенні до реальної риночної структури і, як наслідок, складність моделі олігополії виявляються, перш за все, типом функції, моделюючих ринковий попит і витрати агентів, а також рівнем рефлексії, яка враховується при моделюванні реагування агентів в виді так званих гаданих варіацій. Вона характеризує гадані агентом реакційні зміни об'єму перевезень контрагента, оптимізуючий критерій останнього при виборі дій першого. В дослідженні розглянуті питання стійкості можливих варіацій при нелінійних моделях витрат агентів, обґрунтована наявність і єдиність рівноваги в моделі Штакельберга, з гаданими варіаціями при гіпотезах про зростання функцій витрат, спадання функції попиту і деяких інших.

При економіко-математичному моделюванні діяльності транспортної галузі будемо розглядати її у розрізі внутрішньо української діяльності, матимемо два типи транспорту: автомобільний та залізничний. Кожен тип транспорту має своє співвідношення у вантажних перевезеннях, відносно загальної кількості об'єму вантажу, що перевозиться в цій галузі. За даного співвідношення перевезень один, чи декілька з видів транспорту можуть перебувати у занепаді, бо є збитковим. Тому однією із задач є знайти рівноважний рівень об'єму перевезень, враховуючи реакцію на тарифи, щоб задовольнити попит, знайти рівноважні ціни на перевезення. Тобто знайти рівновагу на ринку, при цьому визначити всі характерні риси ринку для обрання відповідної математичної моделі і адекватності розрахунків. алузі і економіко-соціальний ефект був максимальний у даних обставинах. Таким чином знайти рівноважні ціни на перевезення.

Формалізація в задачах виявляється в побудові концептуальної моделі дослідження та з'ясування її властивостей: показуються економічні сутності всіх елементів, а також зв'язки між ними. Існуючі математичні моделі аналізуються, ті, які найбільше відповідають загальним властивостям концептуальної моделі, та оцінюється можливість їх застосування для вирішення поставленої задачі.

Під концептуальною моделлю об'єкта розуміємо сукупність якісних залежностей критеріїв і обмежень від різного роду факторів, що є суттєвими для аналізу адекватності відображення характеристик об'єкта. Включає в себе логіку, обмеження, алгоритми, причинно-наслідкові зв'язки, в межах, що визначені цілями дослідження. Відображає концепцію (погляд) дослідника на проблему.

На цьому етапі побудови моделі відбувається формалізація існуючої економічної проблеми, вираження її за допомогою математичної символіки через відповідні залежності та відношення.

Концептуальна модель відображає основні елементи функціонування об'єкта, характери взаємодії між об'єктом і оточенням, мету магістерського

дослідження, напрямки покращення його функціонування тощо.

Концептуальна модель розв'язуваної задачі представлена на рис. 1.3.

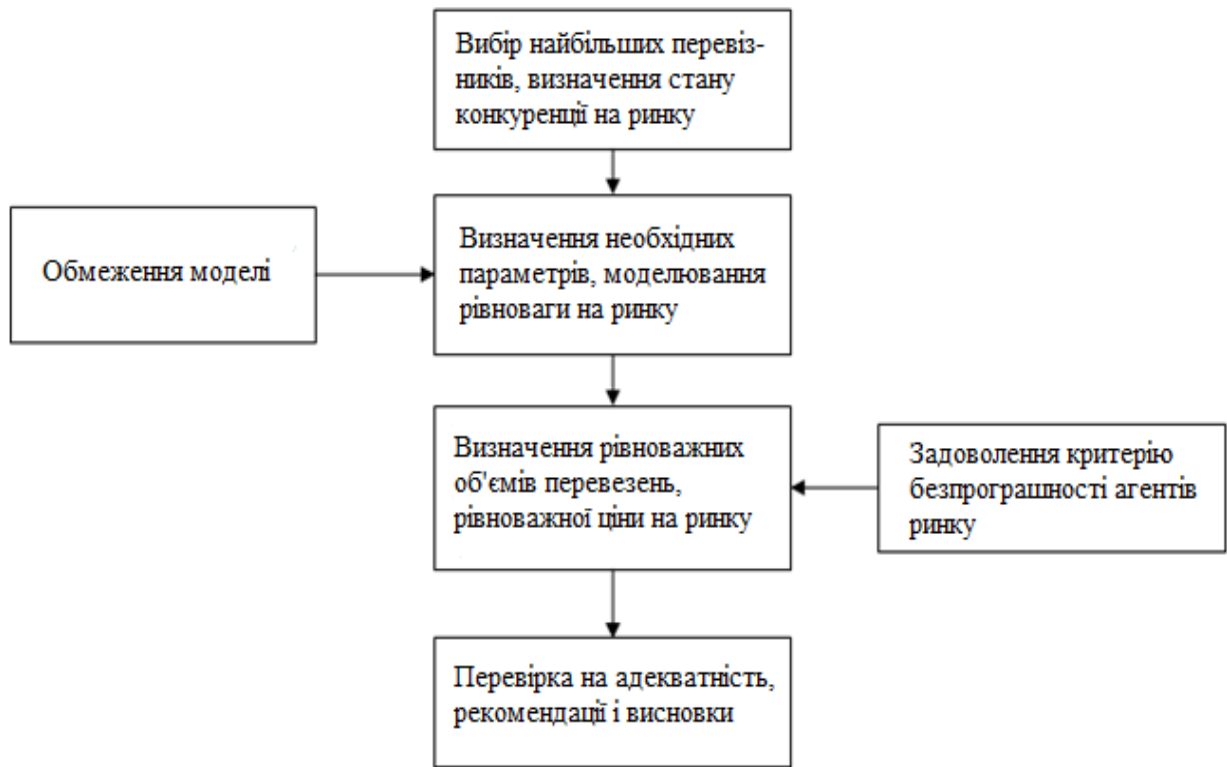


Рисунок 1.3 – Концептуальна модель досліджуваної задачі

1.6 Висновки з розділу

У першому розділі розглянуті головні аспекти діяльності і функціонування транспортної галузі України. Визначено, що вона відіграє значну роль в господарстві країни, в зовнішньоекономічних зв'язках. Транспортна система формує перш за все економічні зв'язки, прискорює соціально-економічний розвиток всього суспільства.

Проаналізовано ринок вантажних перевезень та виділені динаміка і структура цього ринку, статистичні матеріали та роботи інших авторів. Виявлені основні пріоритети розвитку та зростання ринку. Досліджено основні аспекти функціонування ринку вантажних перевезень автомобільним, залізничним і іншими видами транспорту.

Викладена суть досліджуваної економічної проблеми та ступінь розробки її на основі робіт вітчизняних та зарубіжних вчених з питань сучасного функціонування та перспектив розвитку ринку. Мета дослідження полягає у дослідженні галузі вантажних транспортних перевезень. Об'єктом дослідження є ринок вантажних автомобільних перевезень.

Для ефективного планування і аналізу діяльності транспортних систем використовується економіко-математичне моделювання. Без математичного моделювання неможливо науково обґрунтовувати та поліпшити організацію діяльності у транспортній галузі. Поставлена економічна задача та проаналізовані існуючі економіко-математичні моделі, які найбільше відповідають концептуальній моделі. Для застосування обраної моделі необхідно врахувати обмеження та модифікації, які будуть відображати реальний стан і параметри досліджуваного об'єкту.

2 МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ У СФЕРІ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

2.1 Сутність задачі дослідження

2.1.1 Організаційно - економічна сутність задачі дослідження

Завдання: Дослідити функціонування і діяльність на транспортному ринку України в сфері вантажоперевезень на автомобільному і залізничному транспорті. Розробити модель рівноваги на цьому ринку, враховуючи, що цей ринок олігополістичний, за допомогою моделей Курно, Штакельберга з різними варіаціями лідерів. Врахувати особливості ринків автомобільного і залізничного транспорту у сфері вантажоперевезень, для вибору моделей, які б максимально описували існуючу ситуацію на ринку. Знайти показники рівноважний об'єм перевезень на ринку, рівноважні ціни за послуги з перевезень та зробити необхідні висновки. Розробити науково-практичні рекомендації щодо поліпшення ситуації на ринку вантажних транспортних перевезень автомобільним і залізничним видами. Зробити висновки щодо адекватності моделі та її практичного використання.

Місце програмного рішення: Розв'язати поставлену задачу моделювання за допомогою наступних програмних продуктів: Microsoft Excel та Mathcad.

Мета рішення: Отримання результатів моделювання для визначення рівноваги на олігополістичному ринку різних видів транспорту (автомобільного, залізничного), пошуку рівноважних об'ємів, цін і оптимального прибутку, який був би найкращим і задовольняв всіх учасників ринку і враховував попит на послуги з перевезень вантажів. Дослідження адекватності побудованої моделі.

Призначення: Програмний продукт розв'язку задачі призначений для галузі взагалом, організацій, фірм, компаній та підприємців, діяльність яких

пов'язана із темою магістерської дисертації. Вона повинна повною мірою розкрити тему моделювання діяльності транспортно-логістичних компаній на олігополістичному ринку транспортних послуг з перевезення вантажів з визначенням конкретних вимог і норм.

Періодичність рішення: Повторний розв'язок поставленого завдання можна здійснювати із оновленням всієї вхідної інформації для постійної актуалізації результатів дослідження. Завдяки зробленому програмному продуктові розв'язок цієї задачі можна буде здійснювати довільну кількість разів.

Вимоги до термінів рішення: Алгоритм вирішення економіко-математичної моделі вимагають деяких термінів отримання результатів, з цього випливає, що доцільно розв'язувати поставлену задачу таким чином, щоб наступні розв'язки задачі не забирали забагато часу.

Джерела отримання даних: Отримати потрібну статистичну і іншу інформацію зі всіх доступних джерел (наукові статті, статистичні збірники, періодичні видання, тематичні сайти, законодавчі нормативні акти). Знайти та опрацювати статистичну інформацію. Опрацювати бібліотечних фонд на наявність потрібних матеріалів, знайти дані, звітну інформацію, статистику на сайтах організацій та підприємств, які займаються діяльністю, яка пов'язана із предметом дослідження.

Споживачі результатної інформації: Результатами вирішеної задачі можуть скористатися установи, підприємства, які займаються вантажними перевезеннями у сфері вантажообігу для дослідження необхідних показників, параметрів та пошуку рішень в забезпеченні здійснення вантажних перевезень на автомобільному і залізничному транспорті на ринку, які відповідають певним нормам, органи влади, для встановлення прийнятних норм діяльності і функціонування вантажної транспортної системи, використовуючи власну вхідну інформацію. Отримані результати дослідження можуть згодитися дослідникам та студентам, які будуть займатися науково-практичним дослідженням даної тематики.

Інформаційний зв'язок з іншими завданнями: У подальшому задачу дослідження можна буде розширювати і ускладнювати для комплексного вирішення проблем і вирішення питань досліджуваної теми. Отримані результати дослідження можна буде використовувати у галузі здійснення вантажних перевезень транспортною галуззю.

2.1.2 Опис вхідної інформації

Перелік вхідної інформації: Щоб сформулювати задачу дослідження потрібно визначити та дослідити вхідну інформацію:

- дослідити транспортну галузь та її складові та необхідні статистичні дані (вантажопотоки, об'єми перевезень, ціни за перевезення вантажу, прибуток транспортних компаній і інші характеристики);
- визначити доступні для моделювання складові транспортної галузі, які були б переважаючими на ринку перевезень вантажів;
- дослідити ситуацію на ринку, визначити який тип олігополії сформований на ньому, необхідні параметри для моделювання;

Форми представлення документів вхідної інформації: Всю вхідну інформацію можливо представити у виді констант, статистичних даних, вибірок.

Способи контролю вхідних даних: Коли будемо досліджувати систему, треба задавати необхідні обмеження на вхідну інформацію, перевіряти її на адекватність, досліджувати вхідну інформацію.

2.1.3 Опис вихідної інформації

Перелік вихідної інформації: В даній задачі дослідження до вихідної інформації відносяться наступні параметри системи: рівноважні об'єми ринку (який є олігополістичним), рівноважна ціна за перевезення, оптимальні рівноважні значення прибутку транспортно-логістичних компаній і інші параметри. Визначити їх має сенс у таких складових транспортної галузі як автомобільний і залізничний транспорт як ті, що мають найбільшу частку перевезень вантажів. Завдяки економіко-математичному моделюванню цієї ситуації, можливо отримати результати, які потрібно перевірити на адекватність і які будуть найбільш прийнятними у даній моделі.

Форми представлення вихідної інформації: Завдяки вихідній інформації досліджуваної системи, можливо змоделювати рівновагу на олігополістичному ринку транспортних послуг у сфері вантажних перевезень, при визначеному рівноважного стану ринку і стратегії поведінки кожної компанії перевізника, які взяті у дослідженні. Розрахунки і результати мають бути перевірені на адекватність.

Періодичність і терміни уявлення: Періодичність отриманої вихідної інформації є заданою. Під час зміни періоду вихідної інформації, необхідно враховувати і те, що показники вхідної інформації також змінять свої значення.

Способи контролю вихідної інформації: Вихідну інформацію дослідження потрібно перевіряти задоволення початкових умов, обмежень та адекватність.

2.2 Обґрунтування, побудова, аналіз математичної моделі

2.2.1 Побудова і опис економіко-математичної моделі

Будемо розглядати модель ринку олігополії з лінійними і нелінійними функціями попиту і витрат агентів транспортного ринку, на якому надаються послуги з перевезень вантажів.

Припустимо, що учасники транспортного ринку вибирають оптимальні ринкові стратегії у відповідності з критерієм прибутку, одержуваної від продажу товарів (послуг), а обмеженням служить функція ринкової ціни від обсягу продажів послуг з перевезення (2.1), (2.2):

$$\Pi_i = P(Q)Q_i - C_i(Q_i), \quad Q_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, I; \quad (2.1)$$

$$P = P(Q), \quad Q_i = \sum Q, \quad (2.2)$$

де Π_i — прибуток i -го агента транспортного ринку;

P — ринкова ціна послуги (товару);

Q_i — обсяг випуску i -ї фірми;

C_i — функція витрат на випуск i -ї фірми;

I — число агентів ринку.

Параметрами управління виступають обсяги перевезення учасниками ринку, а саме транспортно-логістичними компаніями, оскільки відповідно до неокласичної і кейсіанської теорій при зміні економічної кон'юнктури коригуються не ціни, а обсяги продажів [47], зокрема на сучасних ринках послуг зміщення точки рівноваги по кривій попиту здійснюється не шляхом зниження ціни, а завдяки розширенню або скороченню наборів, об'ємів товару (послуг), внаслідок чого варіюється ціна. Лінійну і степеневу функції ринкових цін, а також степеневу функцію витрат розглянемо у формулах (2.3), (2.4), (2.5).

$$P(Q) = a + bQ, \quad (2.3)$$

$$P(Q) = A * Q^\alpha, \quad (2.4)$$

$$C_i(Q_i) = C_{Fi} + B_i Q_i^{\beta_i}, \quad C_{Fi} > 0, B_i > 0, 0 < \beta_i < 2, i = 1, \dots, I, \quad (2.5)$$

де A, α, a, b – коефіцієнти регресії функцій цін;

B_i, β_i, C_{Fi} – коефіцієнти регресій функцій витрат i -го агенту ринку.

Параметри функцій витрат та цін мають наступне пояснення: C_{Fi} — постійні витрати, B_i — граничні витрати при $\beta_i = 1$, β_i — характеризує ефект розширення масштабу, який може бути додатнім ($0 < \beta_i < 1$), або від’ємним ($1 < \beta_i < 2$); a — потенціал ринку (максимально можлива ціна), b — еластичність попиту.

Розглядається задача визначення рівноваги Курно (Курно-Неша) [24] для ринку з симетричним (одночасним і незалежним) прийняттям рішення або рівноваги Штакельберга в разі асиметричного ринку з лідером (лідерами). Оптимальні (рівноважні) стани на ринку олігополії знаходяться [27] з рішення системи необхідних умов оптимальності для задачі (2.1), (2.2) при заданому векторі можливих варіацій (2.6):

$$\frac{\partial \Pi_i(Q_i, Q'_{iQ_j})}{\partial Q_i} = 0, \quad i, j = 1 \dots, I, \quad (2.6)$$

де Q'_{iQ_j} — гіпотетична варіація.

Тобто передбачається, що зміна обсягу перевезень j -го агента у відповідь на одиничний приріст перевезень i -го агента ринку (гіпотетична (гадана, можлива) варіація - реакція другої фірми на зміну об’ємів першої фірми).

У моделі Курно гадані варіації дорівнюють 0. Кожен з агентів на ринку має припущення, що зміни в його власному об’єму випуску товарів чи послуг ніяк не вплине на конкурента, тобто передбачається, що обсяг випуску конкурента є постійним.

Запишемо систему необхідних умов оптимальності для лінійної і нелінійної функцій попиту відповідно (2.7), (2.8):

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial Q_i} = a + bQ + bQ_i \left(1 + \sum_{j=1, j \neq i}^I \frac{\partial Q_j}{\partial Q_i} \right) - B_i \beta_i Q_i^{\beta_i - 1} = 0, \quad i=1, \dots, I; \quad (2.7)$$

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial Q_i} = AQ^\alpha \left[1 + \alpha \frac{Q_i}{Q} \left(1 + \sum_{j=1, j \neq i}^I \frac{\partial Q_j}{\partial Q_i} \right) \right] - B_i \beta_i Q_i^{\beta_i - 1} = 0, \quad i=1, \dots, I. \quad (2.8)$$

Оскільки тип рівноваги на ринку олігополії залежить [27] від розмірності вектора можливих варіації, що визначаються інформаційної рефлексією, розглянемо далі можливі варіанти поведінки агентів ринку.

Рівновага Курно. Неієрархічна структура ринку олігополії, в основі якої лежить гіпотеза про рівні права учасників ринку, що означає, по-перше, однотипність моделей витрат (у класичній постановці Курно, крім того, постійні і граничні витрати припускаються рівними для всіх агентів), по-друге, неінформованість всіх агентів ринку про дію оточення, з чого випливає нульові можливі варіації $Q'_{iQ_j} = 0$. При цих припущеннях формується рівновага Курно, для якої системи рівнянь (2.7), (2.8) для всіх компаній-перевізників мають вигляд (2.9) та (2.10) відповідно:

$$a + bQ + bQ_i - B_i \beta_i Q_i^{\beta_i - 1} = 0, \quad i = 1 \dots, I; \quad (2.9)$$

$$AQ^\alpha \left[1 + \alpha \frac{Q_i}{Q} \right] - B_i \beta_i Q_i^{\beta_i - 1} = 0, \quad i = 1 \dots, I. \quad (2.10)$$

Системи нелінійних рівнянь (2.6), (2.7) внаслідок чисельного рішення дозволяють визначити вектор об'ємів перевезень агентів транспортного ринку за умови, що всі агенти одночасно обирають свої дії, не враховуючи вибір інших агентів ринку. Зазначимо, що за постійних граничних витрат

$\beta_i = 1$ з рівняння (2.10) впливає [32] класичне рівняння лінійної реакції Курно, яке можна побачити у формулі (2.11):

$$Q_i = \frac{a - B_i + bQ_{-i}}{-2b}. \quad (2.11)$$

А частковим випадком (2.10) є рівняння реакції Курно за нелінійного попиту [25], яке представлено у формулі (2.12):

$$Q_i = \left(\frac{A(I + \alpha)}{\sum_{i=0}^I B_i} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} - Q_{-i}, \quad (2.12)$$

де Q_{-1} – об'єм продаж (перевезень) i -го транспортного підприємства.

Аналіз реакцій агентів ринку для цих часткових випадків показує, що зі збільшенням граничних витрат агента B_i його доля в рівноважній ринковій структурі знижується, а із загальних рівнянь реакцій (2.9), (2.10) для нелінійних функцій витрат, крім того, впливає, що та ж тенденція проявляється зі збільшенням темпу росту витрат β_i .

Неієрархічна структура ринку олігополії, яка приводить до стану рівноваги Курно, може сформуватися як у випадках абсолютних інформаційних бар'єрів на ринку, так і внаслідок наявності у всіх агентів загальної інформації про неможливість чи недоцільність зміни рівноваги.

Далі розглянемо стан ринку, який характеризується існуванням економічного лідерства однієї із компаній - рівновагу Штакельберга з одним лідером. Ієрархічна модель ринку олігополії адекватна або при порушенні гіпотези однотипності моделей витрат агентів ринку, наприклад внаслідок суттєвої відмінності параметрів функції витрат одного з агентів (непорівнянності агентів за масштабом), або в разі асиметричної імовірною інформованості на ринку коли який-небудь агент (лідер) вважає, що поінформований про дії оточення.

Оскільки для реальних ринків олігополії відхилення параметрів функцій витрат переважаючих агентів, як правило, незначні, розглянемо випадок інформаційного лідерства деякого k -ого агента ринку, поінформованого про те, що інші учасники ринку (назвемо їх агентами Курно і позначимо індексом i) вибирають дії по реакціях, неявно заданих рівняннями (2.9), (2.10). При цьому формуємо класичну рівновагу Штакельберга, для визначення якого, диференціюванням рівнянь (2.9), (2.10) як неявних функцій $Q_i(Q_k), k \neq i$, знайдемо гіпотетичні гадані варіації для лінійної і нелінійної функцій попиту (2.13), (2.14) відповідно:

$$\frac{\partial Q_i}{\partial Q_k} = -\frac{b}{2b - B_i\beta_i(\beta_i - 1)Q_i^{\beta_i-2}}, \quad i = 1 \dots, I, k \neq i, \quad (2.13)$$

$$\frac{\partial Q_i}{\partial Q_k} = -\frac{A\alpha Q^{\alpha-1} \left(1 + (\alpha - 1) \frac{Q_i}{Q}\right)}{B_i\beta_i(\beta_i - 1)Q_i^{\beta_i-2} - A\alpha Q^{\alpha-1} * \left(1 + (\alpha - 1) \frac{Q_i}{Q}\right)}, \quad (2.14)$$

$$i = 1 \dots, I, k \neq i.$$

Для часткового випадку лінійних функцій витрат ($\beta_i = 1$) з формули (2.13) впливають постійні гадані варіації агентів ринку Курно для лінійної функції попиту: $Q'_{iQ_j} = -\frac{1}{2}$ [32], а з формули (2.14) можна отримати також постійні можливі варіації для степеневі функції попиту $Q'_{iQ_j} = -1$ [25].

В загальному випадку формули (2.13), (2.14) задають гадані варіації, як правило, від'ємні ($Q'_{iQ_j}(Q_i) < 0$), за виключенням випадку переважаючої долі на ринку якогось агента з додатнім ефектом розширення масштабу. Тобто для лінійного попиту $Q'_{iQ_j}(Q_i) > 0$ впливає з умови $U_i > 0 \forall [\beta_i < 1 \cap \cap 2|b| < B_i\beta_i|\beta_i - 1|Q^{\beta_i-2}]$. Для степеневі функції попиту $Q'_{iQ_j}(Q_i) > 0$ може бути тільки при $F_i < 0 \cap u_i < 0 \cap |u_i| > |F_i|$, що призводить до аналогічного за змістом співвідношенню $B_i\beta_i|\beta_i - 1|Q^{\beta_i-2} > A|\alpha|Q^{\alpha-1}(1 + \frac{(\alpha-1)Q_i}{Q})$.

Проаналізуємо функції $Q'_{iQ_k}(Q_i)$ за абсолютною величиною: для лінійного попиту функція U_i , як правило, від'ємна та зі збільшенням ринкової долі i -го агента модуль функції $Q'_{iQ_k}(Q_i)$ як впливає з формули (2.13), зростає за від'ємного ефекту масштабу і убуває в іншому випадку; для степеневих попиту функція F_i , як правило, від'ємна, тому з ростом Q_i , за від'ємного ефекту масштабу функція $u_i > 0 \forall \beta_i > 1$ убуває, значить з формули (2.14) впливає зростання модуля функції $Q'_{iQ_k}(Q_i)$, а за додатнього ефекту масштабу $u_i < 0 \forall \beta_i < 1$ – навпаки.

Для типових ринків $U_i < 0 \forall \beta_i > 1 \cup [\beta_i < 1 \cap 2|b| < B_i\beta|\beta_i - 1|Q^{\beta_i-2}]$. Для типових ринків крива попиту має низьку еластичність ($|\alpha| < 1$), а $F_i > 0$ може бути за умови $\alpha < 1 - \frac{Q_i}{Q}$, що при $Q \gg Q_i$ виконано тільки для високоеластичного попиту.

Отже, при нелінійних функціях витрат збільшення частки агента ринку в ринковій структурі призводить до зміни вектора гаданих варіацій і, в результаті до перерозподілу ринку на користь агентів з позитивним ефектом масштабу.

Підставивши варіації (2.13), (2.14) в системи необхідних умов оптимальності (2.7), (2.8), отримаємо рівняння оптимальних реакцій для лідера по Штакельбергу при лінійній і степеневій функції попиту (2.15), (2.16):

$$a + bQ + bQ_k * \left(1 + b \sum_{i=1, i \neq k}^I \frac{1}{U_i}\right) - B_k\beta_k Q_k^{\beta_k-1} = 0, \quad (2.15)$$

$$AQ^\alpha \left[1 + \alpha \frac{Q_k}{Q} \left(1 + \sum_{i=1, i \neq k}^I \frac{F_i}{u_i - F_i}\right)\right] - B_k\beta_k Q_k^{\beta_k-1} = 0 \quad (2.16)$$

А умови оптимальності інших агентів, реагуючих за Курно, мають вигляд (2.9), (2.10). Систему рівнянь (2.15), (2.16) також можна вирішити чисельно, причому лідерами є або послідовно всі агенти ринку, або, з метою

спрощення процедури аналізу, досліджуються тільки ті учасники ринку, які мають переважні частки в ретроспективному періоді, апріорі припускаючи, що більш «сильні» агенти в рівновазі випереджають інших у розподілі ринку.

В окремому випадку лінійних витрат ($\beta_i = 1$) з рівняння (2.15) випливає рівняння реакції лідера по Штакельбергу для лінійного попиту (формула (2.17)):

$$Q_k = \frac{a - B_k + bQ_{-k}}{-2b + b(I - 1)/2}. \quad (2.17)$$

А з рівняння (2.16) наближено (вважаючи $I \gg 1$) можна виразити реакцію лідера для степеневі функції попиту (формула 2.18):

$$Q_k = \left(AI / \sum_{i=0}^I B_i \right)^{1/(1-\alpha)} - Q_{-k}. \quad (2.18)$$

Порівнявши реакції лідерів за Штакельбергом з рівняннями реакцій агентів Курно для представлених окремих випадків, відзначимо тенденцію до асиметрії ринкової структури на користь лідера, аналогічний висновок випливає з порівняльного аналізу реакцій (2.9), (2.10) з реакціями (2.17), (2.18) відповідно.

Рівновага з лідером по Штакельбергу може встановлюватися при наявності системних взаємозалежностей агентів, зокрема в разі майнової інтеграції в формі створення холдингової структури з дочірніми (залежними) організаціями, в якій переважаючий на ринку агент виступає в ролі власника капіталів інших агентів. Рівновага з одним лідером є основою для розробки моделей рівноваги при декількох лідерах.

Розглянемо рівновагу Штакельберга з декількома лідерами. Маємо ієрархічну модель ринку олігополії, в якій, за аналогією з попереднім випадком, де має місце асиметрична можлива інформованість, але не один, а кілька

агентів-лідерів на Зринку (позначені індексом « k ») поінформованих про те, що інші учасники ринку (позначені індексом « i ») вибирають дії по реакціях Курно (2.9), (2.10). Виникаюча в результаті ринкова структура визначається тим, яка з наступних моделей інформаційної взаємодії реалізується на верхньому рівні ієрархії.

Перш за все, класична модель Штакельберга, в якій не передбачається взаємне реагування лідерів, тобто по відношенню один до одного лідери є агентами Курно. При цьому реагування агентів Курно на нижньому рівні (назвемо його нульовим рівнем і позначимо число відповідних агентів I_0) описується системами рівнянь (2.9), (2.10), в яких між іншим $i = 1, \dots, I_0$.

Реагування лідерів, що належать до вищого (першому) рівню ієрархії на дії агентів нульового рівня описується системами рівнянь, аналогічними рівнянням (2.17), (2.18), в яких покладається $k = 1, \dots, I_1$, де I_1 - число агентів-лідерів першого рівня.

Далі розглядатимемо, модель Штакельберга з інформаційної рефлексією лідерів: передбачається, що з безлічі лідерів виділяються лідери другого рівня (позначимо число відповідних агентів I_2), інформовані про те, що інші $I_1 = I - I_2 - I_0$ лідери вибирають дії по неявно заданих реакціям (2.17), (2.18) лідерів першого рівня. Проіндексуємо лідерів другого рівня символом « m », $m = 1, \dots, I_2$, а індексом « k », $k = 1, \dots, I_1$, як раніше, будемо також позначати лідерів першого рівня. Так формується двохрівнева модель Штакельберга, в якій безліч агентів є сумою трьох підмножин $I = I_0 + I_1 + I_2$.

Виведемо рівняння реакції m -го лідера другого рівня на дії k -го лідера першого рівня у формулах (2.19) та (2.20), рахуючи, що рівняння (2.17), (2.18) як неявні функції $Q_k(Q_m)$, $k \neq m$, визначають можливі варіації дій k -го лідера, виходячи з інформації, що є у m -го лідера:

$$\frac{\partial Q_k}{\partial Q_m} = \frac{b(bQ_k \frac{W_m}{U_m^2} - 1)}{U_k - b^2 \sum_{j=1, j \neq k}^{I_0} \frac{1}{U_j}}, \quad k = 1 \dots, I_1, \quad m = 1 \dots, I_2, \quad k \neq m; \quad (2.19)$$

$$\frac{\partial Q_k}{\partial Q_m} = - \frac{F_k + A\alpha Q^{\alpha-2} Q_k \left[E_1 + Q \frac{F'_{mQ_m} u_m - W_m F_m}{(u_m - F_m)^2} \right]}{F_k [1 + E_1] - A\alpha Q^{\alpha-1} [1 + Q_k E_2] - W_k},$$

$$k = 1 \dots, I_1, \quad m = 1 \dots, I_2, k \neq m \quad (2.20)$$

$$\text{де } W_m = W_m(Q_m) = u'_{m*Q_m} = B_m \beta_m (\beta_m - 1) (\beta_m - 2) Q_m^{\beta_m-3};$$

$$F'_{m*Q_m} = F'_{m*Q_m}(Q, Q_m) = A\alpha(\alpha - 1) Q^{\alpha-2} (2 + (\alpha - 2) Q_m/Q),$$

$$E_1 = E_1(F_j, u_j) = \sum_{j=1, j \neq k}^I \frac{F_j}{u_j - F_j};$$

$$F'_{i*Q_k} = F'_{i*Q_k}(Q, Q_i) = A\alpha(\alpha - 1) Q^{\alpha-2} \left(1 + \frac{(\alpha - 2) Q_i}{Q} \right);$$

$$E_2 = E_2(F_j, u_j) = \sum_{j=1, j \neq k}^I \frac{F'_{j*Q_k} u_j}{[u_j - F_j]^2}.$$

Зазначимо, що для лінійних функцій витрат ($\beta_k = \beta_m = 1$) з рівняння (2.19) випливає, що передбачувана варіація постійна і дорівнює значенню, яке отримане з рівняння (2.9) для агентів Курно при лінійному попиту ($Q'_{kQ_m} = -1/2$), а з рівняння (2.20) також випливає постійна передбачувана варіація, знайдена з рівняння (2.10) для агентів Курно за степеневою функцією попиту ($Q'_{kQ_m} = -1$). Тому за лінійними витратами рівняння реакції того лідера другого рівня на дії k -го лідера першого рівня буде таким як рівняння (2.17), (2.18), тобто виникаюча в результаті рівновага буде такою ж, як і в класичній моделі Штакельберга. Тому з цього випливає, що наявність нелінійних функцій витрат є фактором, яким обумовлює специфічність моделі Штакельберга з інформаційною рефлексією лідерів.

Рівняння оптимальних реакцій (2.7), (2.8) для лідерів другого рівня матимуть вигляд рівнянь (2.21), (2.22):

$$a+bQ+bQ_m \left(1-b \sum_{k=1, k \neq m, j}^{I_1} \frac{bQ_m \frac{W_k}{U_k^2} - 1}{U_m - b^2 \sum_{j=1, j \neq k, m}^{I_0} \frac{1}{U_j}} \right) - B_m \beta_m Q_m^{\beta_m - 1} = 0; \quad (2.21)$$

$$\left[1 + \alpha \frac{Q_m}{Q} \left(1 - \sum_{k=1, k \neq m}^I \frac{F_k + A * \alpha * Q^{\alpha-2} * Q_k * \left[E_1 + Q * \frac{F'_m Q_m * u_m - W_m * F_m}{(u_m - F_m)^2} \right]}{F_k [1 + E_1] - A * \alpha * Q^{\alpha-1} * [1 + Q_k * E_2] - W_k} \right) \right] \cdot A Q^\alpha - B_m * \beta_m * Q_m^{\beta_m - 1} = 0. \quad (2.22)$$

Додавання по індексу k відповідає агентам-лідерам першого рівня, а $m=1, \dots, I_2$. Співставлення реакцій (2.21), (2.22) лідерів другого рівня з аналогічними співвідношеннями для лідерів першого рівня (2.17), (2.18) показує посилення асиметрії структури ринку на користь лідерів більш високого рівня.

Таким чином, рівноважне розподілення ринку за тих рівнянь ієрархії визначається з рішення систем рівнянь (2.9), (2.10) для агентів Курно нульового рівня (де $i=1, \dots, I_0$), систем рівнянь (2.17), (2.18) для лідерів першого рівня (де $k=1, \dots, I_1$), і рівнянь (2.21), (2.22) для лідерів другого рівня, відповідно заданій функції ринкового попиту. Фактором формування ринкової системи, в якій кожен учасник ринку намагається грати роль лідера, може стати неузгоджені уявлення агентів ринку про її взаємну ринкову силу.

Зазначимо, що, не дивлячись на схожість рівнів лідерства з коаліціями, всередині безліч агентів на кожному рівні в розглянутій моделі не передбачається кооперації, тому що немає інформаційного обміну, інформованість є тільки передбачуваною і структури ринку формуються на основі некооперативної рівноваги Неша.

Системи рівнянь реакцій отримані для моделі Штакельберга з інформаційної рефлексією лідерів до другому рівня включно; для агентів з більш високим рівнем рефлексії реакції можуть бути отримані аналогічно методикою виведення рівнянь (2.21), (2.22).

Однак для вирішення практичних завдань верифікації структур ринків олігополії це недоцільно, оскільки на ринку олігополії, як правило, діє мале число агентів, (3-5 на реальних ринках), і для розвитку механізмів рефлексивної поведінки необхідна наявність оточення [38], тобто на кожному рівні має бути кілька учасників. Оскільки N теоретично (припускаючи наявність хоча б одного учасника ринку на кожному рівні) не може бути більшою за кількість агентів ринку, то на практиці глибина рефлексії повинна бути істотно менше ($N \ll I$).

За моделлю Штакельберга, де «лідер» першим обирає обсяг, а для «послідовника» оптимальною є точка на його функції реакції, де досягається максимум прибутку лідера, і функція Штакельберга стосується функції реакції послідовника. Можливі варіації лідера негативні, а у послідовника - нульові.

Якщо знання недосконале, і логіка конкурентної поведінки фірм не є загальним знанням, то навіть в умовах повної інформації рівновагу в статичному грі відсутня, а результат вибору не збігається з очікуваннями фірм (можливо і з очікуваннями нульових можливих варіацій).

Результати дослідження збіжності процесу стратегічних рефлексивних ігор в класі лінійних функцій попиту і витрат фірм показали, що процес послідовного порядку завжди сходиться до статичного рівноваги незалежно від числа неконкурентоспроможних фірм; процес одночасного порядку розходиться при загальній кількості фірм більше двох, а інакше сходиться до статичного рівноваги; процес послідовно-групового порядку сходиться, якщо в кожній групі є хоча б одна конкурентоспроможна фірма або число фірм в групі не більше двох, а інакше, в залежності від початкового вибору фірм першої групи, або робить коливання щодо рівноваги, амплітуда і період яких стабілізуються, або (у виняткових випадках) сходиться до статичного рівноваги.

Далі покажемо для наглядного прикладу карти кривих (рис. 2.1) постійного прибутку фірми i (в умовах невизначеності вибору об'єму випуску конкурентів), з яких випливає, що за об'єму випуску конкурентів, який пере-

вищує «досконалий конкурентний об'єм» (це об'єм досконалого конкурентного випуску за ціноутворення за граничними витратами $P=C_i$), очікуваний рівень валового прибутку фірми i буде від'ємним, і не варто брати участь у конкуренції, якщо об'єм випуску конкурентів менший за «досконалий конкурентний об'єм» та відсутні обмеження на потужності для фіксованого (раніше невідомого) випуску конкурентів фірма отримає максимальний рівень прибутку, якщо обере власний об'єм у точці дотику кривої Штакельберга.

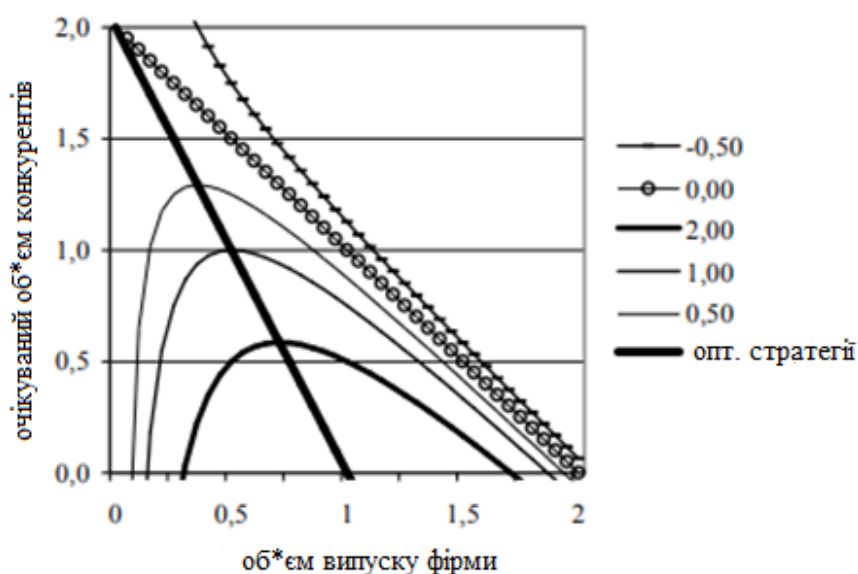


Рисунок 2.1 – Карта кривих постійного прибутку Штакельберга і сукупність стратегій фірми

2.2.2 Якісне дослідження побудованої моделі

Модель Курно при всіх своїх перевагах, має ряд вихідних припущень. Які істотно спрощують реальність: а) олігополісти не передбачають можливості зміни обсягів випуску своїх конкурентів; б) поведінка фірм на ринку абсолютно однакова (симетрична). Тим часом на практиці олігополісти можуть дотримуватися різних типів поведінки. Це - некооперативна рівновага: кожна фірма приймає рішення, які дають їй найбільші прибутки при даних діях своїх конкурентів. Графік, що відображає обсяги виробництва фірми в залежності від передбачуваних обсягів виробництва її конкурентів, назива-

ється кривою реакції. Рівноважний рівень обсягу виробництва знаходиться на перетині кривих реакції обох фірм.

У теорії ігор така ситуація називається рівновагою Неша. В кінцевому рахунку прибутки, одержувані кожною фірмою, вище, ніж якби вони були при ідеальній конкуренції, але вони нижчі, ніж якби фірми домовилися один з одним. Але подібні домовленості зазвичай засуджуються і, крім того, фірми можуть не вірити один одному: якщо контрагент в порушення домовленості знизить ціну в порівнянні з домовленою, то він збільшить збут і здобуде перемогу в конкуренції.

Порівняльна статика ринку - це порівняння миттєвих «фотознімків» динамічних процесів, при цьому порівнюються різні рівноважні стани ринку, а процес переходу одного стану в інший дослідника не цікавить. За її допомогою можемо визначити які взаємозалежності мають попит і пропозиція на ринку.

Розрізняють наступні періоди:

- Миттєвий (дуже короткий, ринковий) - період часу, протягом якого всі фактори виробництва залишаються незмінними.

- Короткий - період часу, протягом якого одні чинники виробництва залишаються незмінними (виробничі потужності, технологія виробництва), а інші - змінними (кількість придбаного сировини, робоча сила), але існує межа зростання.

- Тривалий - період часу, протягом якого всі фактори виробництва стають змінними, але технологія не змінюється.

- Дуже тривалий (віковий) - період часу, протягом якого всі фактори виробництва і технологія стають змінними.

Миттєвий період представлений на рисунку 2.2.

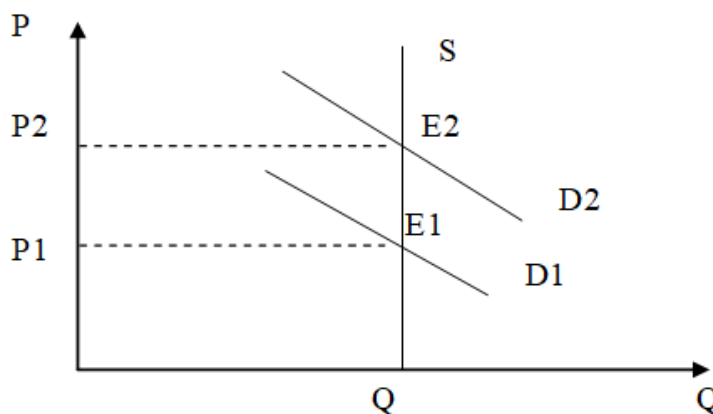


Рисунок 2.2 – Миттєвий період порівняльної статистики ринку

Крива пропозиції (S) - зовсім не еластична, тому що продавцю необхідно продати весь вироблений товар, що не підлягає зберіганню. При зростанні попиту (до D_2) зростає тільки ціна товару (P_2).

Короткий період розглядається на одному графіку (рис 2.3):

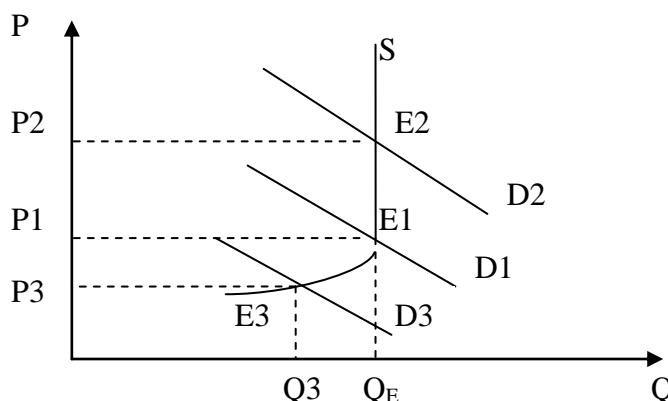


Рисунок 2.3 – Короткий період порівняльної статистики ринку

Крива пропозиції (S) - складається з двох ділянок - зовсім не еластичного (як в попередньому випадку) і нормального (з позитивним нахилом). При зростанні попиту (до D_2) зростає тільки ціна товару (до P_2). Якщо попит знижується (до D_3), то разом зі зниженням ціни (до P_3) знижується і обсяг продажів (до Q_3), тому що продавцю не вигідно продавати товар за дешевими цінами. При зниженні попиту на продукцію продавець може скоротити виробництво на цю різницю за рахунок скорочення закуповуваного сирови-

ни, скорочення частини працівників і т.д.

Тривалий період розглядається на трьох графіках. При зміні попиту виробник може змінювати масштаби виробництва, а це супроводжується зміною витрат (рис.2.4).

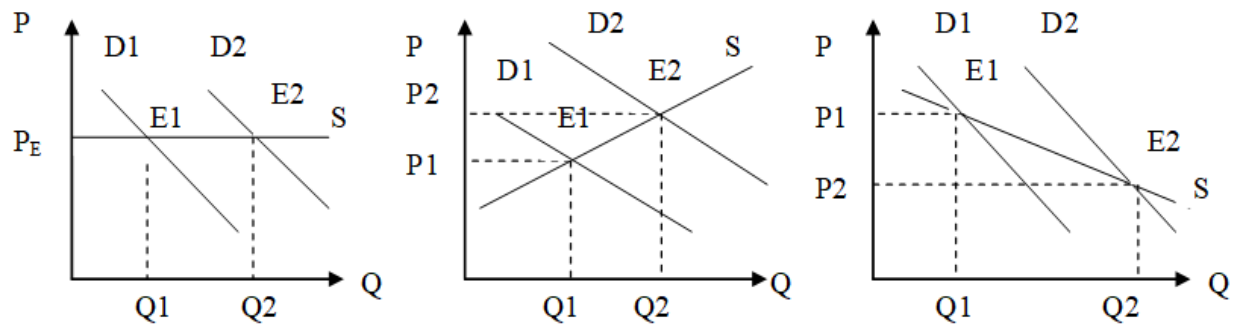


Рисунок 2.4 – Тривалий період порівняльної статистики ринку

Якщо зміна масштабу виробництва має місце при незмінних витратах, збільшення рівноважного обсягу відбувається безпосередньо без зміни рівноважної ціни (перший графік рис. 2.4). Якщо зміна масштабу виробництва відбувається при зростаючих витратах (наприклад, за рахунок зростання цін на ресурси використані), зростання рівноважного обсягу сприяє зростанню рівноважної ціни (другий графік рис. 2.4). Коли зміна масштабу виробництва відбувається при знижуються витрати (наприклад, за рахунок зниження цін на використані ресурси), збільшення рівноважного обсягу супроводжується зменшенням рівноважної ціни (третій графік рис. 2.4).

Основне завдання такої моделі – це визначити при якому об’єму підприємства досягають економічної рівноваги.

Далі визначимо сенс кривих реакцій з економічної точки зору: сукупність точок безпосередньо на кривій реакції показує, якою буде реакція однієї з фірм при виборі обсягу свого випуску на рішення іншої фірми щодо величини свого випуску. Точка перетину кривих реакції обох дуополістів, які суміщені на координатних осях, що є єдиними, називається точкою рівноваги Курно олігополістичного ринку (рис. 2.5).

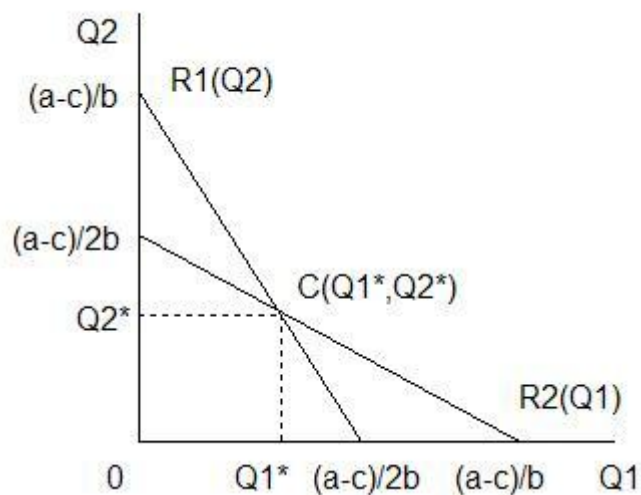


Рисунок 2.5 – Криві реагування двох фірм

На рис. 2.5 $R_1(Q_2)$ - крива реакції дуополіста 1 на величину випуску, запропонованого дуополістом 2, і відповідно $R_2(Q_1)$ - крива реакції дуополістів 2 на величину випуску, запропонованого дуополістом 1.

Розглянемо нелінійну модель попиту-пропозиції: попит на товари чи послуги залежить від його ціни. Опишемо поведінку цін як функцію від початкової ціни.

Припустимо, що пропозиція S_{n+1} в перевезеннях майбутнього року залежить як степенева функція ціни P_n в цьому році, при чому чим більше P_n , тим більше S_{n+1} :

$$S_{n+1} = aP_n^m - b, \quad (2.23)$$

де a та b додатні константи, m належить до проміжку від 0 до 1.

Попит D_{n+1} залежить як експонента від ціни P_n в цьому році, коли ціна зростає – попит падає:

$$D_{n+1} = g \exp(-cP_{n+1}), \quad (2.24)$$

де g та c додатні константи, незмінні протягом всього аналізованого періоду.

Рахуючи значення P_0 заданим, припускаючи, що g - максимально можливий попит, треба знайти значення P_1, P_2, \dots, P_n , які б задовольняли системі рівнянь (2.25) і які представлені на рис. 2.6:

$$\begin{cases} S_{n+1} = aP_n^m - b, \\ D_{n+1} = g \exp(-cP_{n+1}), \\ S_{n+1} = D_{n+1}. \end{cases} \quad (2.25)$$

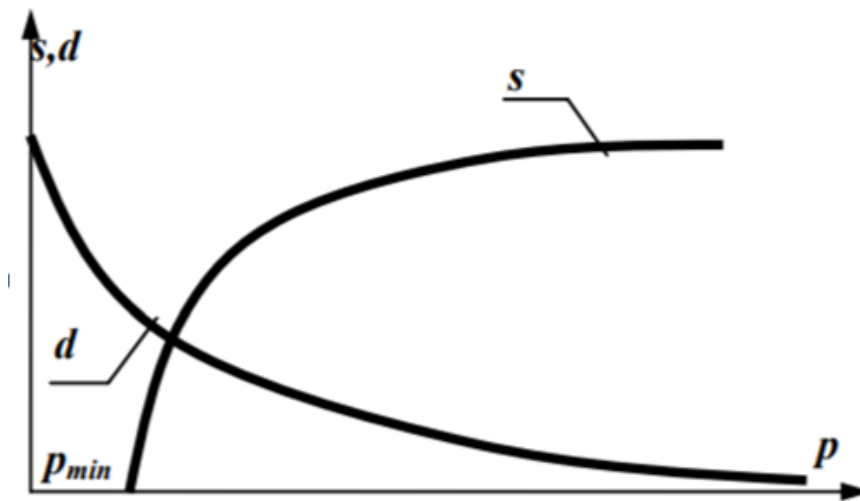


Рисунок 2.6 – Залежність попиту і пропозиції від ціни на ринку

Підставляючи в (2.25) рівняння (2.21) отримаємо вираз $aP_n^m - b = g \exp(-cP_{n+1})$, введемо нові константи $A = \frac{a}{g} > 0, B = \frac{b}{g} > 0, C = c^{-1} < 0$, та підставимо їх і отримаємо:

$$P_{n+1} = C \cdot \ln(AP_n^m - B). \quad (2.26)$$

Дослідимо динаміку цін і показників витрат агентів на ринку транспортних вантажних перевезень. Мають місце стійкі тренди, які в подальшому будуть використані як статичні параметри моделі ринку. Аналіз динамічних рядів середньозважених цін на вантажні перевезення, які розраховані за формулами (2.27), (2.28), показав наявність на ринку степеневих і лінійних фун-

кцій цін на перевезення з різних діапазонів послуг, тому визначимо регресії в кусково-заданому вигляді (2.29), (2.30).

$$P^a = \frac{\sum_{i=1}^I P_i^a Q_i^a}{\sum_{i=1}^I Q_i^a}, \quad i = 1, \dots, I, \quad (2.27)$$

$$P^3 = \frac{\sum_{i=1}^J P_i^3 Q_i^3}{\sum_{i=1}^J Q_i^3}, \quad i = 1, \dots, J; \quad (2.28)$$

$$P^{*a} = \begin{cases} A^a (Q^a)^{\alpha^a}, & Q^a \leq Q^{\sim a} \\ a^a + b^a * Q^a, & Q^a > Q^{\sim a} \end{cases} \quad (2.29)$$

$$P^{*3} = \begin{cases} A^3 (Q^3)^{\alpha^3}, & Q^3 \leq Q^{\sim 3} \\ a^3 + b^3 * Q^3, & Q^3 > Q^{\sim 3} \end{cases} \quad (2.30)$$

де P^{*a} і P^{*3} – ціни на перевезення автомобільним і залізничним транспортом i -го агента;

$A^a, a^a, \alpha^a, b^a, A^3, a^3, \alpha^3, b^3$ – коефіцієнти регресійних функцій апроксимації попиту;

$Q^{\sim a}, Q^{\sim 3}$ – значення показників, які відповідають зміні тенденцій;

Q^a, Q^3 – об'єм перевезень автомобільним і залізничним транспортом i -го агента за відповідний період.

Визначимо моделі витрат агентів ринку на основі статистичного аналізу динамічних рядів витрат агентів ринку, сформувавши регресії в виді степневих функцій (2.31), (2.32):

$$\hat{C}_i^a(Q) = C_{Fi}^a + B_i^a (Q_i^a)^{\beta_i^a}, \quad i = 1, \dots, I, \quad (2.31)$$

$$\hat{C}_i^3(Q) = C_{Fi}^3 + B_i^3 (Q_i^3)^{\beta_i^3}, \quad i = 1, \dots, J, \quad (2.32)$$

де $\hat{C}_i^a(Q), \hat{C}_i^3(Q)$ – витрати на автомобільні перевезення вантажів і на залізничні i -го агента ринку;

C_{Fi}^a, C_{Fi}^3 – постійні витрати на автомобільні перевезення вантажів і на залізничні i -го агента ринку;

$B_i^a, B_i^3, \beta_i^a, \beta_i^3$ – коефіцієнти регресії функції витрат.

Для перевірки адекватності реальним ринковим умовам рівноваги скористаємось критеріями: відносним відхиленням від фактичного значення рівноважної ринкової ціни $\Delta \bar{P}$ (2.33), рівноважним об'ємом ринку $\Delta \bar{Q}$ (2.34) і ринкових долей $\Delta \bar{Q}_i$ (2.35), відхилення загального прибутку агентів $\Delta \bar{\Pi}$ (2.36).

$$\Omega_1 = \min_{P^a, P^3} \max \Delta \bar{P} = \frac{P^* - P^{\text{факт}}}{P^{\text{факт}}}, \quad (2.33)$$

$$\Omega_2 = \min_{Q^a, Q^3} \max \Delta \bar{Q} = \frac{Q^* - Q^{\text{факт}}}{Q^{\text{факт}}}, \quad (2.34)$$

$$\Omega_3 = \min_{\Pi^a, \Pi^3} \max \Delta \bar{\Pi} = \frac{\Pi^* - \Pi^{\text{факт}}}{\Pi^{\text{факт}}}, \quad (2.35)$$

$$\Omega_4 = \min_{Q_i^a, Q_i^3} \max \Delta \bar{Q}_i = \frac{Q_i^* - Q_i^{\text{факт}}}{Q_i^{\text{факт}}}, \quad (2.36)$$

де P^*, Q^*, Π^* – розрахункові значення цін, об'єму ринку галузі і прибутку за рівноважного стану;

$P^{\text{факт}}, Q^{\text{факт}}, \Pi^{\text{факт}}$ – фактичні значення параметрів ринку в ретроспективному періоді.

Методика оцінки адекватності моделі ринку олігополії (2.37) заснована на принципі гарантованого результату [36], тобто вибір адекватної моделі відбувається за комплексним критерієм:

$$\Omega = \min_{m=1,2,3,4} \max \Omega_m. \quad (2.37)$$

2.3 Алгоритм розв'язку задачі моделювання

Виходячи із завдання дослідження, яке полягає в розробці моделі рівноваги на ринку вантажних транспортних перевезень, враховуючи, що цей ринок олігополістичний, за допомогою моделей Курно, Штакельберга з різними варіаціями лідерів, врахувати особливості ринку, для вибору моделей, які б максимально описували існуючу ситуацію на ринку.

Потрібно знайти наступні показники: рівноважний об'єм перевезень на ринку, рівноважні ціни за послуги з перевезень, оптимальний прибуток транспортно-логістичних компаній, які були б найкращими і задовольняли всіх учасників ринку і враховував попит на послуги з перевезень вантажів, дослідити адекватність побудованої моделі та зробити необхідні висновки.

При економіко-математичному моделюванні діяльності транспортної галузі у сфері вантажних перевезень будемо розглядати її у розрізі внутрішньо української діяльності, матимемо два типи транспорту: автомобільний, залізничний (частка біля 98% у перевезеннях вантажів всією галуззю).

Для ефективного планування і аналізу діяльності транспортних систем використовується економіко-математичне моделювання, За допомогою економіко-математичної моделі діяльності транспортної галузі у сфері вантажних перевезень було змодельована оптимізація прибутку галузі, знайдено рівноважні ціни на перевезення і рівноважні об'єми вантажних перевезень у залізничному та автомобільному транспорті.

Матимемо наступний алгоритм розв'язку задачі пошуку рівноважного стану на ринку олігополії вантажних перевезень у транспортній галузі:

- 1) Існує N кількість основних гравців на ринку автомобільних вантажних перевезень і залізничних вантажних перевезень. Вони складають загалом більше 80-90% ринку у розрізі кожного виду транспорту.
- 2) Маємо визначити тип олігополії на автомобільному і залізничному транспорті в сфері вантажних перевезень.
- 3) Дослідимо динаміку цін і показників витрат агентів на цьому ринку, та визначимо регресії в кусково-заданому вигляді за допомогою формул (2.29), (2.30).
- 4) Визначимо моделі витрат агентів ринку на основі статистичного аналізу динамічних рядів витрат агентів ринку, сформувавши регресії в виді степеневих функцій за допомогою формул (2.31), (2.32).
- 5) Розраховуємо рівноважні стани ринку олігополії (в залежності від типу ринку).

Рівновагу Курно шляхом чисельного рішення системи рівнянь (9), рівновагу Штакельберга з одним лідером з системи рівнянь (9) для агентів Курно і рівняння (13) для лідера за Штакельбергу, рівновагу в класичній моделі Штакельберга з декількома лідерами визначено з системи рівнянь (9) для агентів Курно і рівнянь (13) для лідера за Штакельбергом, рівновагу в моделі Штакельберга з інформаційною рефлексією лідерів знайдено чисельним вирішенням системи рівнянь (9) для агентів Курно, рівняннями (13) для лідерів першого рівня і рівнянь (17) для лідерів другого рівня.

Дивлячись на те, що на ринку залізничних і автомобільних перевезень склалася олігополія з одним і декількома лідерами відповідно, варто використати модель Штакельберга і використати відповідні наступні формули.

Для агентів Курно (послідовника чи послідовників) рівняння рівноваги (для лінійної та степеневі функції попиту) – формули (2.9), (2.10).

Для лідера або лідерів за Штакельбергом рівновага (для лінійної та степеневі функції попиту) – формули (2.17), (2.18).

При цьому треба враховувати моделі регресії цін і моделі регресії витрат агентів (які можуть бути лінійними чи степеневими).

- 6) Визначимо і проаналізуємо рівноважний стан на ринку: рівноважний об'єм перевезень, рівноважну ціну і рівноважний прибуток агентів ринку.
- 7) Для перевірки адекватності реальним ринковим умовам рівноваги скористаємось критеріями: відносним відхиленням від фактичного значення рівноважної ринкової ціни $\Delta \bar{P}$, рівноважним об'ємом ринку $\Delta \bar{Q}$ і ринкових долей $\Delta \bar{Q}_i$, відхилення загального прибутку агентів $\Delta \bar{\Pi}$ (формули (2.33-2.36)).
- 8) Методика оцінки адекватності моделі ринку олігополії (24) заснована на принципі гарантованого результату [36], тобто вибір адекватної моделі відбувається за комплексним критерієм (2.37).
- 9) Зробити висновки щодо адекватності моделі та результатів моделювання.

2.4 Практична реалізація економіко-математичної моделі

Розглянемо модель на прикладі вантажних перевезень транспортною галуззю в Україні. При економіко-математичному моделюванні ринку вантажних перевезень будемо розглядати її у розрізі внутрішньої української діяльності, матимемо два переважаючі види транспорту, які займають частку більше 98% - автомобільний та залізничний.

1. Розглядатимемо транспортно-логістичні компанії у кожного виду транспорту, загальна частка яких на ринку олігополії з вантажних перевезень є переважаючою.

Проаналізуємо ринок і основних агентів на транспортному ринку автомобільних вантажних перевезень і залізничних вантажних перевезень за 2009-2017 роки.

Вони складають загалом переважаючу долю ринку. Тому такий ринок можна назвати олігополістичним.

Далі розглянемо необхідні для розрахунку статистичні дані і матеріали. Загальна кількість авто на ринку транспортних послуг перевищує 130 тисяч. "Великими автомобільними перевізниками вважаються компанії, які володіють більш ніж 100 транспортними засобами. Найбільші мають в розпорядженні до 300 автомобілів", - казав экс-міністр транспорту і зв'язку України (2005 рік) Євген Червоненко.

Якщо дивитись на автомобільних вантажних перевізників, то лідерами будуть такі транспортно-логістичні компанії: Транс-Сервіс-1, Баядера Логістик, Весттрансойл та Європа-Транс Лтд.

Рейтинг на цьому ринку постійно змінювався, і ситуація в Україні не дозволяла чітко виділити певних лідерів ринку. Однак сміливо можна стверджувати, що все-таки за наявною інформацією, за особистими спостереженнями, та по оглядах діяльності компаній автомобільних вантажоперевізників, саме ці компанії лідери ринку автомобільних вантажоперевезень в Україні.

Покажемо яку частку доходу і прибутку мають ці компанії на транспо-

ртному ринку у 2017 році у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Автомобільні транспортно-логістичні компанії

Назва компанії	Чистий дохід 2017, млн грн	Чистий прибуток 2017 млн грн
Баядера Логістик	3897	5
Весттрансойл	1226	2
Європа-Транс лтд	1101	0
Транс-Сервіс-1	857	10

Об'єм вантажних перевезень автотранспортом з долею головних компаній представлено у таблиці 2.2 та на рисунку 2.7.

Таблиця 2.2 – Об'єми перевезень авто компаніями у 2009-17 рр.

Рік	Об'єм вантажних перевезень автотранспортом, млн. тонн			
	Баядера Логістик	Весттрансойл	Європа-Транс лтд	Транс-Сервіс-1
2009	23,65	20,92	27,29	19,10
2010	22,87	32,82	15,91	27,85
2011	28,69	27,63	30,81	19,13
2012	41,08	33,47	47,17	30,43
2013	48,48	43,79	48,48	15,64
2014	57,49	40,85	30,26	22,70
2015	48,73	37,49	22,49	16,24
2016	55,36	41,17	28,39	17,03
2017	56,85	44,88	26,93	20,94

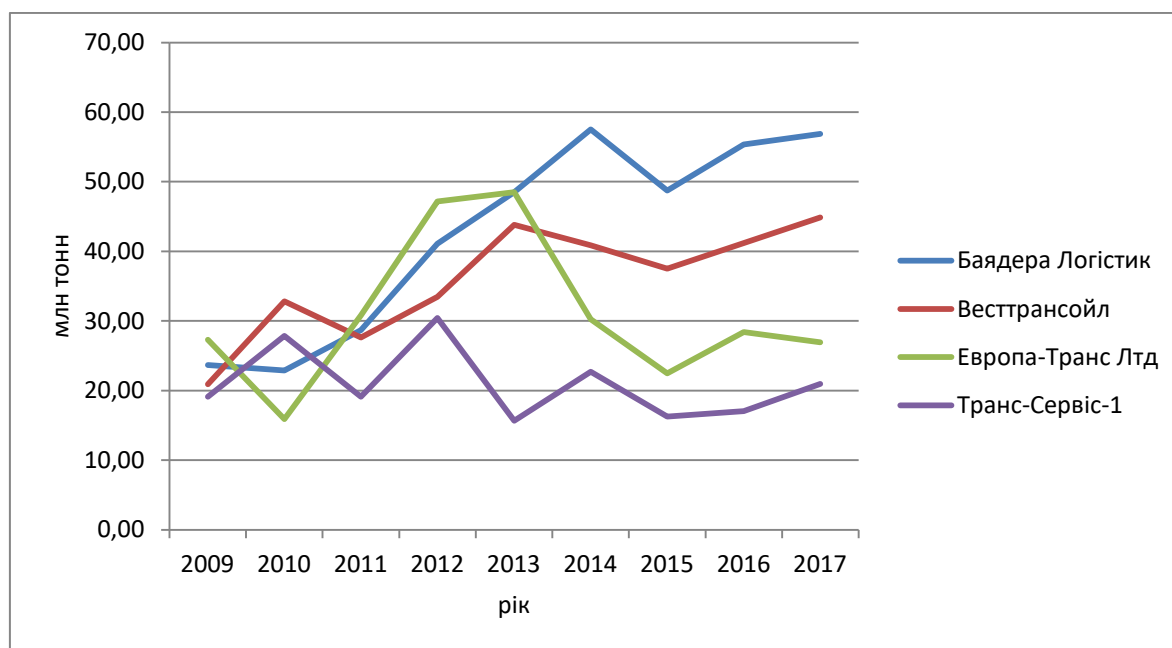


Рисунок 2.7 – Частка перевезень автомобільних компаній 2009 -17 рр.

У залізничних перевезеннях можна виділити окрім лідируючої Укрзалізниці декілька приватних компаній: Метінвест-Шіппінг, Лемтранс, Металургічна транспортна компанія (табл.2.3.).

Лідером є Метінвест-Шіппінг який у 2016-17 роках зростання доходів компанії був на рівні 8-9%. Діяльність компанії охоплює весь спектр послуг з транспортного обслуговування вантажів. У власності компанії - більше 1600 одиниць рухомого складу.

Та лідером є компанія «Лемтранс» - надає повний комплекс послуг з перевезення вантажів залізничним транспортом. Основними напрямками діяльності є: організація перевезень власним рухомим складом, транспортно-експедиторське обслуговування.

Вона мала проблеми ще в 2013 році, втративши половину своїх доходів, які мала в 2012 році. Власний парк компанії складає більше 20 000 одиниць рухомого складу. Третє місце - «Металургічна транспортна компанія».

Таблиця 2.3 – Приватні залізничні компанії

Найбільші приватні залізничні перевізники		
Назва	Чистий дохід 2017, млн грн	Чистий прибуток 2017 млн грн
Метинвест-Шіппінг	8122	100
Лемтранс	3911	102
Металургічна транспортна компанія	703	31

В останні роки, через те, що два підрозділи Укрзалізниці втратили величезних ресурси в Криму («Придніпровська залізниця») і Донбасі («Донецька залізниця»), розмір прибутку істотно змінився.

Враховуючи, що залізниці є базовою галуззю економіки України спостерігається певна залежність обсягів перевезень від ВВП. Доходи від вантажних перевезень за сполученнями по залізницях Укрзалізниці в 2016-2017 роках показано у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Доходи Укрзалізниці у 2016-2017 роках, млн. грн.

	2016 рік	2017 рік
<i>Доходи всього, з них:</i>	<i>50139,0</i>	<i>60332,8</i>
Всього залізниці, з них:	49 861,3	57531,3
транзит	11 893,9	14 331,4
експорт	16 061,6	18 608,7
імпорт	4 552,1	5841,7
внутрішнє сполучення	17 353,7	18749,5

Об'єм вантажних перевезень залізницею з долею головних компаній представлено у таблиці 2.5 та на рисунку 2.8.

Таблиця 2.5 – Об'єми перевезень авто компаніями у 2009-17 рр.

Рік	Об'єм вантажних перевезень залізничним транспортом, млн. тонн			
	Укрзалізниця	Лемтранс	Метинвест-Шиппінг	Металургічна транспортна компанія
2009	236,07	85,14	50,31	15,48
2010	252,52	94,16	59,92	21,4
2011	249,48	115,5	69,3	27,72
2012	259,35	109,2	59,15	27,3
2013	270,94	61,18	69,92	39,33
2014	221,56	61,12	68,76	30,56
2015	207	69	55,2	24,15
2016	203,4	71,19	57,63	23,73
2017	205,57	70,77	47,18	20,22

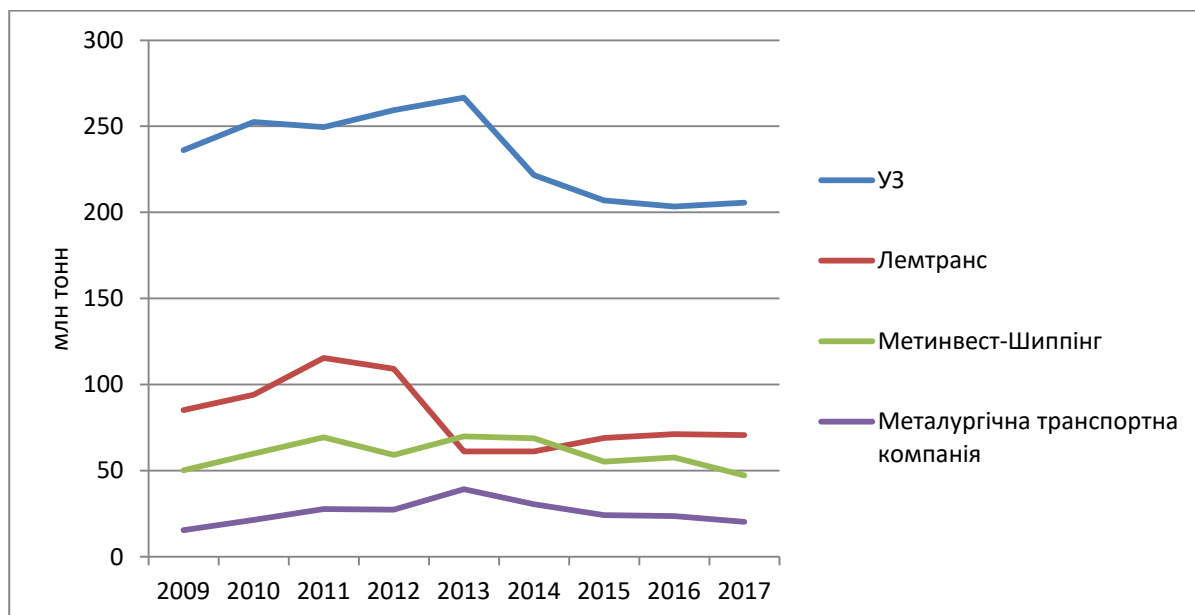


Рисунок 2.8 – Частка перевезень залізничних компаній 2009-17 рр.

2. Процеси структурування ринку адекватно відображає індекс Герфіндаля-Гіршмана (ННІ), який визначається у виді суми квадратів ринкових долей агентів ринку (логістично транспортних компаній у галузях транспорту) [46].

Отримані значення цього індексу для автомобільного і залізничного ринку є більшими за значення 0,18, що означає високу концентрацію ринку.

Склалася ситуація, коли на автомобільному ринку перевезень вантажів доля лідируючих компаній складає близько 70% ринку, на залізничному – більше 90%.

Тому сміливо можна сказати із вищесказаного, що в галузі склалася олігополія: в залізничному транспорті з одним лідером, в автомобільному – з декількома.

3. Дослідимо динаміку цін і показників витрат агентів на цьому ринку.

Далі проаналізуємо динаміки показників ринку і витрат агентів ринків на прикладі транспортної галузі України.

Дослідимо динаміку цін і показників витрат агентів на цьому ринку. В автомобільному і залізничному транспорті ціни на послуги з перевезень є різними.

Основні фактори, що впливають на ціни, - це обсяг і вага вантажу (питома вартість перевезення великих партій завжди нижче, як і в будь-яких інших випадках з оптом) і його тип. Деякі товари потребують особливих умов перевезення і зберігання. Також величина тарифів залежить від багатьох факторів: специфіки надання послуг, виду вантажів, що приймаються до перевезення, собівартості послуг, кон'юнктури, платоспроможності клієнтів і інших.

На ринку вантажних перевезень автомобільний транспорт найбільш дорогий вид транспорту, порівняно із залізничним і іншими. Середня ціна на вантажні перевезення протягом 2009-2017 років збільшилася з 3,5 грн/км до 17 грн/км (рис.2.9).

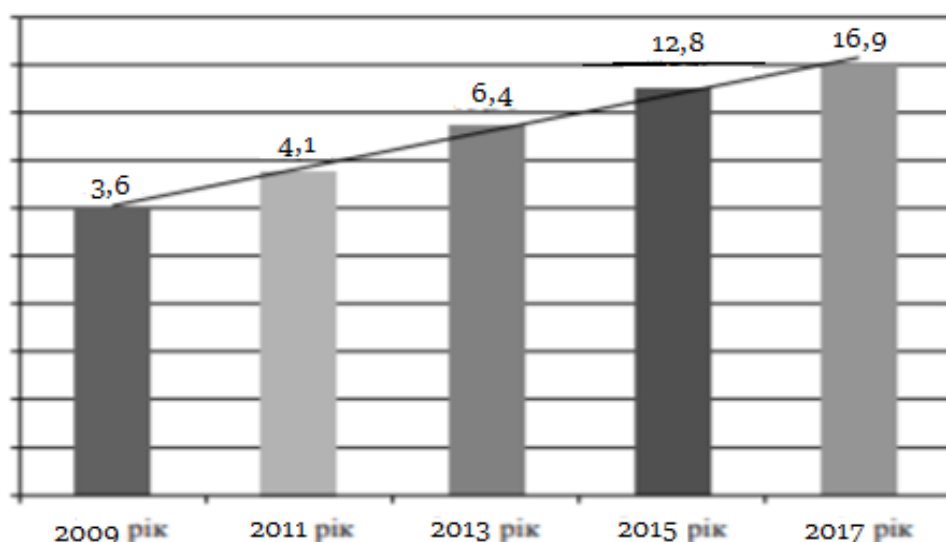


Рисунок 2.9 – Динаміка цін на автотранспортні перевезення 2009-17 рр.

Тарифи на автомобільні перевезення мають договірний характер, можуть бути встановлені на 1 км пробігу транспортного засоби, 1 т перевезеного вантажу, 1 т/км виконаної роботи, 1 годину надання послуг, на подачу. В даному випадку загальний тариф на надання послуг встановлюється виходячи з дальності рейсу, основою для розрахунку є тариф на 1 км.

Всі вищенаведені фактори зумовлюють коливання тарифів на транспортні послуги вантажних залізничних і автомобільних перевезень, графік зміни яких за 2009-2017 рр. у транспортно-логістичних компаніях згідно даних порталу deguz.com [20] представлено у Додатку А.

Отже, мають місце стійкі тренди, які в подальшому будуть використані як статичні параметри моделі ринку. Аналіз динамічних рядів середньозважених цін на вантажні перевезення залізничним і автомобільним транспортом, які розраховані за формулами (2.27), (2.28), показав наявність на ринку степеневих і лінійних функцій цін на перевезення з різних діапазонів послуг, тому регресії визначені в кусково-заданому вигляді (2.29), (2.30).

Оцінка коефіцієнтів регресії за часовими рядами цін алгоритмом методу найменших квадратів, реалізованим в MS Excel, показала регресії (2.38), (2.39).

$$P^{*a} = \begin{cases} 2,469(Q^a)^{0,367}, & Q^a > 130 \\ 0,1284 * Q^a - 0,369, & Q^a \leq 130 \end{cases} \quad (2.38)$$

$$P^{*з} = \begin{cases} 2,215(Q^з)^{0,339}, & Q^з > 370 \\ 0,0461 * Q^з + 0,376, & Q^з \leq 370 \end{cases} \quad (2.39)$$

Аналіз регресії показує лінійний характер цінової динаміки ринку (рис.2.10) в 2009-2017 роках, а аналіз статистичних оцінок регресій підтверджує високі пояснювальні характеристики сформованих моделей, їх адекватність зв'язку між результуючими показниками і факторами (коефіцієнт детермінації перевищує значення 0,9), їх статичну значимість (критерій Фішера перевищує критичний рівень).

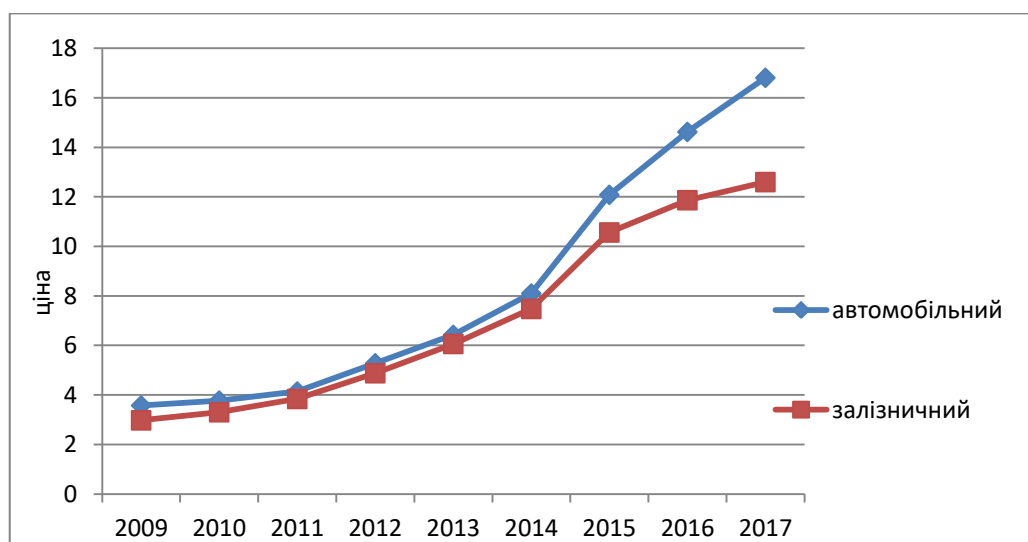


Рисунок 2.10 – Динаміка цін на ринку вантажних перевезень (грн.)

4. Визначимо моделі витрат агентів ринку. В ході дослідження виокремлено найбільш вагомі статті витрат (матеріальні, амортизаційні відрахування, нарахування на заробітну плату, заробітна плата, інші), значення яких розраховано для автомобільного транспорту і залізничного.

Проаналізувавши дані річної фінансової звітності автомобільних вантажних перевізників України, залізничних перевізників [18], отримано значення загальних витрат на послуги з перевезення вантажів автомобільним і залізничним транспортом, представлену на рисунку 2.11 та у Додатку Б.

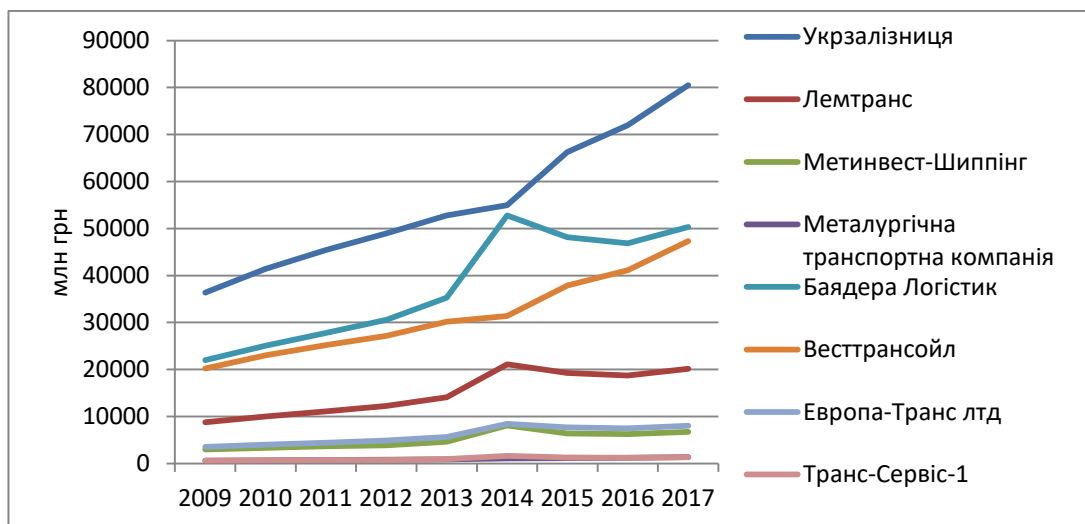


Рисунок 2.11 – Динаміка витрат на перевезення на ринку вантажних перевезень

На основі статистичного аналізу динамічних рядів витрат агентів ринку сформуємо регресії (2.40) у вигляді степеневих функцій:

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{C}_i^a(Q) = 654 + 483(Q_i^a)^{0,429} \\ \hat{C}_i^a(Q) = 566 + 213(Q_i^a)^{0,366} \\ \hat{C}_i^a(Q) = 801 + 644(Q_i^a)^{0,42} \\ \hat{C}_i^a(Q) = 473 + 337(Q_i^a)^{0,372} \\ \hat{C}_i^3(Q) = 835 + 648(Q_i^3)^{0,344} \\ \hat{C}_i^3(Q) = 615 + 535(Q_i^3)^{0,429} \\ \hat{C}_i^3(Q) = 334 + 556(Q_i^3)^{0,437} \\ \hat{C}_i^3(Q) = 437 + 412(Q_i^3)^{0,43} \end{array} \right. \quad (2.40)$$

Аналіз статистичних оцінок регресії підтверджує адекватність і статистичну значимість моделей, так як значення коефіцієнтів детермінації перевищують рівень 0,9, критерій Фішера перевищує критичний рівень. Аналіз регресійних моделей дозволяє виявити додатний ефект розширення масштабу для моделей витрат агентів всіх агентів транспортного ринку.

5. Розраховуємо рівноважні стани ринку олігополії Штакельберга з одним лідером та Штакельберга з декількома лідерами. При цьому враховувались моделі регресії цін і моделі регресії витрат агентів ринку.

Обрахунки проводились у математичних застосунках Mathcad та Excel.

Рівновагу Штакельберга з одним лідером на ринку залізничних перевезень шукатимемо наступним чином.

Учасники ринку, які є послідовниками лідера (назвемо їх агентами Курно) вибирають дії по реакціях, неявно заданих рівняннями (2.9), (2.10) необхідних умов оптимальності для лінійної і нелінійної функцій попиту.

При цьому формуємо класичну рівновагу Штакельберга, для визначення якого, диференціюванням рівнянь (2.9), (2.10) як неявних функцій $Q_i(Q_k), k \neq i$, знайдемо гіпотетичні гадані варіації для лінійної і нелінійної функцій попиту відповідно.

В загальному випадку формули (2.13), (2.14) задають гадані варіації, як правило, від'ємні ($Q'_{iQ_j}(Q_i) < 0$), за виключенням випадку переважаючої частки на ринку якогось агента з додатнім ефектом розширення масштабу.

Отже, при нелінійних функціях витрат збільшення частки агента ринку в ринковій структурі призводить до зміни вектора гаданих варіацій і, в результаті до перерозподілу ринку на користь агентів з позитивним ефектом масштабу.

Підставивши варіації (2.13), (2.14) в системи необхідних умов оптимальності (2.7), (2.8) для лінійної і нелінійної функцій попиту отримаємо рівняння оптимальних реакцій для лідера по Штакельбергу при лінійній і степеневій функцій попиту.

А умови оптимальності інших агентів, реагуючих за Курно, мають вигляд (2.9), (2.10). Тому для послідовників розраховуємо необхідні значення, користуючись формулами (2.9), (2.10).

Системи нелінійних рівнянь (2.6), (2.7) внаслідок чисельного рішення дозволяють визначити вектор об'ємів перевезень агентів транспортного залізничного ринку за умови, що всі агенти одночасно обирають свої дії, не враховуючи вибір інших агентів ринку. Фрагменти рішення в програмному застосунку Mathcad представлено на 2.12.

$$Q_2 := \frac{[a - B_1 + b \cdot (Q_1 + Q_3 + Q_4)]}{-2 \cdot b} \quad Q_3 := \frac{[a - B_2 + b \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_4)]}{-2 \cdot b}$$

$$Q_4 := \frac{[a - B_3 + b \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3)]}{-2 \cdot b}$$

$$Q_2 := \left[\frac{A(I + \alpha)}{\left(\sum_i B_i \right)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} - K \quad Q_3 := \left[\frac{A(I + \alpha)}{\left(\sum_i B_i \right)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} - K \quad Q_4 := \left[\frac{A(I + \alpha)}{\left(\sum_i B_i \right)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} - K$$

Рисунок 2.12 – Фрагмент рішення в Mathcad

Аналіз реакцій агентів ринку для цих часткових випадків показує, що зі збільшенням граничних витрат агента B_i його доля в рівноважній ринковій структурі знижується, а із загальних рівнянь реакцій (2.9), (2.10) для нелінійних функцій витрат, крім того, впливає, що та ж тенденція проявляється зі збільшенням темпу росту витрат β_i .

Неієрархічна структура ринку олігополії, яка приводить до стану рівноваги Курно, може сформуватися як у випадках абсолютних інформаційних бар'єрів на ринку, так і внаслідок наявності у всіх агентів загальної інформації про неможливість чи недоцільність зміни рівноваги.

Систему рівнянь (2.15), (2.16) також можна вирішити чисельно, причому лідерами є або послідовно всі агенти ринку, або, з метою спрощення процедури аналізу, досліджуються тільки ті учасники ринку, які мають переважні частки в ретроспективному періоді, апріорі припускаючи, що більш «сильні» агенти в рівновазі випереджають інших у розподілі ринку. Фрагмент вирішення представлено на рис. 2.13.

$$Q_1 := \frac{[a - B_4 + b \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)]}{-2 \cdot b + b \cdot \frac{(I-1)}{2}} \quad Q_1 = 235.78$$

Рисунок 2.13 – Фрагмент вирішення в Mathcad

Порівнявши реакції лідерів за Штакельбергом з рівняннями реакцій агентів Курно для представлених окремих випадків, відзначимо тенденцію до асиметрії ринкової структури на користь лідера, аналогічний висновок впливає з порівняльного аналізу реакцій (2.9), (2.10) з реакціями (2.15), (2.16) відповідно.

Рівновага з лідером по Штакельбергу може встановлюватися при наявності системних взаємозалежностей агентів, зокрема в разі майнової інтеграції в формі створення холдингової структури з дочірніми (залежними) організаціями, в якій переважаючий на ринку агент виступає в ролі власника капіталів інших агентів. Рівновага з одним лідером є основою для розробки моделей рівноваги при декількох лідерах.

Розглянемо рівновагу Штакельберга з декількома лідерами для ринку вантажних автомобільних перевезень. Маємо ієрархічну модель ринку олігополії, в якій, за аналогією з попереднім випадком, де має місце асиметрична можлива інформованість, але не один, а кілька агентів-лідерів на ринку поінформованих про те, що інші учасники ринку вибирають дії по реакціях Курно (2.9), (2.10).

Го відношенню один до одного лідери є агентами Курно. При цьому реагування агентів Курно на нижньому рівні (назвемо його нульовим рівнем і позначимо число відповідних агентів I_0) описується системами рівнянь (2.9), (2.10), в яких між іншим $i = 1, \dots, I_0$. Фрагмент рішення показано на рис. 2.14.

$$Q_1 = \left[A \cdot \frac{I}{\left(\sum_i B_i \right)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} - K \quad Q_1 = .65.62$$

$$Q_2 = \left[A \cdot \frac{I}{\left(\sum_i B_i \right)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} - K \quad Q_2 = .47.8$$

Рисунок 2.14 – Фрагмент рішення в програмному застосунку

Реагування лідерів, що належать до вищого (першому) рівню ієрархії на дії агентів нульового рівня описується системами рівнянь, аналогічними рівнянням (2.15), (2.16), в яких покладається $k = 1, \dots, I_1$, де I_1 - число агентів-лідерів першого рівня.

А ціна на ринку формується із так: учасники транспортного ринку вибирають оптимальні ринкові стратегії у відповідності з критерієм прибутку $\Pi_i = P(Q) * Q_i - C_i(Q_i)$, $Q_i \geq 0$, $i = 1, \dots, I$, одержуваного від продажу послуг з перевезення вантажів, а обмеженням служить функція ринкової ціни від обсягу продажів послуг з перевезення: для автомобільних компаній –

$$P^{*a} = \begin{cases} 2,469(Q^a)^{0,367}, & Q^a > 130 \\ 0,1284 * Q^a - 0,369, & Q^a \leq 130 \end{cases} \quad \text{для залізничних має такий}$$

гляд: $P^{*z} = \begin{cases} 2,215(Q^z)^{0,339}, & Q^z > 370 \\ 0,0461 * Q^z + 0,376, & Q^z \leq 370 \end{cases}$, коли $Q_i = \sum Q$,

Отже, обрахувавши ці значення в Excel, отримаємо прибуток галузі у її складових, який представлено разом із іншими результатами моделювання: рівноважним об'ємами перевезень Q , рівноважною ціною на ринку P , у таблицях 2.6 та 2.7 для підприємств залізничного та автомобільного транспорту відповідно.

Таблиця 2.6 – Результати моделювання рівноваги для залізниці

Назва компанії	Показники у 2017 році		Результати моделювання	
	Q^z , млн тонн	P^z , грн	Q^{*z} , млн тонн	P^{*z} , грн за т/км
Укрзалізниця	205,57	12	235,8	15,2
Лемтранс	70,77	13	54,5	
Метинвест-Шиппінг	47,18	14	42,3	
Металургічна транспортна компанія	20,22	14	17,6	
Всього	343,74	13,3	350,2	-

Таблиця 2.7 – Результати моделювання рівноваги для автомобільних компаній

Назва компанії	Показники у 2017 році		Результати моделювання	
	Q^a , млн тонн	P^a , грн	Q^{*a} , млн тонн	P^{*a} , грн за т/км
Баядера Логістик	56,85	17	65,6	16,1
Весттрансойл	44,88	16	47,8	
Европа-Транс Лтд	26,93	18	22,3	
Транс-Сервіс-1	20,94	16,5	16,5	
Всього	149,60	16,88	152,1	-

Таким чином визначили рівноважний стан на ринку: рівноважний об'єм перевезень для всіх агентів та рівноважну ціну на ринку.

2) Тепер визначимо рівноважний прибуток агентів ринку. У залізничних компаній він склад рівноваги 1007 млн грн., у автомобільних – 18,35 млн грн. Тобто сумарний прибуток збільшився на 14% та 8% відповідно.

Представимо на рисунках 2.15 та 2.16 діаграми сумарного прибутку транспортного ринку у сфері вантажних перевезень залізничним і автомобільним транспортом.

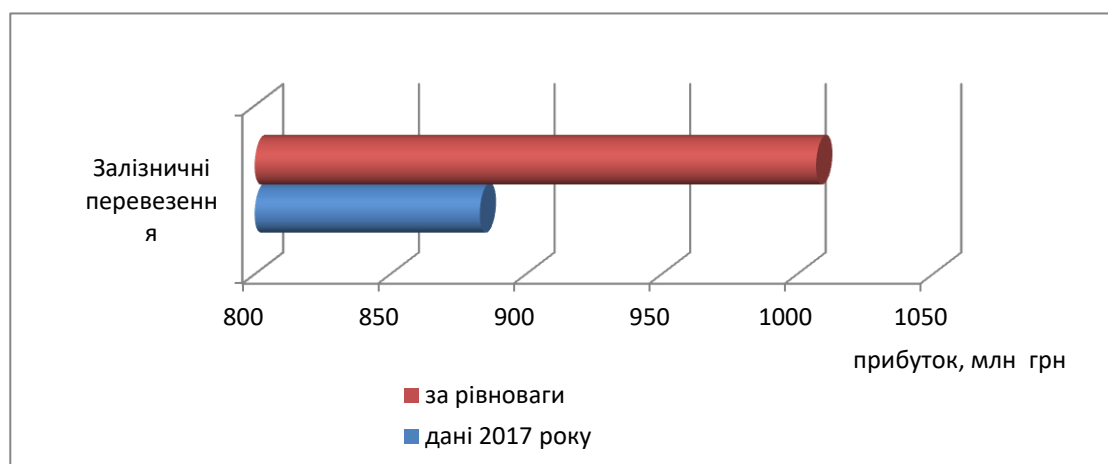
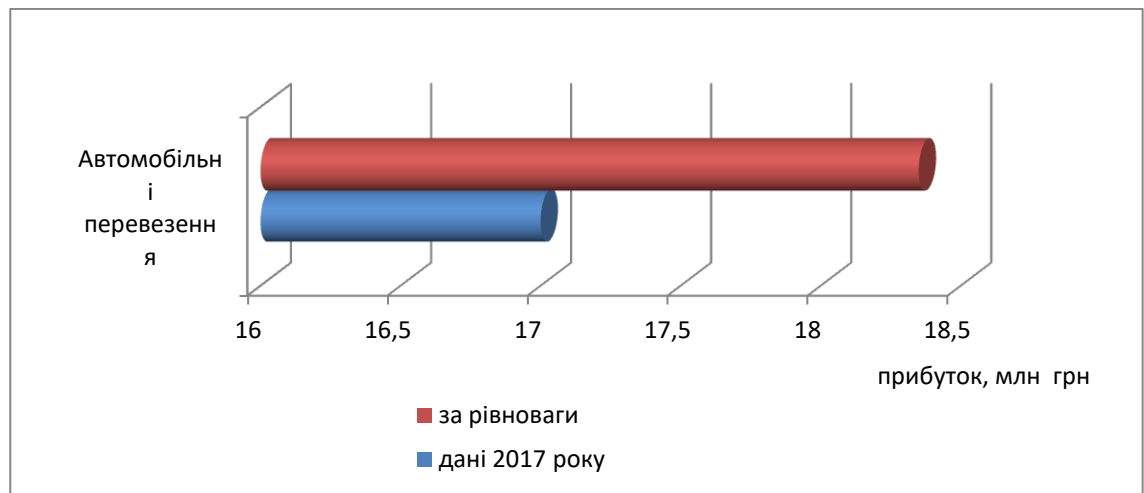


Рисунок 2.15 – Порівняння сумарного прибутку залізничних перевезень із результатами моделювання



Порівняння сумарного прибутку автомобільних перевезень із результатами моделювання

3) Для перевірки адекватності реальним ринковим умовам рівноваги скористаємось критеріями (формули (2.33-2.37)): відносним відхиленням від фактичного значення рівноважної ринкової ціни $\Delta \bar{P}$, рівноважним об'ємом ринку $\Delta \bar{Q}$ і ринкових долей $\Delta \bar{Q}_i$, відхилення загального прибутку агентів $\Delta \bar{\Pi}$ (табл.2.8).

Таблиця 2.8 – Перевірка на адекватність отриманих результатів

Назва компанії	Відхилення долей $\Delta \bar{Q}_i$	Відхилення $\Delta \bar{P}$	Відхилення $\Delta \bar{Q}$	Відхилення $\Delta \bar{\Pi}$
Укрзалізниця	0,13	0,27	0,02	0,14
Лемтранс	-0,20	0,17		
Метинвест-Шіппінг	-0,12	0,09		
Металургічна транспортна компанія	-0,15	0,09		
Баядера Логістик	0,13	-0,11	0,026	0,08
Весттрансойл	0,06	0,05		
Європа-Транс Лтд	-0,12	-0,16		
Транс-Сервіс-1	-0,16	-0,02		

Методика оцінки адекватності моделі ринку олігополії заснована на принципі гарантованого результату [36], тобто вибір адекватної моделі від-

бувається за комплексним критерієм за формулою (2.38), який дорівнює значенню $\Omega = \min_{m=1,2,3,4} \max \Omega_m = 0,02 = 2\%$, що говорить про адекватність моделі і результатів економіко-математичного моделювання ринку транспортних вантажних перевезень. І таким чином, досягається збільшення прибутків транспортних компаній у галузі.

2.5 Висновки з розділу

В другому розділі магістерської роботи була сформована модель функціонування ринку вантажних перевезень на автомобільному та залізничному транспорті. За допомогою економіко-математичної моделі діяльності транспортної галузі у сфері вантажних перевезень була змодельована рівновага на ринку.

Ринок є олігополістичним, тому має ряд особливостей, які також були враховані, а саме лідерство на ринку якогось одного транспортно-логістичного підприємства, чи декількох. Були знайдені рівноважні об'єми на ринку об'ємів перевезень для кожного підприємства, рівноважні ціни за послуги з перевезень та оптимальний прибуток кожної компанії, враховуючи рівновагу на ринку.

Дана модель використовується для транспортної галузі України, у сфері вантажних перевезень. Був знайдений стан та оптимальний прибуток транспортно-логістичних компаній, які були б найкращими і задовольняли всіх учасників ринку і враховував попит на послуги з перевезень вантажів, досліджено адекватність побудованої моделі.

Рішення моделі вказує на показники, що регулюють здійснення перевезень, яких повинно дотримуватись галузь підприємство для досягнення стану, коли задовольняється і попит на послуги з перевезень і максимально можливий при цьому прибуток транспортних компаній на автомобільному і залізничному транспорті, що формують основну частину транспортної галузі, та отримано результати, які ці вимоги задовольняють.

3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКЕ РОЗКРИТТЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1 Розкриття і конкретизації наукового і практичного потенціалу отриманих результатів

Розкриємо можливості й напрями застосування моделі та реалізацій розв'язань в теоретико - практичному пізнанні. Покажемо результати, які отримані з допомогою цієї моделі та розкриємо їх, сформулюємо пропозиції і рекомендації, засновані на отриманому знанні, що є новим.

Таким чином, будемо безпосередньо розвивати, уточнювати і конкретизувати висновки, які були сформульовані у другому розділі. Теоретичне знання буде перевтілюватись в практичне, що передбачає виконання додаткових розрахунків за цією моделлю та формування рекомендацій, пропозицій, що також будуть містити проекти та сценарії розвитку об'єкту цього дослідження, вирішуватись проблеми, позначені як мета роботи, з урахуванням саме власних розробок.

Отже, проведемо аналіз моделей рівноваги (табл. 2.6, 2.7), розглянув найбільш вірогідні моделі стану ринку з урахуванням його структурування в 2017 році і які мають найбільш високі оцінки адекватності. Перевірка на адекватність показала, що модель адекватна своїм результатам. Відхилення незначні, отримані значення вписуються в необхідні норми, для оцінки рівня адекватності як позитивного.

Якщо припустити, що на цьому ринку була б рівновага Курно, тобто немає лідерства в прийнятті рішень і здійсненні перевезень ні однією із компаній, то ми отримали б результати, наведені в таблицях 3.1 та 3.2. Та визначили б, що ця модель є менш точною, ніж модель Штакельберга. Значні відхилення ринкових часток двох з чотирьох ринкових агентів не дозволяють визнати цю модель адекватною для цього ринку.

Таблиця 3.1 – Результати моделювання рівноваги Курно для залізничних компаній

Назва компанії	Показники у 2017 році		Результати моделювання	
	Відхилення долей $\Delta \bar{Q}_i$	Відхилення $\Delta \bar{P}$	Q^{*3} , млн тонн	P^{*3} , грн
Укрзалізниця	-0,15	-0,23	195,3	14,7
Лемтранс	0,27	-0,13	97	
Метинвест-Шиппінг	0,14	-0,21	55,1	
Металургічна транспортна компанія	0,39	-0,16	33,2	

Таблиця 3.2 – Результати моделювання рівноваги Курно для автомобільних компаній

Назва компанії	Показники у 2017 році		Результати моделювання	
	Відхилення долей $\Delta \bar{Q}_i$	Відхилення $\Delta \bar{P}$	Q^{*a} , млн тонн	P^{*a} , грн
Баядера Логістик	0,12	-0,08	59,7	15,4
Весттрансойл	-0,20	-0,13	43,9	
Європа-Транс Лтд	0,26	-0,14	36,4	
Транс-Сервіс-1	0,25	-0,08	27,8	

Відхилення $\Delta \bar{Q}$ склали 0,10 та 0,11 та відхилення $\Delta \bar{P}$ – 0,11 та -0,05 відповідно для залізничної і автомобільних сфер перевезень. Тобто за комплексним критерієм відхилення складає $\Omega = 11\%$. Аналіз відносних відхилень фактичного сумарного прибутку в 2017 році від розрахункових значень не дозволяє визнати модель Курно адекватною.

Прибуток, що був розрахований у випадку рівноваги Штакельберга для транспортного ринку вище для аналогічного показника чим у моделі Курно і

відрізняється від фактичного показника на 14% і 8% відсотків у різних видах транспорту.

Можна зазначити, що неієрархічна ринкова структура типу Курно характеризується асиметричним розподілом ринкових часток, при чому перерозподіл ринку направлений на користь агентів з меншими темпами росту функцій витрат. Однак, при моделюванні реальних ринків виникаюча асиметрія незначна в силу невеликого впливу на рівноважну структуру компоненту витрат за порівнянням з компонентом попиту, через кількісну незмірність параметрів цих функцій, а також через незначні розходження між темповими параметрами функцій витрат агентів на ринку, що переважають, що виробляють чи надають послуги та товари, які є ідентичними і тому вони використовують типові технології.

Тому з урахуванням цілісності ринку транспортних вантажоперевезень має сенс розглядати в якості базової модель Штакельберга з лідером та лідерами для ринку залізничних та автомобільних вантажних перевезень відповідно.

Якщо базуватися на тому, що ринки є ізольованими, то використовуючи критерії адекватності (2.33-2.37), (2.38) окремо для кожного ринку, побачимо, що модель Штакельберга з лідером зберігає адекватність для ринку автомобільних вантажних перевезень і для ринку залізничних вантажних перевезень.

Економічно це значить, що в сегменті надання послуг з перевезення вантажів ринкова структура стабілізувалася, а центр тяжіння конкурентної боротьби переважаючих агентів ринку перенесений на ринок автомобільних перевезень, що більш розвивається.

Структури реальних ринків олігополії, моделі яких раніше будувалися на основі лінійних функцій попиту і витрат агентів ринку, дослідженні у даній роботі за допомогою лінійних і степеневих функцій попиту на ринку за нелінійних функцій витрат з метою підвищення точності ідентифікації ринкової рівноваги. Розроблені аналітичні моделі ієрархічної ринкової структури

в виді асиметричної рівноваги при реагуванні за Штакельбергом і рівноваги за Штакельбергом.

Натомість, ієрархічна структура ринку типу Штакельберга зумовлює більшу асиметрію розподілення ринку між агентами внаслідок додаткового впливу на рівновагу, що встановлюється, суми гаданих варіацій, яка за розмірами порівняна з параметрами функції попиту. Введення нелінійних функцій витрат в розроблені моделі реакції агентів дозволило врахувати вплив ефекту розширення масштабу агента на гадані варіації: змінний характер гаданих варіацій відображає вплив структури, що склалася на ринку і технологій агентів ринку (функцій витрат) на інтенсивність реагування агентів. Рівноважна ринкова структура, що сформувалася в результаті цього, повинна бути зміщена на користь агентів вищого рівня гаданої інформованості і перерозподілена між агентами нижчого рівня інформованості на користь тих, що мають додатний ефект розширення масштабу.

У випадку рівноваги Штакельберга з інформаційною рефлексією лідерів вплив гаданих варіацій ще більше збільшується, через що ринок перерозподіляється на користь лідерів більш високого рівня інформованості.

В контексті рішення практичної частини задачі вибору стратегії фірм на ринках олігополії розроблений комплекс моделей дозволяє шляхом варіювання типів реакцій і рівнів гаданої інформованості побудувати формалізований опис рівноваги для різних симетричних і асиметричних реальних ринкових структур.

Моделювання динаміки показників транспортного ринку з перевезення вантажів України показало його олігополістичний стан, підтвердило наявність степеневих функцій цін на ранньому етапі розвитку і лінійних функцій цін в останні роки, що дозволило сформулювати функції витрат агентів, які характеризуються різними ефектами розширення масштабу.

Чисельний аналіз рівноваги, сформованої на основі розроблених моделей реагування агентів транспортного ринку, показав, що найбільш адекватні серед розглянутих моделей реагування для ринку транспортних вантажних

перевезень є модель Штакельберга, що неявно свідчить про не стабілізацію дій агентів в умовах розподілу ринку. Виходячи з цього можна припустити, що інформаційна рефлексія впливає на збільшення прибутку агентів ринку. Перспективною стратегією агентів ринку бачиться перерозподіл ринку шляхом інновацій на цьому ринку, які допоможуть збільшити ефект масштабу та покращити стан галузі.

Після нескладних, але громіздких алгебраїчних перетворень можна показати, що при рівновазі по Штакельбергу обсяги виробництва фірм-послідовників в сталому стані нижче, ніж при рівновазі Неша-Курно. Однак в цьому випадку, як показано в перехідному режимі обсяги виробництва фірм-послідовників можуть перевищувати відповідні обсяги для випадку рівноваги по Нешу - Курно. Прибуток (без витрат регулювання) фірми лідера, наступної стратегії Штакельберга, вище, ніж при використанні їй оптимальної стратегії Неша-Курно.

Разом з тим, з огляду на результати, слід очікувати, що при досить великому горизонті планування в багатьох випадках найбільш вірогідним буде використання фірмами-лідерами стратегії, оптимальної за Штакельбергом.

Для наглядного прикладу покажемо як буде розвиватися динаміка розвитку ринку, якщо він буде прямувати до рівноваги за Штакельбергом, а також порівняємо із рівновагою Курно.

На рисунках 3.1 та 3.2 представлена динаміка досягнення заданих ринкових часток в залізничному транспорті, а також динаміка об'ємів Q_i послідовників (фірм, що відстають) у випадках рівноваги за Штакельбергом та за Курно. При значеннях параметрів, які відповідають базовому варіанту, ринкова частка і об'єми послідовників за рівноваги Штакельберга виявляються в початковий період значно нижчими, ніж за рівноваги Курно. Таким чином, для забезпечення ринкової частки послідовників в довгостроковій перспективі, в перехідному режимі, за рівноваги Курно можуть знадобитися великі фінансові та матеріальні ресурси, ніж за рівноваги Штакельберга.

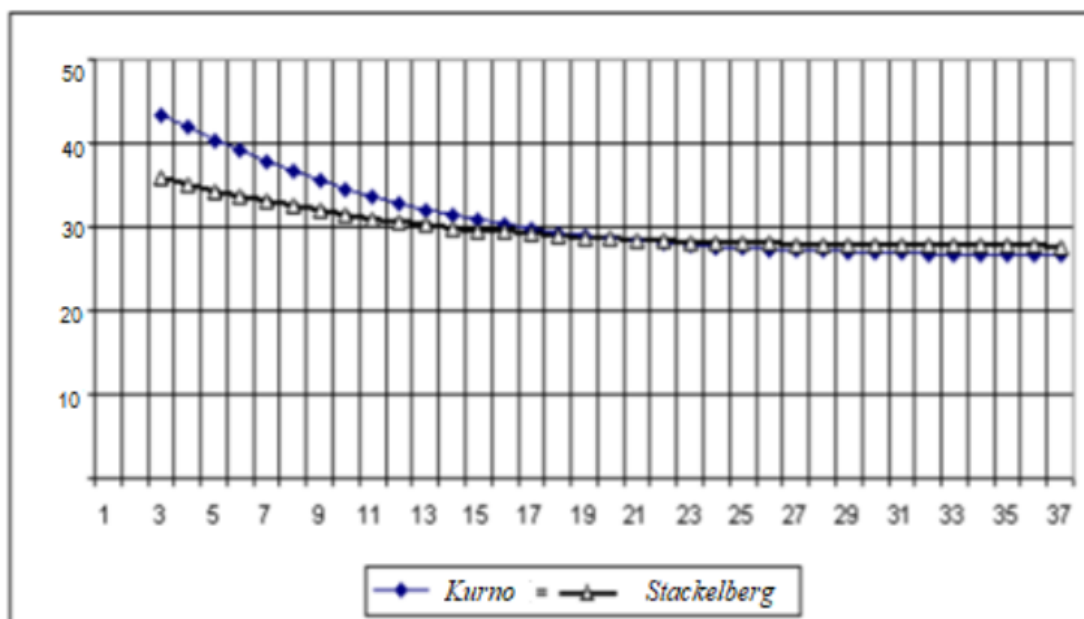


Рисунок 3.1 – Динаміка ринкової долі фірм - послідовників на залізниці за рівноваги Штакельберга та Курно

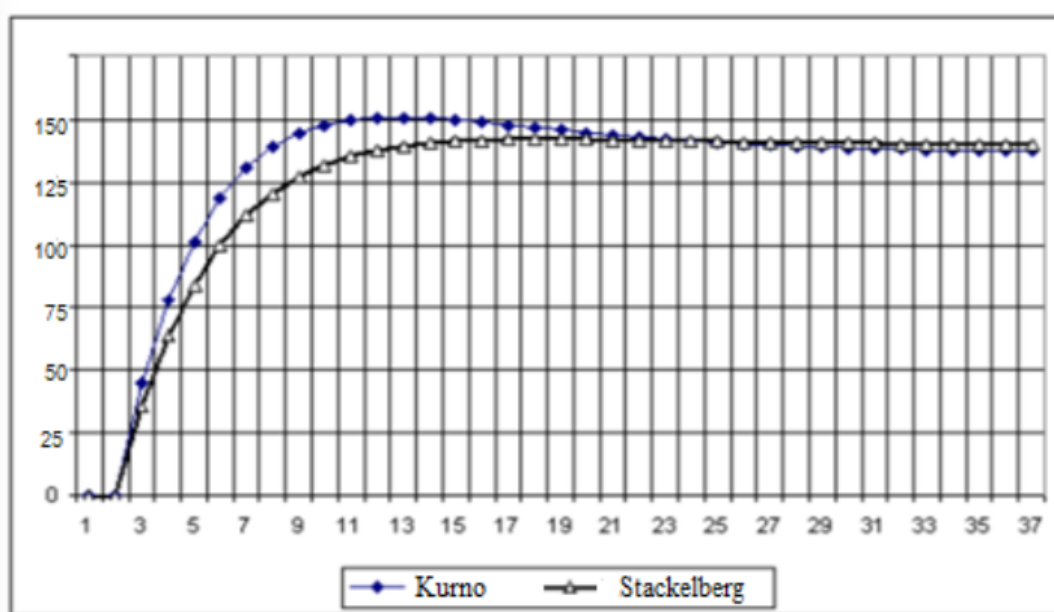


Рисунок 3.2 – Динаміка об'ємів Q_i залізничних фірм-послідовників у випадках рівноваги за Штакельбергом та Курно

Аналогічна тенденція спостерігається і у автомобільній вантажній сфері перевезень (рис.3.3), що також свідчить, що частки послідовників в довго-

строковій перспективі за рівноваги Штакельберга можуть знадобитися великі фінансові та матеріальні ресурси.

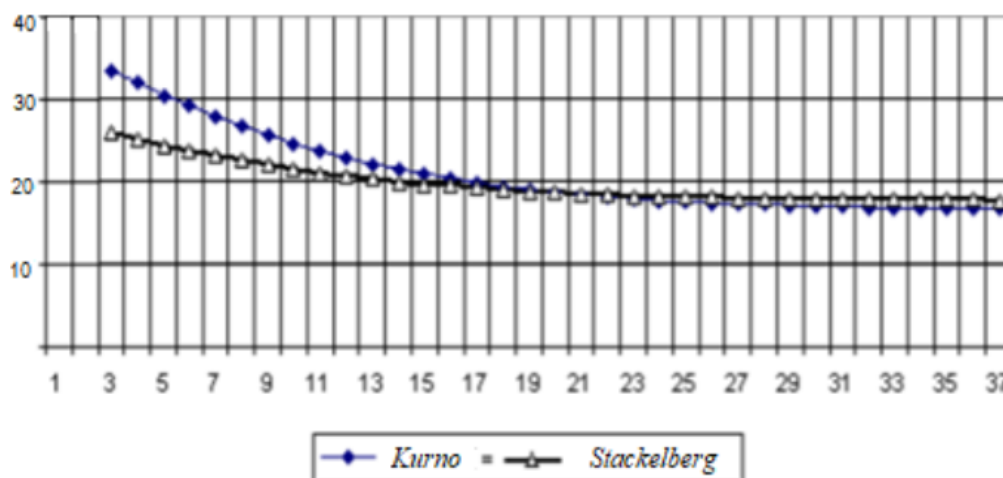


Рисунок 3.3 – Динаміка ринкової долі автомобільних фірм - послідовників за рівноваги Штакельберга та Курно

3.2 Пропозиції і можливості щодо напрямів застосування розробленої моделі

Використання моделі є актуальним для українського ринку вантажних перевезень у транспортній галузі, але існують обмежувальні фактори, як при використанні автотранспорту, так і залізниці. Наприклад, залізниця в цьому плані виграє - тут більш прогнозована ціна та практично немає обмежень по вазі і габаритам вантажів. Переваги автотранспорту - більш стислі терміни і зручність доставки. Ціна у автомобілістів вища й вона може сильно змінюватися в залежності від вартості дизельного палива, сезону і пори року. Іншими словами, автомобільний транспорт возить більше вантажів, але по залізницях вантажі возяться на великі відстані.

Впровадження її у реальні умови, можуть супроводжувати деякі проблеми, у секторі вантажоперевезень, особливо залізничних спостерігається серйозна криза, викликаний накопиченими проблемами. За словами директора Центру транспортних стратегій Сергія Вовка: «Діюча в УЗ модель опера-

ційного управління, особливо в сфері контролю і координації діяльності філій, далека від оптимальної». Це підтверджується проблемами з розподілом парку, нестачею вагонів, локомотивів і палива для тягового складу. Складнощі у залізничній сфері можуть виникати навіть попри те, що монополії в цій сфері в Україні немає, тому що вантажі по залізниці перевозить не одна компанія-оператор, а їх багато. Частина вантажних вагонів ПАТ "Укрзалізниця" на ринку становить близько 35%. Велика ж частина перевезень здійснюється приватними операторами, а також вагонним парком інших держав, які заходять в Україну на підставі міжнародних договорів.

Тобто великих операторів, що працюють в Україні в цій сфері не так багато. Вибір для вантажовідправника завжди є. Разом з тим, на мою думку, найбільш ефективною і вигідною є взаємодія різних видів транспорту - так звані мультимодальні перевезення.

До того ж, оскільки українська економіка орієнтована на експорт в далекі країни, то часто вирішальним фактором є не те, чим везти в межах держави - автомобілем або залізницею, - а саме міжнародне перевезення по морю. Саме вона становить більшу частину від загальних транспортних витрат.

Попри це існує проблема: обмеження державою тарифів ПАТ "Укрзалізниця" на рівні нижче ринкового. У свою чергу, економія на залізничних перевезеннях призводить до демпінгу в цілому на логістичному ринку. Через це не вигідно інвестувати в покупку нового рухомого складу.

До того ж, не розвиваються, як могли б, інші види транспорту, зокрема, річковий. Саме доставка по внутрішнім водним артеріях, протяжність яких в Україні майже 10 тис. Км, має нереалізований потенціал.

Для виправлення ситуації на залізниці Кабмін повинен створити механізм рівноправного доступу всіх вантажовідправників до користування вагонами УЗ, так само як до державних вагоно- і локомотиворемонтних потужностей.

Керівництво УЗ констатує, що залізничний транспорт як природний монополіст знаходиться в нерівних економічних умовах. Тарифи встанов-

люються державою, тоді як ціни на продукцію більшості промислових компаній визначаються ринком. При цьому споживані комплектуючі та енерго-ресурси невпинно дорожчає, і цю тенденцію стримує хіба що сьогоднішня слабкість внутрішньої економіки і зовнішніх ринків, зазначає член правління УЗ Марек Злосний і додає, що з 2009 року спостерігається відставання темпів зростання залізничних тарифів від зростання вартості товарів, що перевозяться.

У той же час, очікується збільшення конкуренції між перевізниками. Ринок стає все більш вимогливим до якості послуг. Очевидно, у виграші залишаться ті, хто вже сьогодні активно впроваджує ІТ-рішення в своїй логістиці.

Проте, ціни на перевезення вантажів, найімовірніше, продовжать рости через поступове підвищення собівартості. Зростання обсягів перевезень буде залежати від того, чи виправдаються прогнози щодо збільшення промислового виробництва в Україні на 3% в цьому році, а також від ряду інших чинників. Серед них - нарощування обсягів оптової та роздрібної торгівлі в цьому році на 9-12%. Відзначимо, що в даному випадку мова йде не тільки про інфляційне зростання, а про реальне збільшення обсягів перевезених вантажів, які знадобляться внаслідок зростання купівельної спроможності населення.

На міжнародних маршрутах динаміка зростання залежить від того, як швидко буде відбуватися кооперація різних галузей економіки з ринками країн Європейського Союзу. Тут очікується подальше нарощування в області експортно-імпортних операцій. І під питанням поки залишається транзитний потенціал України. Імовірність прориву в цій сфері також існує. По крайній мере, спілкуючись в кулуарах з учасниками ринку, ми починаємо розуміти, що багато хто шукає нові канали поставок вантажів. Тобто, вже починається черговий перерозподіл міжнародного трафіку, в процесі якого Україна отримує шанс використовувати свій транзитний потенціал з більшою ефективністю.

Отже, наукова новизна дисертації полягає в наступних теоретичних і

практичних висновках і рекомендаціях:

1. Узагальнено виробничо-організаційний підхід до моделювання транспортної діяльності, які розглядав би транспортно-логістичні компанії як в якості суб'єктів економічних відносин, які реагують на зовнішнє середовище, максимізуючи прибуток всієї галузі. Визначено рівноваги на ринках транспортної галузі у сфері автомобільних і залізничних вантажних перевезень.

2. Проаналізовано конкурентна структура транспортної галузі, визначено, що вона є олігополістичною і сформовану економіко-математичну модель було застосовано для розрахунку рівноваги на транспортному ринку України з урахуванням обмежень поставленої задачі.

3. Визначено фактори, що перешкоджають стрімкому розвитку конкуренції в галузі, розвитку самої галузі і методика їх вирішення, надано рекомендації щодо заходів, які необхідно прийняти, формування рівноваги на ринку вантажний перевезень.

Розглянуті методи і моделі формування ринкових структур при орієнтації учасників ринків на досягнення умов задоволення попиту, та зростанню прибутку у галузі, а також при орієнтації їх на показники економічної ефективності допоможуть удосконалити перевезення у транспортній галузі України та покращити існуючий стан.

Бо у зв'язку з витісненням з ринку фірм з гіршими, ніж у лідера, економічними показниками, виникає загроза монополізації ринку з усіма її негативними наслідками (включаючи зростання цін). Такий стан є неприпустимим, бо галузь важливе значення для економіки або безпеки країни.

Таким чином, треба забезпечити підвищення ринкової частки фірм-послідовників за рахунок розширенням інвестиційних можливостей. Наведені вище формули дають можливість оцінити необхідні для цього фінансові та інвестиційні ресурси.

3.3 Висновки з розділу

В третьому розділі магістерської роботи була результати моделювання діяльності ринку вантажних перевезень на автомобільному та залізничному транспорті була розкрита і конкретизована з огляду на науковий і практичний потенціал отриманих результатів.

Були розкриті можливості й напрями застосування моделі та реалізації розв'язань в теоретико - практичному пізнанні. Показані результати, які отримані з допомогою цієї моделі, сформульовані висновки, проблематика застосування в реальних умовах та пропозиції і рекомендації, засновані на отриманому знанні, що є новим.

Були висунуті припущення і проведені розрахунки, що доповнювали результати моделювання у другому розділі, розглянуті сценарії розвитку, які розкривали суть економіко-математичної моделі і досліджуваної задачі.

ВИСНОВКИ

Предметом дослідження була система ринкових конкурентних відносин між суб'єктами транспортного ринку України, сукупність науково-методичних положень і рекомендацій щодо формування економічної рівноваги в сфері вантажних перевезень.

Метою цього дослідження була розробка й удосконалення теоретичних, наукових та методичних підходів, а також практичних рекомендацій щодо моделювання ринкової рівноваги на ринку вантажних транспортних перевезень, задля знаходження рівноважних об'ємів надання послуг з перевезення учасниками ринку, рівноважної ціни, оптимального прибутку транспортно-логістичних компаній.

Відповідно до поставленої мети були виконані такі завдання у трьох розділах цієї роботи:

- удосконалені науково-методичних засад у функціонуванні і діяльності транспортної галузі на ринку вантажних перевезень;
- обґрунтуванні економіко-математичного моделювання транспортної системи і виявленні рівноважної ціни і рівноважних об'ємів перевезень на ринку;
- розраховані значення прибутку для транспортної галузі в умовах використання економіко-математичної моделі;
- сформований комплекс організаційних заходів для оптимізації прибутку транспортної галузі у її складових;
- розроблені практичні рекомендації для удосконалення функціонування транспортної галузі, встановлення рівноваги, враховуючи як інтереси користувачів, так і самої галузі.

Наукова новизна дисертації полягає в опрацюванні виробничо-організаційного підходу моделювання діяльності на транспортному ринку, розглядає підприємства на ринку як суб'єктів економічних відносин, які найкращим чином реагують на зовнішні чинники, дослідженні й побудові

моделей функціонування транспортної галузі у сфері вантажних перевезень з урахуванням вимог вибору стратегії для всієї галузі, яка б задовольняла вимоги складових цієї галузі: залізничних, автомобільних (як основних і переважаючих, які займають 98% на ринку) вантажоперевізників на олігополістичному ринку (ринку недосконалої конкуренції), що склався у галузі, так і споживачів цих послуг, за рахунок задоволення попиту.

Тобто за допомогою розробленої економіко-математичної моделі можливо встановлювати об'єми вантажних перевезень агентів, рівноважну ціну, щоб сприяти збільшенню прибутку та уникнення занепаду складової частини певної сфери вантажних перевезень та галузі в цілому. Занепад також виникає через неправильний розподіл перевезень поміж різними видами транспорту у галузі, що призводить до перенавантаження одного типу транспорту і простою, нестачею у об'ємах вантажу, що перевозиться.

Отже, практична значимість дослідження є вагомою: теоретичні положення та висновки, сформовані рекомендації та методика дослідження олігополії на ринку транспортних перевезень вказують на можливі шляхи розвитку, які необхідні для розвитку галузі, на основі економіко-математичної моделі робиться можливим підвищення ефективності діяльності всієї галузі в цілому.

Для застосування даної моделі в реальному житті необхідно додаткові напрацювання, оскільки є багато факторів, що впливають на поведінку досліджуваного об'єкта, і які в моделі не враховуються достатнім чином. Велика кількість даних, які також можуть впливати на адекватність моделі, не має обрахованого кількісного визначення, тому побудована модель також повинна включати певні експертні оцінки і висновки, щодо її функціонування.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Закон України "Про залізничний транспорт" від 4 липня 1996 року № 273/96-ВР.
2. Волинець Л.М. Моделі та стратегії забезпечення ефективності міжнародних перевезень пасажирів: Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук / Волинець Л.М. – Київ, 2009. – 20 с.
3. Дейнека О.Г. Стратегічний менеджмент на залізничному транспорті / О.Г. Дейнека // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна, Економічна серія. – Х., 2002. – С. 64-65.
4. Кібік О.М. Теорія та методологія ціноутворення в сфері портової діяльності України: Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук / Кібік О.М. - Одеса, 2006. - 36 с.
5. Куделя В.І. Шляхи підвищення ефективності роботи залізничного транспорту в умовах ринкової економіки: Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук / Куделя В.І.– Харків, 2006.–20 с.
6. Купрієнко С.В. Формування програми розвитку матеріально - технічної бази морського торговельного порту: Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук / Купрієнко С.В. - Одеса. 2008. - 20 с.
7. Кутах Ю.О. Економічна ефективність роботи різних видів транспорту в умовах міжнародних транспортних коридорів: Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук / Кутах Ю.О.–Одеса, 2004.– 20с.
8. Лесник А.С. Моделирование зависимости себестоимости производства погрузочно-разгрузочных работ от объемов перевалки грузов в портах / Лесник А.С. // Розвиток методів ууправління та господарювання на

транспорті. Збірник наукових праць. Випуск 4. - Одеса: ОДМУ, 1999. - С. 102-117.

9. Марченко В.Т. Стратегія зростання прибутку морських торговельних портів України: Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук / Марченко В.Т. – Одеса, 2005. – 20 с.

10. Немодрук Н.П. Організаційно-економічні засади лібералізації ціноутворення в портовій діяльності України: Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук / Немодрук Н.П. - Одеса, 2006. - 20с.

11. Ревуцька Л.Є. Удосконалення вантажних залізничних тарифів на основі врахування попиту на перевезення: Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук / Ревуцька Л.Є.– Харків, 2002.–20 с.

12. Щипцов А.О. Інтеграційні аспекти розвитку морських торговельних портів України: Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук / Щипцов А.О. - Одеса, 2008. - 20 с.

13. Кібік О.Н. Напрямки формування оптимальної стратегії ціноутворення морських портів / Кібік О.Н. // розвиток методів управління та господарювання на транспорті: Збірник наукових праць. Вис. 19. - Одеса: ОНМУ, 2004. -С. 80-91.

14. Колодин А. Л. Динамика конкурентной среды на украинском стивидорном рынке / Колодин А. // Судоходство. - 2000. - №6. - С.33-34.

15. М. Г. Піцик. Вдосконалення конкурсної методики оцінки перевізників при виборі автобусів на маршрут / М. Г. Піцик. // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. – 2012.–№9. – С. 155-157.

16. Холоденко А.М. Оптимізація портових тарифів / Холоденко А.М.// Розвиток методів управління та господарювання на транспорті: Збірник наукових праць. Вип. 11.- Одеса: ОДМУ, 2001. - С.96-110.

17. Шевчук Я. В. Імітаційне моделювання транспортних систем / Я. В. Шевчук. // Экономика и управление. – 2011. – №5. – С. 68-73.
18. Дані річної фінансової звітності акціонерних товариств [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: pat.ua.
19. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrstat.gov.ua/>.
20. Дані статистики цін на вантажні перевезення по Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://degruz.com/price_statistics.
21. Акопов А.С. Модель двухпродуктовой олигополии, описывающая взаимодействие нефтяных компаний на внутреннем рынке / Акопов А.С. // Аудит и финансовый анализ. - 2004. - №1. - С.56-67.
22. Антошвили М. Е. Организация городских автобусных перевозок с применением математических методов и ЭВМ / М. Е. Антошвили, Г. А. Варелопуло, М. В. Хрущев.. – М. : Транспорт, 1974. – 103 с.
23. Белгарян А.В. Модель олигополии при наличии постоянных затрат / Белгарян А.В., Булавский В.А. // экономика и математические методы. - 2004. - Т. 40, №3. -С. 124-127.
24. Бурков В.Н. Введение в теорию управления организационными системами / Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А.. - М.: Кн.дом "Либроком", 2009. - 264 с.
25. Васин А. А. Теория игр и модели математической экономики / Васин А. А., Морозов В.В.. - М.: Макс Пресс, 2005.-272 с.
26. Гальперин В.М. Микроэкономика: В 2-х т / Гальперин В.М., Игнатьев С.М., Моргунов В.И.- СПб.: Экономическая школа, 1999. - Т.1.-349 с.- Т.2. - 503 с.
27. Гераськин М.И. Модели согласования экономических интересов агентов на рынке / Гераськин М.И., Кореева Е.Б., Кузнецов М.И. // *Economicus* (Экономический вестник Ростовского гос. ун-та.). - 2008. - Т.6. - № 4, ч. 2. - С.278-285.

28. Гераськин М.И. Моделирование структур олигополии / Гераськин М.И., А.Г. Чхартишвили // Научно-технический журнал Проблемы управления. – 2015. - №6.- С.10-22.

29. Гонтарев А.В. О явных и скрытых коалициях в рефлексивных играх / Гонтарев А.В., Чхартишвили А.Г. // Управление большими системами. - 2008. - Вып.26. - С. 46-63.

30. Гриценко, Д.В. Динамическая эффективность равновесий Курно и Бертрана в дифференцированной олигополии в условиях конкуренции / Гриценко, Д.В. // Экономические науки. - 2009. - №5. - С.312-318.

31. Дмитриенко К.Ю. Моделирование оптимального поведения фирмы на рынке олигополии при условии неценовой дифференциации товара / Дмитриенко К.Ю. // Вестник НГУ. Сер.: Социально-экономические науки. - 2009. - Т. 9, вып.1. - С. 45-53.

32. Дюсуше О.М. Статичное равновесие Курно-Нэша и рефлексивные игры олигополии: случай линейных функций спроса и издержек / Дюсуше О.М. // Экономический журнал ВШЭ. - 2006. - № 1. - С. 3-32.

33. Каверина И.А. Стратегии оптимального ценообразования в условиях олигополии с оидером / Каверина И.А., Каверин С.В. // педагогическая инноватика: инновационное образование, инновационное мышление, инновации. -Балашиха: ИСЭПиМ, 2010. - С. 6-16.

34. Кулешова А. В. Имитационное моделирование городской транспортной системы с учетом изменения пассажиропотока / А. В. Кулешова, В. А. Широченко. // Студенческий вестник. Электронный научно-технический журнал. – 2013. – №7. – С. 15-19.

35. Н.Н. Майоров Моделирование транспортных процессов / Н.Н. Майоров, В. А. Фетисов. – СПб.: ГУАП, 2011. – 165 с.

36. Машунин Ю.К. Методы и модели векторной оптимизации / Машунин Ю.К.. - М.: Наука, 1986.

37. Мицель А.А. Модели олигополии / Мицель А.А., Козлов С.В. // Известия Томского политехн. Ин-та. Экономика. - 2006. - Т. 311, № 6. - С.408.
38. Новиков Д.А. Рефлексивные игры / Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. - М.: СИНТЕГ, 2003. - 160 с.
39. Пиндайк Р., Микроэкономика / Пиндайк Р., Рубинфельд Д.. - М.: дело, 2000.
40. Понькина Е.В. Модель рассредоточения рынка с барьерами на вход // Понькина Е.В., Маничева А.С., Комаров П.В. - Управление, вычислительная техника и информатика. - 2010. - С.66-78.
41. Славич В. П. . Модель автоматизованої системи управління потоками транспортних засобів [Електронний ресурс]/ В.П. Славич // Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси та системи. - 2008. - № 1. - С. 20-23.
42. Смехов А.А. Маркетинговые модели транспортного рынка / А.А. Смехов. – М.: Транспорт, 1998. – 120 с.
43. Соловьев В.И. Экономико-математическое моделирование рынка / Соловьев В.И.. - Монография. — М.: Вега-Инфо, 2009. — 176 с..
44. Сочнев А. Н. Имитационное моделирование движения маршрутных автобусов [Электронный ресурс] / А. Н. Сочнев. // Современные научные исследования и инновации. – 2012. – №5.
45. Филатов А. Ю. Развитие модели бертрана на случай несовершенной ценовой эластичности спроса / Филатов А. Ю. // Равновесные модели экономики и энергетики: Тр. Всерос. конф. и секции Математической экономики XIII Байкальской междунар. Школы-семинара "Методы оптимизации и их приложения". - Иркутск: МСЭМ СО РАН, 2005.
46. Фран Р.Х. Микроэкономика и поведение / Фран Р.Х.. - М.: Инфра-М, 2000.
47. Patinkin, D. John Maynard Keynes in The New Palgrave Dictionary of Economics. Macmillan. - 1997. Vol.3. - P. 25.

ДОДАТОК А

СТАТИСТИКА ЦІН НА ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПО УКРАЇНІ

Таблиця А.1 – Статистичні дані щодо середньозважених цін на вантажні перевезення автомобільними компаніями у 2009-2017 рр.

Рік	Ціна грн за т/км			
	Баядера Логістик	Весттрансойл	Европа- Транс Лтд	Транс- Сервіс-1
2009	3,5	3	4	3,7
2010	3,8	3,7	3,5	4
2011	4	3,5	5	3,9
2012	5,2	5	5,4	5,5
2013	6,3	6,5	6,4	6,7
2014	8,2	7,8	8	8,5
2015	11,5	12,5	12	13
2016	15,4	13,4	14,6	15,1
2017	17	16	18	16,5

Таблиця А.2 – Статистичні дані щодо середньозважених цін на вантажні перевезення автомобільними компаніями у 2009-2017 рр.

	Ціна грн за т/км			
	Укрзалізниця	Лемтранс	Метинвест- Шіппінг	Металургічна транспортна компанія
2009	3	2,5	3,7	2,9
2010	3,5	3	3	3,2
2011	3,9	3,4	4,5	3,5
2012	5	4,5	5	5
2013	6	6	6,1	6,5
2014	7,5	7,6	7,5	7
2015	10	11	11,5	12
2016	12	11	12	13
2017	12	13	14	14

ДОДАТОК Б

СТАТИСТИКА ВИТРАТ НА ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ

Таблиця Б.1 – Статистичні дані щодо загальних витрат на вантажні перевезення автомобільними компаніями у 2009-2017 рр.

Рік	Об'єм витрат на вантажні перевезення авто транспортом, млн грн			
	Баядера Логістик	Весттрансойл	Европа-Транс лтд	Транс-Сервіс-1
2009	22000	20222	3520	595
2010	25031	23000	4005	668
2011	27813	25222	4450	742
2012	30594	27194	4895	770
2013	35250	30171	5640	930
2014	52813	31417	8450	1625
2015	48125	37851	7700	1283
2016	46875	41143	7500	1250
2017	50313	47353	8050	1342

Таблиця Б.2 – Статистичні дані щодо загальних витрат на вантажні перевезення залізничними компаніями у 2009-2017 рр.

Рік	Витрати на вантажні перевезення залізничним транспортом, млн грн			
	Укрзалізниця	Лемтранс	Метинвест-Шіппінг	Металургічна транспортна компанія
2009	36400	8800	2977	613
2010	41400	10013	3338	683
2011	45400	11125	3708	742
2012	48950	12238	3850	820
2013	52800	14100	4650	890
2014	54979	21125	8125	1083
2015	66240	19250	6417	1167
2016	72000	18750	6250	1250
2017	80200	20125	6708	1342