

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет «Острозька академія»**  
**Економічний факультет**  
**Кафедра економіко-математичного моделювання та інформаційних**  
**технологій**

Кваліфікаційна робота

на здобуття освітнього ступеня магістра

на тему: **«Моделювання економічного зростання**  
**України»**

Виконала: студентка спеціальності  
051 «Економіка»  
освітньо-професійної програми  
«Економічна кібернетика»  
другого (магістерського) рівня вищої освіти  
*Андрущишина Ганна Миколаївна*

Керівник: д.е.н., професор  
*Аверкина Марина Федорівна*

Рецензент:  
*к.е.н., доцент*  
*доцент кафедри теоретичної та*  
*прикладної системотехніки Харківського*  
*Національного університету ім. Н. В. Каразіна*  
*Чуб Ольга Ігорівна*

**"РОБОТА ДОПУЩЕНА ДО ЗАХИСТУ"**

**Завідувач кафедри економіко-математичного моделювання**  
**та інформаційних технологій \_\_\_\_\_ (проф. Ольга КРИВИЦЬКА)**

Протокол № 5 від 04 грудня 2023 р.

**Острог, 2023**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОСТРОЗЬКА АКАДЕМІЯ»**

Економічний факультет

Кафедра економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій

Спеціальність 051 «Економіка»

Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри економіко-  
математичного моделювання та  
інформаційних технологій

проф., д.е.н. Ольга КРИВИЦЬКА  
“ ” \_\_\_\_\_ 2023 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

Андрущишиної Ганни Миколаївни  
(Прізвище ім'я по батькові)

1. Тема роботи Моделювання економічного зростання України  
керівник роботи: Аверкіна Марина Федорівна, доктор економічних  
наук, професор, \_\_\_\_\_,  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджено наказом Національного Університету «Острозька академія» від 31  
жовтня 2022 р. № 77.

2. Строк подання студентом роботи 08 грудня 2023 року.

3. Вихідні дані до роботи: *науково-публіцистичні праці з досліджуваної  
проблематики вітчизняних та зарубіжних вчених, статистичні дані держстату  
та світового банку даних та різні електронні ресурси.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно  
розробити): *1) теоретичні засади економічного зростання країн, 2) методичні  
засади економіко-математичного оцінювання рівня економічного зростання, 3)  
дослідження економічного зростання України.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):  
*графічно відобразити модель Харрода-Домара, побудувати діаграму ланцюга  
доданої вартості, відобразити модель ящика Еджворта та загалом побудувати  
діаграми динаміки індикаторів економічного зростання.*

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Аверкина М. Ф., доктор економічних наук, професор кафедри економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій	28.02.2023	28.02.2023
Розділ 2	Аверкина М. Ф., доктор економічних наук, професор кафедри економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій	01.05.2023	01.05.2023
Розділ 3	Аверкина М. Ф., доктор економічних наук, професор кафедри економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій	05.06.2023	06.06.2023

7. Дата видачі завдання 01 листопада 2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вивчення літератури	до 01.02.2023	
2.	Розробка змісту (плану)	до 20.02.2023	
3.	Ознайомлення керівника з текстом кваліфікаційної роботи (чорновий варіант):		
3.1	Розділ 1	до 11.09.2023	
3.2	Розділ 2	до 16.10.2023	
3.3	Розділ 3	до 11.11.2022	
4.	Ознайомлення керівника з текстом кваліфікаційної роботи із врахуванням зауважень	до 20.11.2023	
5.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	до 24.11.2023	
6.	Реєстрація на Moodle, перевірка на рівень унікальності	до 04.12.2023	
7.	Рецензування кваліфікаційної роботи	до 08.12.2023	
7.	Здача роботи на кафедрі	до 13.12.2023	

Студент Ганна АНДРУЩИШИНА (підпис)

Керівник роботи Марина АВЕРКИНА (підпис)

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	2
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ КРАЇН</b> .....	4
<b>1.1. Теорії економічного зростання країн</b> .....	4
<b>1.2. Чинники впливу на економічне зростання країни</b> .....	18
<b>1.3. Зарубіжний досвід стимулювання економічного зростання країн</b> .....	22
<b>Висновки до розділу 1</b> .....	29
<b>РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ</b> .....	32
<b>2.1. Аналіз підходів до моделювання економічного зростання країни.</b> .....	32
<b>2.2. Сутність сучасних економіко-математичних моделей (економічного зростання) та їхні особливості</b> .....	35
<b>2.3. Економіко-математичне моделювання розвитку країн</b> .....	48
<b>Висновки до розділу 2</b> .....	55
<b>РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ УКРАЇНИ</b> .....	56
<b>3.1. Аналіз показників економічного зростання України</b> .....	56
<b>3.2. Побудова економіко-математичних моделей економічного зростання України</b> .....	64
<b>3.3. Напрями забезпечення розвитку економіки України</b> .....	85
<b>Висновки до розділу 3</b> .....	88
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	89
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	95
<b>ДОДАТКИ</b> .....	100

**АНОТАЦІЯ**  
**кваліфікаційної роботи**  
**на здобуття освітнього ступеня магістра**

*Тема:* **«Моделювання економічного зростання України»**

*Автор:* Андрущишина Ганна Миколаївна

*Науковий керівник:* доктор економічних наук, професор Аверкина Марина Федорівна

*Захищена «.....».....2023 року.*

**Короткий зміст праці:** Метою даної праці є дослідження сучасного стану економічного зростання України, здійснення прогнозу та формування рекомендацій для здійснення ефективної політики на основі економіко-математичного моделювання.

У першому розділі розкрито існуючі підходи до трактування поняття економічного зростання, а також розглянуто основні аспекти та висвітлено зарубіжний досвід урядів країн Європи зі сприяння розвитку економіки.

Другий розділ присвячено основним методичним засадам з дослідження економічного зростання в Україні, аналізу основних економічних показників України, а також оцінюванні конкурентоспроможності України на міжнародному рівні.

В третьому розділі здійснено економіко-математичне моделювання стану та розвитку економіки України, здійснено економетричне моделювання, а також надано рекомендації щодо забезпечення економічного зростання в Україні.

**Ключові слова:** економічне зростання, економіко-математичне моделювання, інтенсифікація, економетрика, економіка України.

\_\_\_\_\_ Ганна АНДРУЩИШИНА

**ANNOTATION**  
**qualification work**  
**to obtain a master's degree**

*Topic:* «**Modeling the economic growth of Ukraine**»

*Author:* Hanna Andrushchyshyna

*Academic supervisor:* Doctor of Economic Sciences, Professor Maryna Averkyna

*Protected by ".....".....2023.*

***Summary of the work:*** The purpose of this work is to study the current state of economic growth in Ukraine, make a forecast and formulate recommendations for the implementation of an effective policy based on economic and mathematical modeling.

In the first chapter, the existing approaches to the interpretation of the concept of economic growth are disclosed, as well as the main aspects are considered and the foreign experience of the governments of European countries in promoting economic development is highlighted.

The second chapter is devoted to the main methodological principles of the study of economic growth in Ukraine, the analysis of the main economic indicators of Ukraine, as well as the assessment of Ukraine's competitiveness at the international level.

In the third section, economic and mathematical modeling of the state and development of the economy of Ukraine was done, econometric modeling was carried out, and recommendations were given to ensure economic growth in Ukraine.

***Keywords:*** economic growth, economic-mathematical modeling, intensification, econometrics, economy of Ukraine.

\_\_\_\_\_ *Hanna ANDRUSHCHYSHYNA*

## ВСТУП

**Актуальність роботи** полягає в тому, що упродовж століть людина намагається знайти все більше способів до задоволення власних потреб в умовах обмеженості ресурсів. З плином часу дедалі більше зрозуміло, що лише об'єднання індивідуальних сил відповідно до спільних цілей дозволяє створити умови для добробуту індивідуумів. Саме на це спрямоване економічне зростання, адже це не тільки обмежується регулярним розширенням масштабів діяльності всіх суб'єктів господарювання (того ж ВВП на душу населення, національного доходу тощо), але й веде до якісних змін, а саме: створення кращої організації суспільства, підсилення конкурентоспроможності країни та її здатності впливати на геополітичну ситуацію в світі, подолання бідності.

Метою дослідження є дослідження сучасного стану економічного зростання України та формування рекомендацій для здійснення її ефективної політики. Для виконання мети в процесі написання кваліфікаційної роботи було поставлено та виконано низку завдань, а саме:

- вивчено теорії економічного зростання країн;
- окреслено чинники впливу на економічне зростання;
- проаналізовано зарубіжний досвід стимулювання економічного зростання;
- представлено підходи до моделювання економічного зростання;
- розкрито особливості сучасних економіко-математичних моделей економічного зростання країни;
- здійснено економіко-математичне моделювання розвитку країни;
- проаналізовано показники економічного зростання України;
- побудовано економіко-математичні моделі економічного зростання України;
- інтерпретовано результати моделювання розвитку економіки України;
- виявлено існуючі проблеми та сформовано рекомендації для здійснення ефективної політики України.

**Об'єктом дослідження** є процеси забезпечення економічного зростання України. **Предметом дослідження** є економіко-математичні методи та моделі забезпечення ефективного функціонування та зростання економіки України.

У процесі дослідження були використані такі методи, як аналіз, синтез, узагальнення, порівняння, індукція, графічний, методи обробки рядів динаміки та економіко-математичного моделювання.

Виконання кваліфікаційної роботи спроектовано на три розділи. У першому розділі розкрито існуючі підходи до трактування поняття економічного зростання, а також розглянуто основні аспекти та висвітлено зарубіжний досвід урядів країн Європи зі сприяння розвитку економіки. Другий розділ присвячено основним методичним засадам з дослідження економічного зростання в Україні, аналізу основних економічних показників України, а також оцінюванні конкурентоспроможності України на міжнародному рівні. В третьому здійснено економіко-математичне моделювання стану та розвитку економіки України, здійснено економетричне моделювання, а також надано рекомендації щодо забезпечення економічного зростання в Україні.



## РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ КРАЇН

### 1.1. Теорії економічного зростання країн

Вивчення теорій економічного зростання сприяє розумінню того, як різні фактори впливають на багатство та добробут нації з часом. На сьогодні дедалі більше вчених звертають свою увагу на важливість пошуку і аналізу економіко-математичних моделей, в яких акцентовано увагу на економічному зростанні, а саме: А. Сміт, В. Естерлі, А. Дарешвар, Р. Лукас, А. Гальчинський, Я. Жаліло, В. Гейць, Н. Крап, Ф. Ліст, С. Кузнець та інші. Попри важливість означеної тематики, вбачаємо за доцільне поглибити означене дослідження в частині пошуку взаємозв'язків між низкою економічних показників та розвитком економіки в цілому з застосуванням апарату економіко-математичного моделювання.

Окремі нації завдяки особливим сприятливим умовам досягли переваг над іншими в мануфактурному виробництві, торгівлі та судноплавстві, оскільки вони завчасно зрозуміли, що найефективнішим засобом такого прогресу є досягнення та утвердження політичної переваги над іншими націями шляхом вживання таких політичних заходів на досягнення монополії в мануфактурах і торгівлі.

Досліджуючи існуючі праці багатьох дослідників виявлено, що багато з них абстрагується від поняття національності, що є, на нашу думку, одним з ключових. Збереження, розвиток, і вдосконалення національності повинно бути головним предметом зусиль нації, що може переживати на собі і Україна наразі. Це пов'язано не з егоїстичним прагненням, а розумінням того, що внаслідок війни нація може втратити власну самостійність, ресурси, свободу та незалежність, устрій та закони, культуру, самобутність. Зазвичай егоїстичні напади сусідів можуть на століття призупинити економічний розвиток окупованої країни, знищити її в багатьох аспектах починаючи з її культури, мови та закінчуючи її екологією, ресурсами, але й іноді навпаки.

В умовах війни ще більше постає потреба захисту пріоритетних галузей вітчизняної економіки, створення й забезпечення умов стійкого розвитку задля

досягнення перемоги. Національна політика держави повинна бути зорієнтована на створення ефективних заходів та методів державного регулювання стратегічно важливих галузей економіки, акцентуючи на індивідуальних перевагах та особливостях їхнього функціонування. Тому, видається необхідним дослідження теорій економічного зростання.

Коротко наведемо зміст теорій економічного зростання країн з подальшим аналізом, що представлено в табл.1.1

Таблиця 1.1.

## Теорії економічного зростання країни

Ім'я науковця	Зміст теорії	Вузькі місця теорії
Ф. Ліст	<p>Поділ національно-економічного розвитку нації на чотири етапи:  перший етап характеризується розвитком землеробства;  другому етапу властиве збільшення виробничих потужностей внутрішніх мануфактур за одночасного ввезення чужоземних мануфактурних товарів;  у третьому внутрішні мануфактури значною мірою задовольняють внутрішній попит;  на четвертому етапі експортують великі обсяги внутрішніх мануфактурних товарів імпортуючи сировину та продукти землеробства.</p>	<p>Деякі автори вважають, що на сьогоднішній день до цього поділу варто було б додати стадію фінансово-промислової (сер. XIX — кін. XX ст.)</p>
Ф. Кене	<p>Його праця має назву «Фізіократія, або Влада, найвигідніша роду людському» та базується на припущенні, що «торгівці всіх націй утворили одну торгову республіку» і обмежується лише дослідженням того як окремо взята нація може досягти достатку, розвиваючи свої землеробство, промисловість та торгівлю.</p>	<p>Тематика його наукових досліджень лиш стосувалась землеробства, мануфактур, торгівлі та судноплавства, але не торкалась причин багатства націй та інтересів усього людства.</p>
А. Сміт	<p>Адам Сміт причини економічного зростання пояснює завдяки зрушенням в сфері продуктивності праці і порядок за яким це накопичений продукт розподіляється між різними класами населення та групами людей в суспільстві.</p>	<p>Виправдовував ідею абсолютної свободи світової торгівлі та зосередився на ідеї абсолютної свободи торгівлі і вважаючи, що світова економія повинна замінити місце політичної чи національної.</p>
Жан-Батіст Сей	<p>Ставив чітку вимогу про те, що необхідно ясно уявляти собі існування універсальної республіки, щоб вважати ідею загальної свободи торгівлі переконливою.</p>	<p>Згадує у своїх роботах лише інтереси людства загалом.</p>

Р. Солоу	Визначив повну зайнятість як чинник довгострокового стійкого економічного зростання. Технологічний чинник є основою стійкого зростання добробуту населення, котрий є необхідний для забезпечення максимального споживання.	Теорія Солоу не зовсім враховує зовнішні економічні фактори, такі як міжнародна торгівля та глобалізація, які можуть суттєво впливати на економічне зростання.
А. Гамільтон	Стверджував, що розвиток індустріальної економіки є можливим завдяки протекціонізму, оскільки імпортні обмеження необхідні для забезпечення розвитку вітчизняних виробників допоки вони не зможуть досягти економії від масштабу виробництва	Варто зазначити, що його ідеї було втілено в політиці Японії у 19-20 століттях, а також азіатських тигрів — Гонконг, Південна Корея, Тайвань і Сінгапур. Серед них також є і Китай.
В. Ростоу	За цією моделлю увесь економічний розвиток можна умовно поділити на п'ять етапів, а саме: «традиційне суспільство, передумови зльоту, потяг до зрілості та вік високого масового споживання».	Характеризує етапи зростання як лінійні
Р. Харрод та О. Домар	На той час значна увага приділялась прискореній акумуляції внутрішніх та міжнародних заощаджень як одного з основних інструментів сприяння економічному зростанню. Моделі Харрода — Домара це наочно демонструють як постійний потік інвестицій впливає на вартість національного доходу та дійшов висновків, що так дійсно є.	Модель лише пізніше була адаптована для пояснення економічного зростання.

Джерело: складено автором на основі [19]

Наукові теорії економічного розвитку відомих вчених, такі як Ф. Ліст, Ф. Кене, А. Сміт, Жан-Батіст Сей, Р. Солоу, А. Гамільтон, В. Ростоу, Р. Харрод та О. Домар, надають різноманітні погляди на фактори, що визначають економічний прогрес. Кожна з цих теорій вносить свій внесок у розуміння процесів розвитку суспільства та економіки.

Ф. Ліст розглядає розвиток націй на етапи, визначаючи ключові характеристики кожного з них, хоча сучасні автори вказують на необхідність додаткових етапів, таких як фінансово-промисловий. Ф. Кене обмежився вивченням економічного розвитку окремо взятої нації, не звертаючи уваги на загальнолюдські аспекти. А. Сміт підкреслив роль продуктивності праці та розподілу доходів у забезпеченні економічного зростання, але його підхід до абсолютної свободи світової торгівлі може викликати обговорення.

Жан-Батіст Сей підкреслив необхідність універсальної республіки для ідеї загальної свободи торгівлі, підкреслюючи інтереси людства загалом. Р. Солоу визначив повну зайнятість та технологічний чинник як ключові для стійкого економічного зростання, але залишив поза увагою зовнішні економічні фактори. А. Гамільтон висунув ідею протекціонізму як сприятливого для розвитку індустріальної економіки. В. Ростоу надав структурну модель п'яти етапів економічного розвитку, але критикується за лінійне характеризування етапів. Моделі Харрода - Домара вкладають акцент на роль акумуляції заощаджень у забезпеченні економічного зростання.

Усі ці теорії варто розглядати як спроби розуміти складні процеси економічного розвитку, враховуючи їхні переваги та недоліки, а також контекст, у якому вони були розроблені.

Сама природа поступово штовхає нації до створення найвищого об'єднання заради гарантій безпеки, забезпечення економічного добробуту тощо у зв'язку з нерівномірністю розподілу ресурсів, а саме: різноманіття клімату та ґрунтів, перенаселеність, рівні міграційних потоків, капітал тощо. Так, виникає поняття міжнародної торгівлі, адже вона виникла у зв'язку з потребою обміну надлишкових ресурсів в обмін на ті, яких бракує або взагалі немає в країні. Міжнародна торгівля також спонукає до діяльності та нових відкриттів, а також переносить винаходи й сили однієї нації на інші. Це в свою чергу призводить до цивілізування та національного добробуту. Популярною серед науковців є думка про те, що чим багатшою та могутнішою є нація, тим більше мануфактурних продуктів вона експортує, в той час як імпортує сировину в інших країн.

На думку Ф. Ліста варто розрізнити чотири етапи національно-економічного розвитку нації [19]:

- 1) перший етап характеризується розвитком землеробства завдяки ввезенню чужоземних мануфактурних товарів та вивезенню власних продуктів землеробства та сировини;
- 2) другому етапу властиве збільшення виробничих потужностей внутрішніх мануфактур за одночасного ввезення чужоземних мануфактурних товарів;

- 3) у третьому внутрішні мануфактури значною мірою задовольняють внутрішній попит;
- 4) на четвертому етапі експортують великі обсяги внутрішніх мануфактурних товарів імпортуючи сировину та продукти землеробства.

Найбільш ранніми західними теоріями економіки були меркантилізм та фізіократія. До Ф. Кене (засновника школи фізіократів), якого головною мірою цікавили проблеми наповнення казни та сплати податків, існувала лише одна політична економія. Тематика їхніх наукових досліджень лиш стосувалась землеробства, мануфактур, торгівлі та судноплавства, але не торкалась причин багатства націй та інтересів усього людства.

У Ф. Кене ж виникла ідея загальної свободи торгівлі, яке він розглянув у межах всього людства не бере до уваги таке поняття як нація. Його праця має назву «Фізіократія, або Влада, найвигідніша роду людському» та базується на припущенні, що «торгівці всіх націй утворили одну торгову республіку» і обмежується лише дослідженням того як окремо взята нація може досягти достатку, розвиваючи свої землеробство, промисловість та торгівлю [18]. За словами Кене: «постійно відтворюване багатство сільського господарства є основою для всіх професій, сприяє розквіту торгівлі, добробуту населення, приводить у рух промисловість і підтримує процвітання нації... Воно (землеробство) є основою для всієї економіки держави». Представники школи фізіократів вважали, що природні ресурси є ціннішими ніж капітал, адже капітал сам походить від землі.

Подібний підхід характерний для такого економіста як Адам Сміт, який усіляко виправдовував ідею абсолютної свободи світової торгівлі та зосередився на ідеї абсолютної свободи торгівлі і вважав, що світова економія повинна замінити місце політичної чи національної [35]. Адам Сміт причини економічного зростання пояснює завдяки зрушенням в сфері продуктивності праці і порядок за яким це накопичений продукт розподіляється між різними класами населення та групами людей в суспільстві. Видатний економіст вважає, що хоч би я ким був рівень майстерності, уміння та кмітливості, застосовуваних під час роботи певним

народом (знову ж таки не враховуються окремі особливості кожного народу), достаток або ж низький рівень річного забезпечення будуть залежати від співвідношення числа зайнятих і незайнятих корисною працею.

Фрідріх Ліст як і Адам Сміт зійшлись бодай в тому, що обидва наголошують на тому, що від часів падіння Римської імперії політика провідних країн Європи більше сприяла ремеслам, мануфактурі та торгівлі — праці міській, а ніж хліборобству — праці сільській.

На відміну від Жана-Батіста Сея, який ставив чітку вимогу про те, що необхідно ясно уявляти собі існування універсальної республіки, щоб вважати ідею загальної свободи торгівлі переконливою і згадує у своїх роботах лише інтереси людства загалом, а про національні ні слова. Фрідріх Ліст вважає за необхідне розвивати також політичну економію, себто національну. На сторінках його роботи все ж можна знайти згадку про ідею так званого об'єднання у єдиний союз всіх націй. Не можемо не погодитись, що природа речей така могутня, що змогла об'єднати спочатку родини, а потім призвела до появи такого поняття як нація, то вона могла б спричинити появу такого союзу націй для взаємних вигод. Історія нас вчить, що там де індивіди перебувають у стані війни, добробут людей падає до катастрофічного рівня і що він зростає пропорційно до зміцнення єдності між націями. За цим і ми як дослідники вбачаємо майбутнє для України.

Гамільтон стверджував, що розвиток індустріальної економіки є можливим завдяки протекціонізму, оскільки імпорتنі обмеження необхідні для забезпечення розвитку вітчизняних виробників допоки вони не зможуть досягти економії від масштабу виробництва [6]. Варто зазначити, що його ідеї було втілено в політиці Японії у 19-20 століттях, а також азіатських тигрів — Гонконг, Південна Корея, Тайвань і Сінгапур. Серед них також є і Китай.

В основі теорій опісля Другої світової війни лежали економічний аналіз та ідея структурних зрушень в економіці. Така теорія економіки розвитку як модель лінійних етапів зростання було сформульована у 1950-х роках В. Ростоу [7]. За цією моделлю увесь економічний розвиток можна умовно поділити на п'ять етапів, а саме: «традиційне суспільство, передумови зльоту, потяг до зрілості та вік високого

масового споживання».

На той час значна увага приділялась прискореній акумуляції внутрішніх та міжнародних заощаджень як одного з основних інструментів сприяння економічному зростанню. Моделі Харрода-Домара це наочно демонструють. Овсій Домар займався дослідженням того як постійний потік інвестицій впливає на вартість національного доходу та дійшов висновків, що так дійсно є. Спочатку модель Харрода-Домара була розроблена для аналізу бізнес-циклу після Великої депресії. Ця модель мала на меті змодельовати короткострокову економіку з високим рівнем безробіття, де робоча сила могла б повністю використовувати додаткові машини. Отже, вона зосереджувалась на взаємодії між капіталом і виробництвом. Дана модель пізніше була адаптована для пояснення економічного зростання. Це свідчить про те, що економічне зростання залежить від кількості праці та капіталу. Більше інвестицій веде до накопичення капіталу, що, у свою чергу, генерує економічне зростання.

Модель Харрода -Домара має декілька припущень, а саме [2]:

- 1) співвідношення капіталу до продукту є постійним;
- 2) темп зростання пропозиції робочої сили є пропорційним темпу підвищення продуктивності праці;
- 3) схильність до заощадження є сталою і при збільшенні доходів, ця схильність призведе до пропорційного збільшення їхнього об'єму, що може трактуватись як капітал, що піде на потреби виробництва;
- 4) інвестиції дорівнюють об'єму заощадження;
- 5) інвестиційний лаг є рівномірним

Наочно модель представлена на рисунку 1.1.

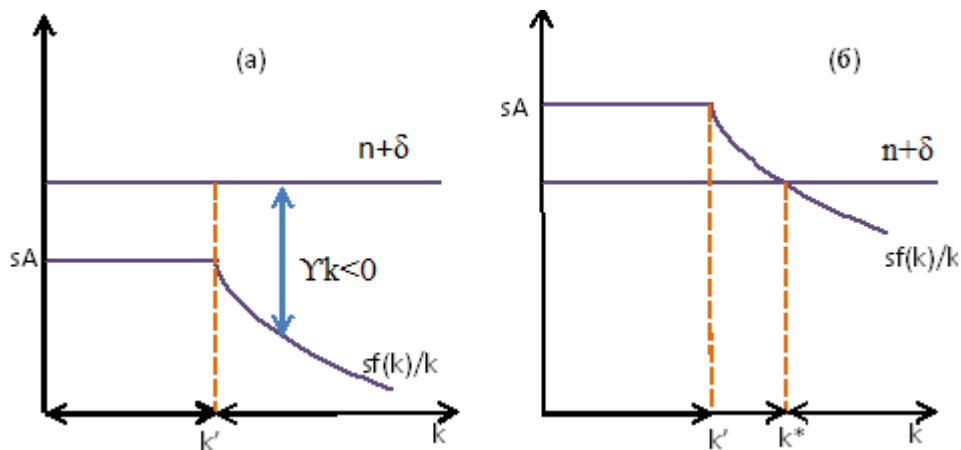


Рис 1.1. Модель Харрода-Домара [26]

де:  $K$  – капітал,  $Y$  – виготовлений продукт,  $n$  — пропозиція праці,  $\delta$  — продуктивність праці,  $S$  — об'єм заощаджень,  $I$  — об'єм інвестицій.

Модель Харрода-Домара має суттєві наслідки для менш економічно розвинених країн, де достатньо робочої сили, але бракує фізичного капіталу. Цей дефіцит капіталу уповільнює економічний прогрес у цих країнах. Такі країни часто мають низькі доходи, що ускладнює заощадження, достатні для значних інвестицій у фізичний капітал. Модель підкреслює роль політики збільшення інвестицій, насамперед за рахунок підвищення рівня заощаджень. Крім того, ефективне використання цих інвестицій через технологічний прогрес має вирішальне значення для сприяння економічному зростанню. Модель Харрода-Домара ставить під сумнів ідею про те, що економіки природно прагнуть до повної зайнятості та стабільних темпів зростання. Це свідчить про те, що без належної політики та інвестицій досягти таких умов може бути важко.

Загалом модель Харрода-Домара дає цінну інформацію про фактори, що впливають на економічне зростання, особливо в контексті менш економічно розвинених країн. Вона підкреслює важливість інвестицій і технологічного прогресу як каталізаторів стійкого економічного розвитку. Однак важливо зазначити, що модель є спрощеним представленням складного процесу економічного зростання та має свої обмеження, які наступні економічні теорії та моделі намагалися вирішити.

Економічна основа, яка досліджує трансформацію економіки в міру того, як



вони просуваються від аграрних або традиційних суспільств до індустріалізованих і більш сучасних економік — це теорія структурних змін. Вона зосереджується на змінах у складі виробництва, зайнятості та факторів виробництва в різних секторах економіки з часом. Основні особливості та поняття теорії структурних змін включають наступне:

1) секторальні зрушення: теорія структурних змін наголошує на переміщенні ресурсів (таких як праця та капітал) із традиційних, низькопродуктивних секторів (наприклад, сільське господарство) до більш динамічних та високопродуктивних секторів (наприклад, виробництво та послуги);

2) продуктивність праці: теорія підкреслює, що структурні зміни спричинені відмінностями у продуктивності праці в різних секторах. Сектори промисловості та послуг часто мають вищу продуктивність праці, ніж сільське господарство, що мотивує працівників переходити в ці сектори.

3) урбанізація та індустріалізація: структурні зміни часто збігаються з урбанізацією та індустріалізацією, оскільки працівники переїжджають із сільської місцевості до міста, вони, як правило, знаходять роботу в промисловості та сферах послуг.

4) технології та інновації: на структурні зміни впливають технологічний прогрес та інновації, які можуть призвести до появи нових галузей і занепаду традиційних.

5) зростання та диверсифікація: структурні зміни пов'язані з економічним зростанням та економічною диверсифікацією, оскільки економіка зміщується в бік більш складних секторів, вони, як правило, стають більш диверсифікованими, зменшуючи залежність від одного сектора.

6) розподіл доходу: процес структурних змін може мати наслідки для розподілу доходу. У короткостроковій перспективі деякі групи можуть зіткнутися з труднощами в адаптації до змін, що призведе до нерівності доходів. Проте в довгостроковій перспективі очікується, що структурні зміни призведуть до підвищення середнього доходу та покращення рівня життя.

Теорія структурних змін має важливі наслідки для політики. Урядам може

знадобитися запровадити політику, яка полегшить перехід, наприклад, інвестиції в освіту та навчання, розвиток інфраструктури та створення сприятливого бізнес-середовища для зростання нових галузей. Вона широко використовується для розуміння та пояснення траєкторій розвитку різних країн і регіонів. Вона підкреслює важливість адаптації та гнучкості у відповідь на зміну економічних умов, а також роль інновацій та зростання продуктивності в стимулюванні економічного прогресу.

На нашу думку, економічне зростання на сучасному етапі свого розвитку є цариною пошуку визначення наявних національних інтересів та індивідуального стану кожної нації та займається пошуком способів яким чином кожна окрема нація може бути піднята на такий рівень економічного розвитку, на якому для неї буде можливим та корисним об'єднання з іншими однаково розвиненими країнами, а відтак можна досягнути свободу торгівлі. Протекціоністська система ж повинна стати інструментом зрівняння націй з вищим рівнем розвитку та нищим, котрі ще не досягли розквіту мануфактурного виробництва.

Ідея Майкла Портера про галузі як ряд залежних видів діяльності підкреслює важливість розуміння конкурентоспроможності галузей на глобальному ринку. Галузі, які створюють продукцію або послуги з вищою доданою вартістю, як правило, більш конкурентоспроможні та можуть сприяти експортним прибуткам країни. Такі галузі часто вимагають кваліфікованої робочої сили та передових технологій, що може призвести до створення більшої кількості робочих місць високої якості та підвищення заробітної плати для працівників.

Галузі з високим рівнем частки доданої вартості частіше інвестують у дослідження та розробки, інновації та технологічний прогрес. Це сприяє економічному зростанню та довгостроковій стабільності. Економіка з різноманітним спектром галузей дозволяє отримати збалансовану та стійку економічну структуру. Уряди можуть використовувати дані з доданою вартістю для визначення стратегічних галузей для цільових політичних втручань, таких як інвестиції в інфраструктуру, освіту та дослідження, щоб підвищити їх зростання та конкурентоспроможність.

Як зазначає Майкл Портер галузь розглядається як низка залежних діяльностей, які в цілому призводять до створення продукту або послуги, тобто до створення доданої вартості для покупця (компанії або кінцевого споживача) [20]. Тому показник доданої вартості всеохопно демонструє розвиток економіки. Коротко ознайомимось як вона формується всередині країни за допомогою рис.1.2.

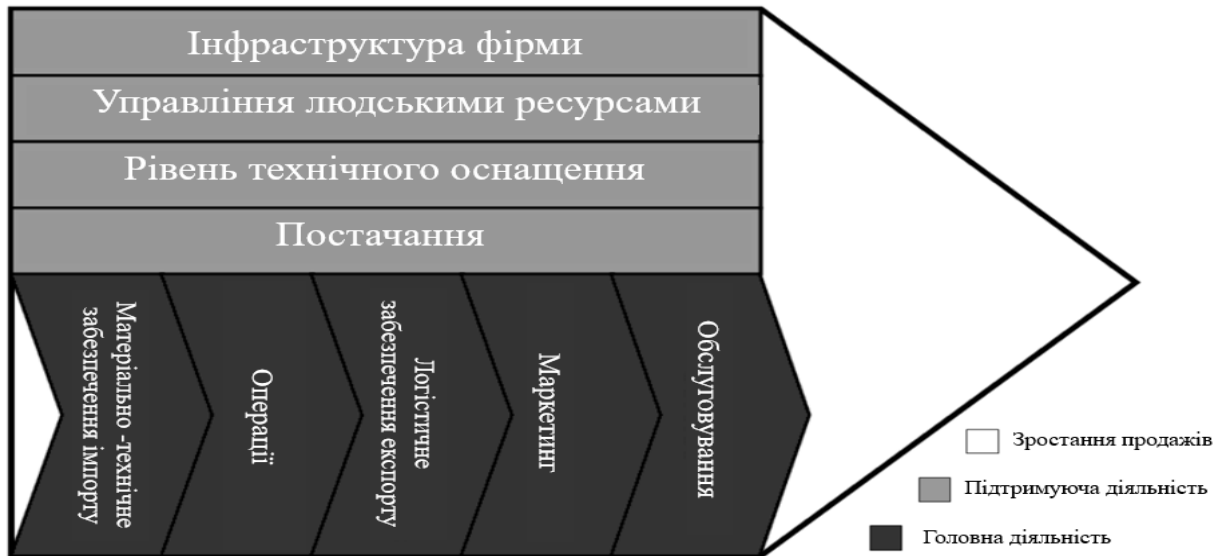


Рис.1. 2. Діаграма ланцюга доданої вартості (англ. *Value Added Chain Diagram - VACD*). Джерело: складено за даними [12]

Хоч показник доданої вартості є цінним для оцінки економічного розвитку, його слід використовувати в поєднанні з іншими показниками та мірами для формування всебічного розуміння загальної ефективності економіки. Адже економічний розвиток є багатовимірним поняттям, і такі фактори, як розподіл доходу, освіта, охорона здоров'я та соціальне забезпечення, також слід враховувати, щоб отримати цілісне уявлення про прогрес і добробут країни.

Значний внесок у розвиток економічних теорій зростання зроблено представниками неокласичної теорії, яка виникла наприкінці 19 — на початку 20 століття як реакція на класичну економіку. Це домінуюча школа думки в сучасній основній економічній науці, яка є основою багатьох економічних моделей і політичних рекомендацій. Неокласична теорія базується на принципах індивідуальної раціональності, ефективності ринку та взаємодії попиту та пропозиції.

Неокласична теорія припускає, що індивіди та фірми є раціональними суб'єктами, які приймають рішення, щоб максимізувати свою корисність (для окремих осіб) або прибутки (для фірм). Раціональність означає, що люди мають чітко визначені переваги та роблять вибір на основі наявної інформації.

Економіка в неокласичному розумінні характеризується важливістю ринкових сил у розподілі ресурсів. Це означає, що на конкурентних ринках взаємодія попиту та пропозиції призводить до рівноваги ціни та кількості, ефективного розподілу товарів і послуг.

Неокласична теорія підтримує закон попиту (якщо ціни зростають, кількість попиту зменшується) і закон пропозиції (якщо ціни зростають, кількість пропозиції збільшується). Результатом цих взаємодій є ринкова рівновага. Теорія спирається на концепцію граничного аналізу, коли рішення приймаються на основі граничної вигоди або вартості останньої спожитої або виробленої одиниці. Стосовно вибору консумента неокласична теорія стверджує, що споживачі роблять вибір на основі своєї корисності (задоволення), отриманої від товарів і послуг. Вони прагнуть максимізувати свою корисність за умови бюджетних обмежень. Фірми в неокласичній системі в свою чергу прагнуть максимізувати прибуток шляхом вибору оптимальної комбінації ресурсів (праці та капіталу) для виробництва товарів і послуг.

Неокласична економіка зосереджується на факторах виробництва: землі, праці та капіталі. Теорія припускає, що ці фактори взаємозамінні та мобільні, а також наголошує на ефективності та оптимальності за Парето, де ресурси розподіляються для досягнення найкращих можливих результатів для суспільства, не погіршуючи стан речей.

Неокласична економіка розвиває концепцію загальної рівноваги, коли всі ринки в економіці перебувають у рівновазі одночасно. Хоч неокласичні економісти загалом вірять в ефективність ринків, вони визнають, що певні ринкові невдачі можуть мати місце. У таких випадках обмежене державне втручання може бути виправданим для виправлення зовнішніх ефектів, суспільних благ і неповної інформації. Припущення неокласиків можуть надто спрощувати складність

реального світу, нехтувати інституційними факторами та не повністю враховувати такі питання, як розподіл доходу та екологічна стійкість. Як наслідок, з'явилися альтернативні економічні теорії та моделі, спрямовані на вирішення цих обмежень і забезпечення ширшого розуміння економічних явищ.

Сучасні теорії спрямовані на усунення певних обмежень попередніх моделей і надання нового розуміння рушійних сил економічного зростання та розвитку. В табл. 2 представлено кілька відомих останніх теорій економічного зростання:

Таблиця 1.2

Назва теорії	Зміст теорії	Переваги та вузькі місця
Теорія ендегенного зростання	Теорія ендегенного зростання, започаткована Полом Ромером і Робертом Лукасом, зосереджується на ролі факторів у самій економіці, які сприяють довгостроковому економічному зростанню.	На відміну від неокласичних моделей зростання, які припускають екзогенний технологічний прогрес, теорія ендегенного зростання наголошує на важливості людського капіталу, накопичення знань, досліджень і розробок, а також технологічних інновацій як ендегенних рушійних сил економічного зростання.
Інституційна економіка	Інституційна економіка досліджує вплив економічних інститутів, таких як права власності, правові системи та структури управління, на економічне зростання.	Інституції відіграють вирішальну роль у формуванні економічних стимулів і координації виробничої діяльності, таким чином впливаючи на траєкторію економічного зростання
Шумпетеріанська теорія зростання	Базується на тому, що інновації та технологічний прогрес обумовлені підприємницькою діяльністю, що призводить до періодів творчого руйнування, що сприяє економічному розвитку.	Ця теорія зосереджується на ролі підприємництва та творчого руйнування у сприянні економічному зростанню.
Теорії конвергенції	Теорії конвергенції досліджують тенденцію економік із нижчими початковими рівнями доходу розвиватися швидше й наздоганяти економіки з вищими початковими доходами.	Ці теорії досліджують чинники, які сприяють економічному зближенню країн або регіонів.

Теорія людського розвитку	Теорія людського розвитку, розроблена економістом Амартією Сеном, наголошує на ролі людського капіталу, освіти, охорони здоров'я та інших соціальних факторів у стимулюванні економічного зростання та розвитку.	У ній стверджується, що людський розвиток і економічне зростання взаємозалежні, а інвестиції в людський капітал можуть призвести до сталого розвитку. Природні ресурси виходять на задній план.
Теорія стійкого зростання	Теорія стійкого зростання розглядає екологічні та соціальні аспекти економічного зростання	Вона спрямована на те, щоб економічне зростання відбувалося без виснаження природних ресурсів, погіршення навколишнього середовища або посилення нерівності доходів.
Ресурсо-орієнтована теорія (RBV — Resource-Based View): омар	У ній досліджується, як ці ресурси можна ефективно використовувати та використовувати для досягнення сталого зростання.	Зосереджується на ролі ресурсів країни, таких як природні ресурси та людський капітал, у стимулюванні економічного розвитку.

Ці новітні теорії економічного зростання збагатили наше розуміння складнощів, пов'язаних із сприянням сталому та інклюзивному економічному розвитку. У міру того, як економічні дослідження продовжують розвиватися, ймовірно, з'являться нові теорії та моделі, які дадуть змогу краще зрозуміти динаміку економічного зростання та фактори, які його формують.

На нашу думку, економічне зростання на сучасному етапі свого розвитку є цариною пошуку визначення наявних національних інтересів та індивідуального стану кожної нації та займається пошуком способів яким чином кожна окрема нація може бути піднята на такий рівень економічного розвитку, на якому для неї буде можливим та корисним об'єднання з іншими однаково розвиненими країнами, а відтак може бути досягнуто свободу торгівлі. Протекціоністська система ж повинна стати інструментом зрівняння націй з вищим рівнем розвитку та нищим, котрі ще не досягли розквіту мануфактурного виробництва.

На нашу думку економічне зростання - це збільшення обсягу виробництва та реального ВВП (валового внутрішнього продукту) економіки протягом певного періоду часу. Це може визначатися зростанням виробництва товарів і послуг,

збільшенням інвестицій, розвитком технологій, підвищенням продуктивності праці та іншими економічними показниками.

## **1.2. Чинники впливу на економічне зростання країни**

Економічне зростання не завжди позитивно впливає на рівень життя людей. Більш високі темпи зростання можуть викликати нові проблеми, такі як затори, зростання злочинності, зростання невдоволення і більше забруднення. Збільшення числа автотранспортних засобів і підвищення обсягу товарообігу можуть призвести до заторів і загального погіршення інфраструктури. Це може впливати на якість життя мешканців і сприяти викидам шкідливих речовин в атмосферу.

Підвищення економічного рівня може супроводжуватися інтенсивнішими конфліктами за ресурси і зростанням соціальної нерівності, що, в свою чергу, може призвести до збільшення рівня злочинності.

Нерівномірний розподіл економічного зростання може призвести до появи соціального невдоволення. Якщо певні групи населення не отримують достатньої користі від економічного розвитку, це може призвести до негативних наслідків, таких як протести та соціальні конфлікти.

Розуміння чинників впливу на економічне зростання дозволяє згладжувати наслідки економічних криз, більш систематично вести державну політику та досягти поставлених цілей в умовах ресурсної обмеженості.

Як зазначає І.М. Писаревський основними факторами, які чинять вплив на економічне зростання є статичні й динамічні [28]. Зазначимо що до статичних відносять сукупність природно-географічних факторів, які мають незмінне значення. Свою ж увагу ми зосередимо на динамічних факторах, на які можна здійснювати вплив. До них відносять: демографічні, соціально-економічні, матеріально-технічні й політичні фактори, які можуть приймати різні значення, адже вони змінюються в часі й просторі.

Зосередимо свою увагу на найголовніших чинниках економічного зростання на рисунку 1.3



Рис.1.3. Чинники впливу на розвиток економіки

Джерело: складено автором на основі [5]

Важливо також зосередитися на науково-технічній складовій розвитку економіки у 21 столітті, де відбувається стрімкий розвиток науки і постійно з'являються нові технології. Як зазначає М. Мальська технічне удосконалення науково-технічної бази, реалізація програм спрямованих на покращення культури й якості обслуговування, цифровізація економіки та нові підходи щодо раціонального використання наявних матеріальних ресурсів, об'єктів є чинниками інтенсивного характеру чинників впливу [29]. До чинників екстенсивного характеру можна відносять придбання та реконструкція об'єктів, зростання кількості матеріальних та трудових ресурсів за незмінного технічного рівня існуючих засобів [29].

Такі фактори як кількість та якість природних та трудових ресурсів, обсяг капіталу країни визначають можливості фізичного збільшення обсягу продукції, завдяки більшій кількості та якості ресурсів, застосування ефективних технологій, що сприятимуть збільшенню виробництва обсягів готової продукції та скороченню терміну її виготовлення [28].

На думку Адама Сміта джерелом зростання капіталу стають прибутки. Це означає, що більша частина валового продукту йде на утримання продуктивної



праці, що, у свою чергу, веде до зростання багатства [14].

На сучасному етапі науковців турбує питання економічного зростання без розвитку, яке стосується ситуації, коли країна відчуває збільшення свого валового внутрішнього продукту (ВВП) або економічного виробництва з часом, але не досягає відповідного прогресу в показниках соціального та людського розвитку. Іншими словами, економічне зростання може бути очевидним у плані збільшення виробництва та споживання товарів і послуг, але воно не призводить до значного покращення загального добробуту населення. Основні характеристики економічного зростання без розвитку можуть включати наступне:

1) нерівномірний розподіл доходів: економічне зростання може сконцентрувати багатство в руках небагатьох, що призведе до збільшення розбіжностей у доходах — як наслідок, вигоди від зростання можуть бути нерівномірно розподілені серед населення.

2) бідність: незважаючи на економічне зростання, рівень бідності може зберігатися або навіть зростати, оскільки переваги зростання можуть не досягти бідних верств суспільства.

3) безробіття: економічне зростання не обов'язково може призвести до створення робочих місць, і рівень безробіття може залишатися високим або навіть зростати, особливо якщо зростання відбувається за рахунок капіталомістких галузей, а не трудомістких.

4) відсутність базових послуг: розвиток – це не лише економічний прогрес; це також передбачає покращення доступу до основних послуг, таких як охорона здоров'я, освіта, чиста вода та санітарія. Якщо економічне зростання не супроводжується інвестиціями в ці сфери, загальний розвиток країни може бути загальмований.

5) погіршення навколишнього середовища: швидке економічне зростання без належного регулювання та заходів сталого розвитку може призвести до посилення погіршення навколишнього середовища та виснаження ресурсів, підриваючи потенціал майбутнього розвитку.

б) прогалини в інфраструктурі: якщо економічне зростання зосереджено

насамперед на конкретних секторах або регіонах, це може призвести до нехтування основним розвитком інфраструктури в інших областях, увічнюючи регіональні відмінності.

Досліджуючи теорії економічного зростання виявлено, що це складний і багатогранний процес, на який впливає широкий спектр факторів. Ці фактори взаємодіють і сприяють зростанню та вдосконаленню економіки з часом. Освіта, навички та здоров'я робочої сили, себто людський капітал, має вирішальне значення для економічного розвитку. Добре освічене та здорове населення є більш продуктивним, інноваційним та адаптованим до мінливих економічних умов.

Належна інфраструктура, включаючи транспортні мережі, системи зв'язку та енергетичні об'єкти, є важливою для ефективного виробництва та торгівлі, підтримування цього ж людського капіталу. Доступ до передових технологій і їх впровадження відіграють важливу роль у підвищенні продуктивності та сприянні економічному зростанню. Також наявність і стале управління природними ресурсами може сприяти економічному розвитку в країнах, багатих на ресурси.

Варто зазначити, що сильні та прозорі інституції, які забезпечують верховенство права, захист прав власності та виконання контрактів, мають вирішальне значення для створення сприятливого середовища для бізнесу та інвестицій для яких важлива торгівля та відкритість. Участь у міжнародній торгівлі та підтримка відкритої економіки може призвести до збільшення спеціалізації, доступу до нових ринків та передачі технологій.

Добре функціонуючі фінансові системи, включаючи банківську справу, ринки капіталу та доступ до кредитів, сприяють інвестиціям і підприємництву, що формує динамічну підприємницьку екосистему та культуру в сфері інновацій. Підприємці можуть і повинні сприяти економічному розвитку шляхом створення нових галузей і технологій.

Справедливий розподіл доходу призводить до соціальної стабільності та створення ширшої споживчої бази, стимулюючи внутрішній попит та інвестиції. У деяких випадках (до прикладу України) іноземна допомога та допомога розвитку можуть відігравати певну роль у підтримці ініціатив економічного розвитку,

особливо в менш економічно розвинених країнах.

Однією з рис економічного зростання є пріорітизація екологічної стійкості, що передбачає збереження навколишнього середовища та відповідальне управління ресурсами для забезпечення довгострокового процвітання без шкоди для потреб майбутніх поколінь. А інклюзивний розвиток, який забезпечує всім верствам населення доступ до можливостей і переваг економічного зростання, може призвести до більш сталого економічного розвитку. У моделюванні економічного зростання України ми використовуємо рівень безробіття, який визначається кількістю безробітних у відсотках від робочої сили, як ключовий економічний показник. Відомо, що високий рівень безробіття збільшує економічну нерівність, породжує перерозподільний тиск, призводить людей до бідності та негативно впливає на довгострокове економічне зростання [8].

Отже, можемо зробити висновок, що економічне зростання — це складний і багатогранний процес, на який впливає широкий спектр факторів. Ці фактори взаємодіють і сприяють зростанню та вдосконаленню економіки з часом. Освіта, навички та здоров'я робочої сили, себто людський капітал, має вирішальне значення для економічного розвитку. Добре освічене та здорове населення є більш продуктивним, інноваційним та адаптованим до мінливих економічних умов.

Провівши дослідження впливу чинників на економічне зростання, автором виокремлено дві групи залежно від того економічні вони чи ні. Такі чинники як природні ресурси, стан розвитку міжнародної торгівлі, формування капіталу та економічна система було віднесено до економічних. До неекономічних було віднесено людський капітал, розвиток технологій, соціальна організація, освіта, політична свобода та рівень корупції.

### **1.3. Зарубіжний досвід стимулювання економічного зростання країн**

Аналізуючи досвід інших країн, можна виявити найефективніші стратегії, політичні прийоми та методи, які сприяли їхньому економічному зростанню. Це дозволяє уникати повторення помилок та швидше досягати результатів.

Дослідження зарубіжного досвіду дозволяє виявити нові підходи, технології та інновації, які можна адаптувати та впровадити у власній країні для підвищення ефективності господарства. Вивчення зарубіжного досвіду дозволяє зрозуміти, як покращити конкурентоспроможність своєї економіки на міжнародному рівні та залучити інвестиції. Тому, дослідження зарубіжного досвіду економічного зростання допомагає країнам вдосконалювати свою власну економічну політику, підвищувати ефективність та стійкість своєї економіки та сприяти загальному добробуту населення.

За показник бажаної організації суспільства візьмемо усереднені показники ефективності уряду деякого ряду країн як з розвиненою та відсталою економікою та відсортуємо країни за рівнем валового внутрішнього продукту на душу населення. Проаналізуємо залежність ВВП на душу населення та ефективності уряду країн (див. табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Динаміка показника ефективності уряду країн з розвиненою та перехідною та економікою, що розвивається економікою упродовж 1996-2022 рр.

Країна	Роки					ВВП на душу населення
	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2022	2022
Норвегія	1,87	1,93	1,86	1,88	1,87	89154,27609
Німеччина	1,67	1,55	1,53	1,65	1,40	51203,55447
Чехія	0,71	0,94	0,91	1,04	1,00	26821,24523
Литва	0,43	0,68	0,76	1,05	1,05	23723,34025
Словаччина	0,58	0,81	0,79	0,74	0,55	21391,92533
Латвія	0,39	0,54	0,75	1,00	0,95	21148,16294
Угорщина	0,92	0,76	0,66	0,53	0,57	18728,12189
Польща	0,57	0,41	0,61	0,68	0,40	17999,90995
Румунія	-0,31	-0,28	-0,14	0,02	-0,19	14858,22943
Білорусія	-0,75	-1,17	-1,10	-0,39	-0,57	12194,77734
російська	-0,53	-0,46	-0,54	-0,20	-0,06	7302,257794

федерація						
Молдова	-0,47	-0,80	-0,56	-0,54	-0,44	5230,661733
Україна	-0,71	-0,68	-0,76	-0,49	-0,37	4835,571777

Джерело: складено за даними [33]

Найбільший рівень ефективності урядів більшості країн припадає саме на 2001-2005 рр., а також спостерігається тенденція у бік зменшення ефективності урядів країн окрім Литви та Угорщини. Можна чітко спостерігати певний взаємозв'язок кращої організації суспільства та валового внутрішнього продукту – у країн з найкращими соціальними інститутами та високим рівнем контролю за корупцією найвищі значення ВВП.

Глобалізація призвела до значного розширення міжнародної торгівлі. Країни все більше беруть участь в експорті та імпорті товарів і послуг через кордони, що дозволяє спеціалізуватись і ефективно розподіляти ресурси. Інтеграція сприяла потоку прямих іноземних інвестицій, коли компанії інвестують в інші країни для створення дочірніх компаній, розширення діяльності або доступу до нових ринків. Інтеграційні процеси відіграють важливу роль у передачі технологій, досвіду та капіталу між країнами. Поява транснаціональних корпорацій було помітною рисою глобалізації. ТНК працюють у багатьох країнах, використовуючи глобальні ланцюжки поставок і капіталізуючи порівняльні переваги в різних регіонах. Інтеграція породила складні глобальні ланцюги поставок, де різні етапи виробництва відбуваються в різних країнах, що сприяє підвищенню ефективності та спеціалізації. Також варто загадати фінансову інтеграцію котра передбачає інтеграцію фінансових ринків та інституцій через кордони. Це сприяє забезпеченню вільного потоку капіталу, полегшуючи бізнесам і урядам доступ до коштів із міжнародних джерел. Технологічний прогрес, стрімкий розвиток який ми можемо спостерігати на сьогодні, особливо в комунікаційних та інформаційних технологіях, сприяв глобалізації економіки. Це забезпечує безперербійне спілкування та координацію між компаніями та окремими особами по всьому світу.

В контексті економічної взаємозалежності глобалізація сприяла тому, що події в одній частині світу можуть негативно вплинути на інші регіони, що

приведе до більш взаємопов'язаної глобальної економіки. Поряд з економічною інтеграцією глобалізація також сприяла культурному обміну та поширенню ідей, що призвело до більш взаємопов'язаного та різноманітного глобального суспільства. Хоча глобалізація принесла значні переваги, вона також створила проблеми та невідповідності. Деяким регіонам і громадам може бути важко адаптуватися до змін, спричинених глобалізацією, що призводить до економічної нерівності. Вона вимагає більшої координації політики та співпраці між країнами для вирішення глобальних проблем, таких як зміна клімату, фінансові кризи та міжнародні торгові суперечки.

Загалом глобалізація економіки змінила світову економіку, забезпечивши більший доступ до ринків, технологій і ресурсів, але вона також створює проблеми, які вимагають ретельного управління та глобальної співпраці. Політики та підприємства повинні враховувати як можливості, так і потенційні підводні камені глобалізації, щоб забезпечити широке поширення та стабільність її переваг для всіх зацікавлених сторін. Наведемо складові інтеграційного процесу на рисунку 1.3

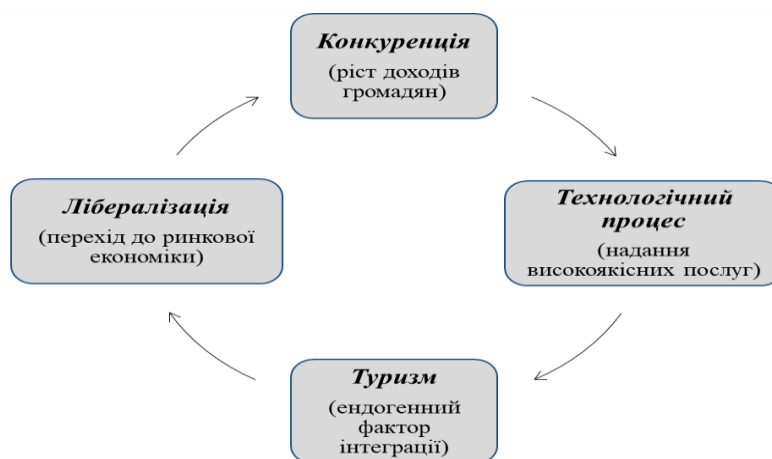


Рис. 1.4. Складові інтеграційного процесу

Джерело: складено автором.

У контексті глобалізації та інтеграції світових економік українська економіка вже не є закритою системою, а отже, мусить ставати все більш спеціалізованою та конкурентоспроможною. Дані процеси несуть в собі суперечливий характер, адже поряд з стимулюванням розвитку нових технологій, збільшенням притоку

іноземних інвестицій, країни стикаються з такими негативними наслідками глобалізації як: фінансові кризи, епідемії та загострення конкуренції між виробниками за споживачів тощо.

Окремі країни мали значне економічне зростання та розвиток протягом багатьох років, і їхні успіхи можуть стати цінним іноземним досвідом в контексті глобалізації світових економік. Наведемо низку прикладів країн, які досягли значного економічного зростання упродовж останніх десятиліть (див. табл.1.3).

Таблиця 1.4

Порівняльна характеристика економічного зростання у таких країнах як Китай, Південна Корея, Сінгапур, США, Ірландія, Тайвань, Об'єднані Арабські Емірати, Чилі та ін.

Країна	Темпи економічного зростання	Інновації та Технології	Інфраструктура	Рівень глобальної торгівлі та інвестицій	Людський капітал та освіта	Господарські реформи та політика
Китай	Високий	Високі	Розвинена	Високий	Середній	Керована
Південна Корея	Високий	Високі	Розвинена	Високий	Високий	Ринкова
Сінгапур	Високий	Високі	Розвинена	Високий	Високий	Ринкова
США	Середній	Високі	Розвинена	Високий	Високий	Відкрита, ринкова
Ірландія	Високий	Високі	Розвинена	Високий	Високий	Відкрита, соціальна
Тайвань	Високий	Високі	Розвинена	Високий	Високий	Ринкова
Об'єднані Арабські Емірати	Високий	Високі	Розвинена	Високий	Високий	Керована
Чилі	Середній	Середні	Розвинена	Високий	Середній	Ринкова
Ботсвана	Середній	Середні	Та, що розвивається	Середній	Середній	Ринкова, державна
В'єтнам	Високий	Середні	Та, що розвивається	Високий	Середній	Керована
Естонія	Середній	Високі	Розвинена	Середній	Високий	Ринкова, соціальна

Аналізуючи дані таблиці 1.3, можемо прийти до висновку, що усі країни, які досягли успіхів у забезпеченні економічного зростання мають розвинену інфраструктуру, високий рівень глобальної торгівлі та інвестицій та переважно

високий рівень розвитку людського капіталу та освіти. Ці показники є загальними та можуть змінюватися в залежності від конкретних економічних та політичних умов кожної країни, які ми наведемо й розглянемо нижче.

Китай: економічне зростання Китаю за останні кілька десятиліть було одним із найбільш вражаючих у сучасній історії. Завдяки економічним реформам і відкриттю для світової торгівлі Китай перетворився з переважно аграрної економіки на потужну виробничу та експортну компанію. Його орієнтація на розвиток інфраструктури, інвестиції в людський капітал і залучення прямих іноземних інвестицій відіграли вирішальну роль у його зростанні.

Південна Корея: Південна Корея, відома як один з азіатських тигрів, досягла швидкого економічного зростання з 1960-х років. Політика якої зосереджувалась на експортоорієнтованій індустріалізації, інвестуванні значних коштів в освіту, дослідження та розробки, а також сприянню інноваційній культурі. Це призвело до зростання всесвітньо відомих компаній, таких як Samsung і Hyundai.

Сінгапур: Сінгапур є ще одним азіатським тигром, який пережив значне економічне зростання. Завдяки стратегічному розташуванню, про-бізнес-політиці та зосередженню на формуванні кваліфікованої робочої сили Сінгапур перетворився з невеликого торгового порту на глобальний фінансовий і технологічний центр.

Тайвань: як і Південна Корея, Тайвань дотримувався стратегії зростання, орієнтованої на експорт, і інвестував у технології та людський капітал. Країна розвинула потужну галузь електроніки та напівпровідників і стала головним гравцем у глобальному ланцюжку поставок технологій.

Ірландія: економіка Ірландії, відомої як «кельтський тигр», зазнала стрімкого зростання наприкінці 20-го та на початку 21-го століть. Ірландія активно залучала прямі іноземні інвестиції, пропонуючи сприятливе бізнес-середовище, низькі корпоративні податки та піклувалась про добре освічену робочу силу.

Об'єднані Арабські Емірати: ОАЕ, особливо Дубай, пережили вражаюче економічне зростання завдяки зусиллям з диверсифікації, щоб уникнути нафтової залежності. Політика ОАЕ була зосередженою на інвестуванні в інфраструктуру,



туризм, нерухомість і торгівлю, ставши регіональним діловим і туристичним центром.

Чилі – це латиноамериканська історія успіху зі стійким економічним зростанням. Її успіх був забезпечений зосередженням на ринкових реформах, лібералізації торгівлі та залученні іноземних інвестицій. Саме стабільна економічна політика Чилі сприяла її успіху.

Ботсвана: видатне економічне зростання Ботсвани в Африці пояснюється ефективним управлінням, політичною стабільністю та раціональним управлінням її алмазними ресурсами. Інвестиції в освіту та охорону здоров'я призвели до покращення показників людського розвитку.

В'єтнам. Перехід В'єтнаму до ринкової економіки призвів до значного економічного зростання. Основним чином це пов'язане через залучення іноземних інвестицій, особливо у виробництво та текстиль, що зробило В'єтнам важливим гравцем у глобальних ланцюжках поставок.

Естонія: Естонія, невелика балтійська країна, пережила швидке економічне зростання після здобуття незалежності від Радянського Союзу. Вона охопила технології та електронне урядування, ставши лідером цифрової економіки й зробивши акцент на розвитку людського потенціалу.

Досвід цих країн допомагає проаналізувати низку чинників, які сприяють економічному зростанню, таких як стратегічне планування, інвестиції в людський капітал, розвиток інфраструктури, відкритість торгівлі, політична стабільність і політика, яка залучає іноземні інвестиції. Унікальні обставини та стратегії кожної країни відіграють певну роль в їхньому успіху, і вивчення цих прикладів може стати джерелом натхнення та уроків для інших країн, які прагнуть економічного зростання та розвитку.

Викиди діоксиду вуглецю — безумовно, транснаціональне явище, одна з найбільших проблем, з якими стикаються уряди і політики усіх країн, незалежно від рівня економічного розвитку держави. Дослідники по-різному трактують це поняття, залежно від масштабів прояву. Діоксид вуглецю — це газ що має відсутній колір та запах. Є природною складовою атмосфери та не є отруйним для людини.

Має властивості, що сприяють утриманню тепла на поверхні Землі, що призводить до глобального потепління. Це одна з найбільш впливових і найменш керованих екологічних негараздів сучасності. Від успішного вирішення даної проблеми залежить майбутнє планети і людства. Тому в даному дослідженні буде розглядатися вплив викидів вуглецю на інвестиції без яких економічне зростання є неможливим.

Дослідження взаємозв'язку викидів вуглецю та економічного зростання на основі економіко-математичного та порівняльного аналізу серед різних країн були представлені у праці А. Адеме. Аналогічні результати були отримані низкою дослідників M.Yismaev, Agénor, Pierre-Richard. Дані про негативний економічний вплив корупції також можна отримати з мікрорівневих досліджень (Stern Review та Pearce, D).

Викиди вуглецю та економічне зростання часто стають предметом дискусій, оскільки існує напруженість між необхідністю розвитку економіки та побічними ефектами на довкілля, зокрема зміною клімату через викиди парникових газів.

Економічне зростання може призводити до підвищення рівня життя та покращення умов проживання. Розвиток економіки часто супроводжується створенням нових робочих місць, що сприяє зменшенню безробіття. Проте великі викиди парникових газів, таких як вуглець діоксид, можуть призводити до змін клімату, включаючи глобальне потепління, зміни в режимах опадів і інші екологічні проблеми. Промислові викиди в повітря можуть призводити до забруднення повітря, що має негативний вплив на здоров'я людей і екосистему.

Деякі стратегії включають в себе перехід до "зеленої" економіки, зменшення викидів шляхом використання відновлюваних джерел енергії та покращення енергоефективності. Розвиток нових технологій, які менше навантажують довкілля, може сприяти досягненню економічного зростання без істотного збільшення викидів. Стає зрозумілим, що перехід на зелене виробництво не є одним з дешевих, а тому лише добре розвинуті країни можуть собі це дозволити. Та незважаючи на це у більшості розвинених країн допустимий рівень викидів вуглецю перевищує норму в 2,7-2,6 рази.

Тут важливо також враховувати той факт, що економіки, що розвиваються та загалом менш розвинені будуть споживати продукцію виготовлену у більш розвинених. Загалом показники викидів вуглецю обчислюють за місцем їх викидів і поза увагою лишаються країни, які фактично ту продукцію спожили.

Можемо зробити такий висновок, що усі країни, які досягли успіхів у забезпеченні економічного зростання, мають розвинену інфраструктуру, високий рівень глобальної торгівлі та інвестицій та переважно високий рівень розвитку людського капіталу та освіти. Ці показники є загальними та можуть змінюватися в залежності від конкретних економічних та політичних умов кожної країни.

### **Висновки до розділу 1**

Економічне зростання на сучасному етапі свого розвитку є цариною пошуку визначення наявних національних інтересів та індивідуального стану кожної нації та займається пошуком способів яким чином кожна окрема нація може бути піднята на такий рівень економічного розвитку, на якому для неї буде можливим та корисним об'єднання з іншими однаково розвиненими країнами, а відтак може бути досягнуто свободу торгівлі. Протекціоністська система ж повинна стати інструментом зрівняння націй з вищим рівнем розвитку та нищим, котрі ще не досягли розквіту мануфактурного виробництва.

На нашу думку економічне зростання - це збільшення обсягу виробництва та реального ВВП (валового внутрішнього продукту) економіки протягом певного періоду часу. Це може визначатися зростанням виробництва товарів і послуг, збільшенням інвестицій, розвитком технологій, підвищенням продуктивності праці та іншими економічними показниками.

Провівши дослідження впливу чинників на економічне зростання, автором виокремлено дві групи залежно від того економічні вони чи ні. Такі чинники як природні ресурси, стан розвитку міжнародної торгівлі, формування капіталу та економічна система було віднесено до економічних. До неекономічних було віднесено людський капітал, розвиток технологій, соціальна організація, освіта,

політична свобода та рівень корупції.

Дослідження зарубіжного досвіду економічного зростання допомагає країнам вдосконалювати свою власну економічну політику, підвищувати ефективність та стійкість своєї економіки та сприяти загальному добробуту населення. В ході здійснення наукового дослідження виявлено, що глобалізація призвела до значного розширення міжнародної торгівлі. Країни все більше беруть участь в експорті та імпорті товарів і послуг через кордони, що дозволяє спеціалізуватись і ефективно розподіляти ресурси. Інтеграція сприяла потоку прямих іноземних інвестицій, коли компанії інвестують в інші країни для створення дочірніх компаній, розширення діяльності або доступу до нових ринків.

Досвід таких країн як Китай, Південна Корея, Сінгапур, США, Ірландія, Тайвань, Об'єднані Арабські Емірати, Чилі та ін. допомагає проаналізувати низку чинників, які сприяють економічному зростанню, таких як стратегічне планування, інвестиції в людський капітал, розвиток інфраструктури, відкритість торгівлі, політична стабільність і політика, яка залучає іноземні інвестиції. Унікальні обставини та стратегії кожної країни відіграють певну роль в їхньому успіху, і вивчення цих прикладів може стати джерелом натхнення та уроків для інших країн, які прагнуть економічного зростання та розвитку.

Усі країни як досягли успіхів у забезпечення економічного зростання мають розвинену інфраструктуру, високий рівень глобальної торгівлі та інвестицій та переважно високий рівень розвитку людського капіталу та освіти. Ці показники є загальними та можуть змінюватися в залежності від конкретних економічних та політичних умов кожної країни. Також в роботі зазначено, що викиди діоксиду вуглецю — безумовно, транснаціональне явище, одна з найбільших проблем, з якими стикаються уряди і політики усіх країн, незалежно від рівня економічного розвитку держави. Від успішного вирішення даної проблеми залежить майбутнє планети і людства.

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ КРАЇНИ

### 2.1. Існуючі підходи до моделювання економічного зростання країни.

Моделі, як правило, використовуються, коли неможливо або недоцільно створити експериментальні умови, в яких вчені можуть безпосередньо вимірювати результати. Пряме вимірювання результатів в контрольованих умовах завжди буде більш надійним, ніж змодельовані оцінки результатів. Оскільки економіка це складне багатогранне явище, в якому приймає участь велика кількість агентів, метод вимірювання та експериментів не є доцільним та є ризикованим.

Економічне моделювання включає побудову спрощених представлень економічних систем для вивчення їх поведінки та прогнозування економічних явищ. Існує кілька підходів до економічного моделювання.

1) неокласичні економічні моделі базуються на принципах неокласичної економіки, наголошуючи на індивідуальній раціональності, ефективності ринку та взаємодії попиту та пропозиції. Ці моделі часто припускають, що агенти максимізують корисність або прибуток з урахуванням обмежень.

2) обчислювані моделі загальної рівноваги (CGE — Computable General Equilibrium): моделі CGE використовуються для аналізу впливу економічної політики та потрясінь на всю економіку. Вони об'єднують макроекономічні та мікроекономічні аспекти та враховують взаємодію між кількома секторами.

3) моделі на основі агентів (ABM — Agent-Based Models): ABM моделюють поведінку окремих агентів, таких як споживачі та фірми, щоб вивчити, як їх взаємодія призводить до появи макроекономічних моделей. AOM (агентно-орієнтовані моделі) особливо корисні для розуміння складних і динамічних систем.

4) моделі динамічної стохастичної загальної рівноваги (DSGE): моделі DSGE включають невизначеність і стохастичні елементи в економічне моделювання. Вони часто використовуються для аналізу впливу монетарної та фіскальної політики з часом.

5) моделі «затрати-вихід». Моделі «затрати-вихід» аналізують

взаємозалежності між різними секторами економіки, допомагаючи зрозуміти вплив змін в одному секторі на інші.

Серед основних кібернетичних принципів моделювання економічного зростання та розвитку є наступні (див. табл.2.1).

Таблиця 2.1

#### Основні кібернетичні принципи моделювання економічного зростання

Назва принципу	Короткий опис
Механізми зворотного зв'язку	Економічна кібернетика зосереджується на петлях зворотного зв'язку та тому, як вони впливають на поведінку економічних систем. Зворотній зв'язок може бути позитивним (підкріплює) або негативним (врівноважує).
Адаптивні системи	Економічні системи розглядаються як адаптивні, здатні пристосовуватися до мінливих умов і реагувати на зовнішні подразники.
Принцип контролю	Контроль використовується для аналізу того, як економічні системи підтримують стабільність і реагують на збурення.
Інформація та комунікація	Економічна кібернетика розглядає роль інформації та комунікації в прийнятті та координації економічних рішень.
Нелінійна динаміка	Економічна кібернетика визнає складність і нелінійність економічних систем і спрямована на виявлення закономірностей і нових форм поведінки.

Джерело: складено автором на основі [23]

Економічне моделювання та економічна кібернетика є важливими інструментами для розуміння економічних явищ і скерування політичних рішень. Вони знаходять застосування в різних галузях, включаючи макроекономіку, мікроекономіку, екологічну економіку та державну політику.

Для дослідження економічного зростання було розроблено різні математичні підходи, кожен з яких зосереджений на різних аспектах і механізмах. Ось кілька широко використовуваних математичних моделей економічного зростання:

1) модель Солоу-Свона. Модель Солоу-Свона є однією з основоположних неокласичних моделей зростання. Вона розглядає накопичення фізичного капіталу та роль технічного прогресу в стимулюванні економічного зростання. Ключовим рівнянням моделі є виробнича функція, яка пов'язує випуск ( $Y$ ) з капіталом ( $K$ ) і працею ( $L$ ), включаючи параметр технологічного прогресу ( $A$ ).

2) модель Рамсі-Касса-Купманса. Модель Рамсі-Касса-Купманса (RCK — Ramsey-Cass-Koopmans) — це ще одна неокласична модель зростання, яка включає міжчасову оптимізацію та рішення щодо заощаджень домогосподарствами. Вона розглядає оптимальний розподіл споживання та заощаджень у часі для максимізації міжчасової корисності.

3) модель АК. Модель АК — це модель ендогенного зростання, яка підкреслює важливість знань і людського капіталу як вкладу у виробничий процес. На відміну від моделі Солоу-Свона, модель АК припускає постійну віддачу від масштабу знань, що веде до стійкого та необмеженого економічного зростання.

4) модель накладання поколінь: модель накладання поколінь розглядає економіку з накладанням поколінь індивідів. Вона дозволяє динамічно взаємодіяти між поколіннями та аналізує, як трансферти між поколіннями та рішення щодо заощаджень впливають на економічне зростання.

5) обчислювані моделі загальної рівноваги (CGE — Computable General Equilibrium): моделі CGE використовуються для аналізу впливу змін політики на всю економіку. Вони об'єднують різні сектори економіки, ринки факторів виробництва та домогосподарства, щоб охопити взаємозалежність між різними частинами економіки.

6) моделі динамічної стохастичної загальної рівноваги (DSGE — Dynamic Stochastic General Equilibrium): моделі DSGE включають невизначеність і стохастичні елементи в моделювання економічного зростання. Вони аналізують вплив шоків і політичних втручань на економічну динаміку з часом.

Дані підходи допомагають економістам отримати уявлення про механізми економічного розвитку та дозволяють політикам розробляти ефективніші стратегії для сприяння сталому та інклюзивному зростанню. Ці моделі часто включають диференціальні рівняння, методи оптимізації та чисельне моделювання, щоб представити динаміку економічних систем математично. Ми ж за основу візьмемо економетричний метод, який дасть змогу визначити, які ж чинники найбільш суттєво впливають на економічне зростання

## 2.2. Сутність сучасних економіко-математичних моделей економічного зростання та їхні особливості

Формально економічне моделювання почалося в 19 столітті з використанням диференціального числення для представлення та пояснення економічної поведінки, такої як максимізація корисності, раннє економічне застосування математичної оптимізації. Економіка стала більш математичною як дисципліна протягом першої половини 20 століття, але впровадження нових і узагальнених методів у період Другої світової війни, як у теорії ігор, значно популяризує використання математичних формулювань в економіці [3].

Такі науковці як Огюстен Курно і Леон Вальрас були передвісниками сучасних економіко-математичних моделей та їх теоретичних засад. Внесок Курно в економіку, зокрема в аналіз дуополії та олігополії, був новаторським і заклав основу сучасної теорії ігор.

Його робота про дуополію Курно, опублікована в 1838 році в «Дослідженнях математичних принципів багатства», запровадила математичний підхід до аналізу конкуренції між двома продавцями на ринку моделі дуополії Курно продавці конкурували, вибираючи обсяги продукції, а не ціни. Кожен продавець обере кількість товарів, які він буде виробляти, виходячи з очікуваної відповіді іншого продавця та ринкової ціни, виходячи із загальної поставленої кількості.

Підхід Курно до пошуку рівноваги на ринку дуополії ґрунтувався на розв'язанні системи лінійних рівнянь. Одночасний розв'язок цих рівнянь дасть рівноважну кількість, ціну та прибуток для кожної фірми. На сьогодні вирішення Курно проблем дуополії можна інтерпретувати як рівновагу Неша, концепцію, яка була формально введена в сучасну теорію ігор Джоном Нешом у середині 20 століття.

Загалом, модель дуополії Курно та використання ним математичних методів для вивчення економічної конкуренції були новаторськими зусиллями в галузі економіки. Його робота заклала основу для подальшого розвитку теорії ігор і сприяла ширшому використанню математичних методів в економіці. Сьогодні його



внески визнаються важливими кроками в еволюції економічного аналізу та розуміння конкуренції та стратегічної взаємодії на ринках.

Леон Вальрас був значною фігурою в розвитку економічної теорії, зокрема у формалізації концепції загальної рівноваги. Його робота заклала основу сучасної теорії загальної рівноваги, яка розглядає взаємодію та рівноваги всіх ринків в економіці одночасно. Вальрас мав на меті змоделювати всю економіку як систему ринків, як на стороні виробництва, так і на стороні споживання. У своїй теорії загальної конкурентної рівноваги він розглядав поведінку кожного суб'єкта економіки, включаючи споживачів і виробників, на всіх ринках.

Леон Вальрас представив чотири окремі моделі обміну, кожна модель рекурсивно включена в наступну. Ці моделі відобразили взаємодію між споживачами та виробниками на різних ринках і лягли в основу його теорії загальної рівноваги. Вальрас шукав рішення складної системи рівнянь, які описують загальну рівновагу економіки з багатьма ринками. Хоча на той час неможливо було знайти загальне рішення, його спроби дали два важливі результати в економіці.

Закон Вальраса є ключовим результатом теорії загальної рівноваги. У ньому стверджується, що якщо всі ринки, крім одного, знаходяться в рівновазі, решта ринку також має бути в рівновазі. Це означає, що коли всі товари продаються за їх ринковими цінами, гроші, витрачені на ці товари, дорівнюють доходу, отриманому продавцями, що призводить до збалансованого бюджету.

Вальрас також запропонував гіпотетичний процес під назвою *tâtonnement*, де ціни коригуються ітеративно, доки не буде досягнуто загальної рівноваги. Цей процес передбачає коригування цін методом проб і помилок, доки всі ринки не проясняться, а попит не зрівняється з пропозицією. Метод Вальраса вважався високоматематичним для свого часу, і він використовував алгебраїчні рівняння для формалізації економічних відносин [3]. Ця математична строгість заклала основу для подальшого розвитку сучасної математичної економіки. Робота Вальраса про загальну рівновагу значно вплинула на напрямок економічної думки, що призвело до розвитку неокласичної економіки та подальших досягнень у математичному

моделюванні економічних систем.

Хоч спочатку теорія Вальраса про загальну рівновагу зустріла скептицизм і критику, згодом вона стала центральною опорою сучасної економічної теорії. Аналіз загальної рівноваги виявився важливим для розуміння складних економічних взаємодій, ціноутворення, розподілу ресурсів і визначення ринкових результатів. Внески Вальраса продовжують формувати економічне мислення і залишаються фундаментальною частиною вивчення мікро- та макроекономіки сьогодні.

Френсіс Ісідро Еджворт був видатним економістом, який зробив піонерський внесок у застосування математики в економіці. Його робота також заклала основу для сучасної математичної економіки та надала важливу інформацію про аналіз обміну та максимізації корисності. У своїй книзі «Математична психіка: есе про застосування математики до моральних наук», опублікованій у 1881 році, Еджворт явно ввів математичні елементи в економіку. Він прагнув застосувати математичні методи для вивчення економічної поведінки та прийняття рішень.

Для аналізу економічної поведінки Еджворт використав обчислення щастя Джеремі Бентама, яке є методом вимірювання задоволення або корисності. Це дозволило йому перетворити результати окремих рішень у зміни корисності. Еджворт розробив модель обміну, засновану на трьох ключових припущеннях: егоїстична поведінка індивідів, максимізація корисності та здатність індивідів вільно укладати контракти один з одним незалежно. Скринька Еджворта, названа тепер на його честь, — це графічне зображення, яке відображає можливі розподіли благ між двома особами, враховуючи їхні початкові можливості та вподобання. Дана модель використовується для аналізу обміну та визначення результатів, ефективних за Парето.

Використовуючи ящик Еджворта, Еджворт зміг визначити набір рішень, за яких обидві особи могли максимізувати свою корисність. Цей набір рішень, званий контрактною кривою, являє собою ядро економіки сучасною економічною мовою. Додамо, що ядро економіки складається з усіх розподілів благ, які не можна покращити для обох індивідів, не погіршивши становище іншої. Іншими словами,

він представляє результати, ефективні за Парето, де ресурси розподіляються ефективно.

Пропонуємо ознайомитись з графічним представленням ящика Еджворта, що відображає контрактну криву в економіці з двома учасниками. У сучасній економічній науці, дану криву називають «ядром» економіки, адже в ній існує нескінченна кількість рішень уздовж кривої для економік з двома учасниками.

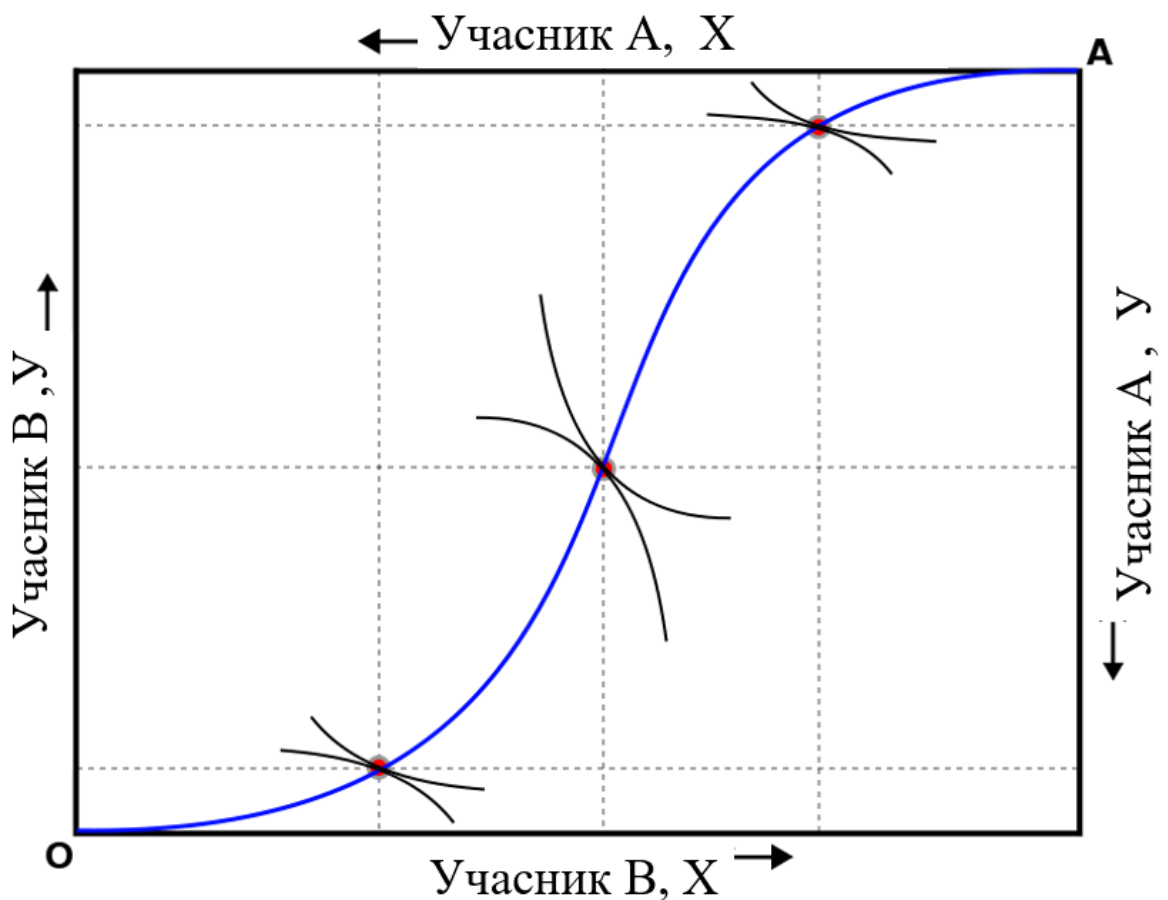


Рис.2.1. Ящик Еджворта, що відображає контрактну криву в економіці з двома учасниками. Джерело рисунка [25]

Хоч графічне представлення рішення проблеми Еджворта для двох осіб не було розроблено самим Еджвортом, його пізніше представив Артур Ліон Боулі в 1924 році. Робота Еджворта заклала основу для використання графічних методів в економічному аналізі та забезпечила потужну основу для розуміння обміну та ефективності економічних систем. Його внесок у математичну економіку допоміг прокласти шлях для розвитку сучасної мікроекономічної теорії та застосування

математичної строгості в економічному моделюванні та аналізі.

Вільфредо Парето та Пол Самуельсон відіграли важливу роль у розвитку та формалізації математичної економіки у 20 столітті. Їхня робота заклала основу для використання математичних методів для вивчення економічної поведінки, прийняття рішень і рівноваги.

Парето аналізував мікроекономіку, розглядаючи економічні рішення як спроби учасників ринку змінити свій початковий розподіл товарів на більш бажаний. Він запровадив концепцію ефективності Парето, згідно з якою між суб'єктами не може відбутися жодного обміну, який би зробив принаймні одну людину кращою, не погіршивши жодної іншої особи. Ця концепція відома як перша фундаментальна теорема економіки добробуту.

У своєму знаковому трактаті «Основи економічного аналізу» (1947) Самуельсон визначив загальну парадигму та математичну структуру, які застосовуються в багатьох галузях економіки. Він ґрунтувався на роботі Альфреда Маршалла та розширив математичні поняття від фізики до економічних проблем.

Підхід Самуельсона дозволив моделювати економічні системи та описувати економічну поведінку, подібну до інших систем. Його робота продемонструвала, що принципи максимізації корисності та рівноваги в економічних системах можна формалізувати за допомогою математичних методів. Він застосував порівняльну статику для порівняння різних станів рівноваги після екзогенних змін у змінних, надаючи потужний інструмент для аналізу економічної динаміки.

Самуельсон порівнюючи такі принципи, як принцип Ле Шательє з *tâtonnement* (коригування ціни методом проб і помилок), підкреслював, що економічні системи можна вивчати за допомогою математичних методів, подібних до тих, що використовуються у фізиці.

Робота Джона фон Неймана в 1937 році щодо обмежених моделей загальної рівноваги була значним прогресом у математичній економіці. Його моделі ввели обмеження нерівності, що дозволило більш реалістично представити економічні системи. На відміну від попередніх моделей загальної рівноваги, моделі фон Неймана включали обмеження нерівності. Ці обмеження зробили моделі більш

універсальними та здатними охоплювати економічні сценарії реального світу, де ресурси обмежені, а виробничі можливості обмежені.

Фон Нейман розробив модель економіки, що розширюється, де він намагався проаналізувати динаміку економічного зростання. Модель передбачала використання невід'ємних матриць  $A$  і  $B$  у матриці  $A - \lambda B$ , де  $\lambda$  представляє темпи зростання економіки. Робота полягала у знаходженні рівноважних рішень, довівши існування та унікальність рівноваги за допомогою узагальнення теореми Брауера про нерухому точку. Він також представив дві системи нерівності для вираження економічної ефективності в моделі.

Рівняння комплементарності  $pT(A - \lambda B)q = 0$  представляє вирішальну умову в моделі. Тут  $p$  і  $q$  — вектори ймовірностей, що представляють ціни товарів і «інтенсивність» виробничого процесу відповідно.

Модель фон Неймана встановила зв'язок між темпами зростання економіки ( $\lambda$ ) і процентною ставкою. Єдине рішення  $\lambda$  представляє темп зростання економіки, який дорівнює процентній ставці.

Результати фон Неймана розглядалися як окремий випадок лінійного програмування, де модель використовує невід'ємні матриці. Цей зв'язок підкреслює актуальність методів лінійного програмування у вивченні економічних систем.

Вивчення моделі фон Неймана економіки, що розвивається, продовжує цікавити економістів-математиків, які цікавляться комп'ютерною економікою. Його робота проклала шлях для подальших досліджень економічної динаміки та обчислювальних методів в економіці.

Математична оптимізація, також відома як математичне програмування або оптимізація, — це розділ математики, який займається вибором найкращого елемента з набору доступних альтернатив. У контексті економіки оптимізація відіграє вирішальну роль у розумінні та моделюванні економічної поведінки, прийняття рішень і рівноваги.

У своїй найпростішій формі задача оптимізації передбачає максимізацію або мінімізацію реальної функції шляхом вибору вхідних значень, які дають найкраще

вихідне значення функції. Мета полягає в тому, щоб знайти оптимальне рішення, яке задовольняє певні умови оптимальності. Проблеми оптимізації поширені в різних економічних сценаріях, коли суб'єкти прагнуть максимізувати свою корисність, прибуток або інші цілі, залежно від обмежень, що накладаються браком ресурсів і технологічними можливостями.

У мікроекономіці оптимізація є центральною для розуміння поведінки споживачів і поведінки фірм. Споживачі прагнуть максимізувати свою корисність (задоволення) за умови бюджетних обмежень, тоді як фірми прагнуть максимізувати свої прибутки на основі виробничих функцій і ринкового попиту. Ці задачі оптимізації формують основу для аналізу поведінки споживачів і виробників у різних ринкових умовах.

Теорія ігор — це розділ математики та економіки, який займається вивченням стратегічної взаємодії між особами, які приймають рішення (гравцями), у ситуаціях, коли результат рішення одного гравця залежить від рішень інших. Вона забезпечує основу для розуміння та аналізу поведінки окремих осіб, фірм і країн у конкурентних і кооперативних умовах.

У 1944 році Джон фон Нейман і Оскар Моргенштерн опублікували «Теорію ігор та економічної поведінки», яка заклала основу теорії ігор. Вони розширили функціональні аналітичні методи, включаючи опуклі множини та топологічну теорію фіксованої точки, до економічного аналізу. Їх робота представила концепцію теорії корисності та проклала шлях для аналізу недиференційованих функцій в економічних умовах.

Теорія кооперативних ігор вивчає ситуації, коли гравці можуть формувати коаліції та укладати угоди між собою. Такі дослідники, як Ллойд С. Шеплі, Мартін Шубік, Ерве Мулен, Німрод Мегіддо та Бецалель Пелег, зробили значний внесок у цю область. Теорія кооперативних ігор має застосування в політиці, економіці та державній політиці, наприклад, правила голосування та розподіл ресурсів.

Спираючись на роботу фон Неймана, Джон Неш використовував теорію фіксованої точки, щоб довести умови, за яких некооперативні ігри мають унікальні рішення рівноваги. Його внесок у некооперативну теорію ігор приніс йому

Нобелівську премію з економічних наук у 1994 році.

Некооперативна теорія ігор фокусується на ситуаціях, коли гравці приймають рішення самостійно, не створюючи коаліцій. Вона має застосування в різних областях, включаючи експериментальну економіку, поведінкову економіку, інформаційну економіку, промислову організацію та політичну економію.

Розробка механізму, або теорія зворотної гри, досліджує способи розробки механізмів стимулювання, які підвищують економічну ефективність шляхом обміну інформацією та стимулювання прийняття рішень. Це має наслідки для державної політики та застосувань у приватному секторі.

Агентно-орієнтована обчислювальна економіка є відносно новою галуззю, яка виникла в 1990-х роках. Вона вивчає економічні процеси, включаючи цілі економіки, як динамічні системи взаємодіючих агентів у часі. АОМ (агентно-орієнтоване моделювання) належить до парадигми складних адаптивних систем, яка зосереджується на розумінні того, як поведінка та взаємодія окремих агентів породжують нові моделі на макрорівні.

У таких моделях агентами є не реальні люди, а скоріше обчислювальні об'єкти, які взаємодіють відповідно до певних правил. Ці правила сформульовані для прогнозування поведінки та соціальних взаємодій на основі стимулів та інформації.

На відміну від традиційних економічних моделей, які припускають математичну оптимізацію агентами, моделі АСЕ заміняють це припущення постулатом агентів з обмеженою раціональністю, пристосовуючись до ринкових сил у менш обмежувальний спосіб.

Агентні моделі використовують чисельні методи та комп'ютерне моделювання для аналізу складних динамічних проблем, для вирішення яких традиційні підходи на основі теорем можуть бути непридатними. Обчислювальна економічна система моделюється як еволюціонуюча з часом, коли агенти неодноразово взаємодіють один з одним на основі заданих початкових умов. Цей висхідний підхід дозволяє дослідникам вивчати поведінку економіки, не покладаючись на існування рівноваги чи рішень, які піддаються обчисленням.

Агенти-орієнтований підхід включає адаптацію агента, автономію та навчання, що робить його гнучким і універсальним методом моделювання соціальних взаємодій. Він має певну схожість із теорією ігор, оскільки обидва є агентськими методами розуміння стратегічної взаємодії між окремими людьми.

Даний метод застосовувався до різних економічних суб'єктів, включаючи конкуренцію та співпрацю, структуру ринку та промислову організацію, трансакційні витрати, економіку добробуту, розробку механізмів, інформацію та невизначеність, а також макроекономіку.

Метод використовує досягнення в інформатиці та збільшену обчислювальну потужність, що дозволяє проводити більш складні та реалістичні моделювання. Кінцевою науковою метою даного моделювання є перевірка теоретичних висновків на основі реальних даних.

Економетрика — це дисципліна, яка виникла між світовими війнами, завдяки прогресу в математичній статистиці та залученню економістів з математичною підготовкою.

Термін «економетрика» був введений Рагнарором Фрішем, який відіграв значну роль у заснуванні Економетричного товариства в 1930 році та журналу *Econometrica* в 1933 році. Економетрика мала на меті розвиток економіки шляхом використання математики та статистики як інструментів для аналізу економічних даних і перевірки економічних теорій.

На початку свого розвитку економетрика була зосереджена на застосуванні статистичних методів до економічних даних, зокрема за допомогою лінійної регресії та аналізу часових рядів. Комісія Коулза (нині Фонд Коулза) зіграла вирішальну роль у сприянні інтеграції статистичного аналізу та економічної теорії протягом 1930-х і 1940-х років.

Трюгве Хаавельмо, учень Фріша, зробив значний внесок у цю сферу своєю роботою «Імовірнісний підхід в економетриці», опублікованій у 1944 році. Хаавельмо наголошував на важливості точного статистичного аналізу для підтвердження математичних теорій про суб'єктів економіки з використанням даних зі складних джерел. Ця інтеграція статистичного аналізу та економічної



теорії стала центральною темою в розвитку сучасної економетрики.

Коріння сучасної економетрики також можна простежити до Генрі Л. Мура, американського економіста, який вивчав продуктивність сільського господарства. Мур спробував підігнати дані продуктивності для різних ділянок сільськогосподарських культур до кривих, використовуючи значення еластичності.

Хоча робота Мура мала обмеження через якість даних і вибір моделювання, він зробив значний внесок у ранню розробку економетричних моделей. У 1925 році він опублікував модель динамічної «рухомої рівноваги» для пояснення ділових циклів, яка тепер відома як модель павутини. Пізніше Ніколас Калдор формалізував і розширив цю модель.

Отже, сучасна економетрика суттєво еволюціонувала з початку свого існування. Тепер вона охоплює широкий спектр статистичних і математичних методів, включаючи аналіз часових рядів, аналіз панельних даних, моделі одночасних рівнянь тощо.

Економетрика відіграє вирішальну роль в емпіричних економічних дослідженнях, дозволяючи економістам аналізувати економічні відносини, перевіряти економічні теорії та давати політичні рекомендації на основі даних. Економетрика залишається важливим інструментом для економістів у розумінні та інтерпретації економічних явищ.

Коротко представимо види економіко-математичних моделей та їх характеристику в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Види економіко-математичних моделей та їх характеристика

Автор	Назва роботи	Сутність моделі	Вплив на розвиток економічної науки
-------	--------------	-----------------	-------------------------------------

<p>Огюстен Курно</p>	<p>«Дослідженнях математичних принципів багатства»</p>	<p>Підхід Курно до пошуку рівноваги на ринку дуополії ґрунтувався на розв'язанні системи лінійних рівнянь. Одночасний розв'язок цих рівнянь дасть рівноважну кількість, ціну та прибуток для кожної фірми.</p>	<p>На сьогодні рішення Курно проблем дуополії можна інтерпретувати як рівновагу Неша, концепцію, яка була формально введена в сучасну теорію ігор Джоном Нешом у середині 20 століття.</p>
<p>Леон Вальрас</p>	<p>Теорія загальної конкурентної рівноваги</p>	<p>Закон Вальраса є ключовим результатом теорії загальної рівноваги. У ньому стверджується, що якщо всі ринки, крім одного, знаходяться в рівновазі, решта ринку також має бути в рівновазі. Це означає, що коли всі товари продаються за їх ринковими цінами, гроші, витрачені на ці товари, дорівнюють доходу, отриманому продавцями, що призводить до збалансованого бюджету.</p>	<p>Його робота заклала основу сучасної теорії загальної рівноваги, яка розглядає взаємодію та рівноваги всіх ринків в економіці одночасно.</p>
<p>Френсіс Ісідро Еджворт</p>	<p>«Математична психіка: есе про застосування математики до моральних наук»</p>	<p>Еджворт розробив модель обміну, засновану на трьох ключових припущеннях: егоїстична поведінка індивідів, максимізація корисності та здатність індивідів вільно укладати контракти один з одним незалежно. Скринька Еджворта, названа тепер на його честь, — це графічне зображення, яке відображає можливі розподіли благ між двома особами, враховуючи їхні початкові можливості та вподобання.</p>	<p>Дана модель використовується для аналізу обміну та визначення результатів, ефективних за Парето.</p>

Вільфредо Парето	Концепція відома як перша фундаментальна теорема економіки добробуту.	Парето аналізував мікроекономіку, розглядаючи економічні рішення як спроби учасників ринку змінити свій початковий розподіл товарів на більш бажаний. Він запровадив концепцію ефективності Парето, згідно з якою між суб'єктами не може відбутися жодного обміну, який би зробив принаймні одну людину кращою, не погіршивши жодної іншої особи.	Його робота заклала основу для використання математичних методів для вивчення економічної поведінки, прийняття рішень і рівноваги.
Джон фон Нейман	Модель економіки, що розширюється. Аналіз динаміки економічного зростання.	Результати фон Неймана розглядалися як окремий випадок лінійного програмування, де модель використовує невід'ємні матриці.	Його робота проклала шлях для подальших досліджень економічної динаміки та обчислювальних методів в економіці.
Рагнар Фріш	Термін «економетрика»	Економетрика мала на меті розвиток економіки шляхом використання математики та статистики як інструментів для аналізу економічних даних і перевірки економічних теорій.	Сприяння інтеграції статистичного аналізу та економічної теорії
Джон фон Нейман і Оскар Моргенштерн	«Теорія ігор та економічної поведінки»	Вчені розширили функціональні аналітичні методи, включаючи опуклі множини та топологічну теорію фіксованої точки, до економічного аналізу.	Їхня робота представила концепцію теорії корисності та проклала шлях для аналізу недиференційованих функцій в економічних умовах. Їх робота представила концепцію теорії корисності та проклала шлях для аналізу недиференційованих функцій в економічних умовах.

Пол Самуельсон	«Основи економічного аналізу»	Визначив загальну парадигму та математичну структуру, які застосовуються в багатьох галузях економіки. Він ґрунтувався на роботі Альфреда Маршалла та розширив математичні поняття від фізики до економічних проблем.	Його робота продемонструвала, що принципи максимізації корисності та рівноваги в економічних системах можна формалізувати за допомогою математичних методів.
Джон Неш	Внесок у некооперативну теорію ігор	Джон Неш використовував теорію фіксованої точки, щоб довести умови, за яких некооперативні ігри мають унікальні рішення рівноваги.	Дане відкриття застосування в різних областях, включаючи експериментальну економіку, поведінкову економіку, інформаційну економіку, промислову організацію та політичну економію.

Досліджуючи існуючі підходи економіко-математичного моделювання економічного зростання виявлено, що дослідження перерахованих науковців зробили суттєвий вплив на такі аспекти економічного аналізу та ринкових явищ:

- 1) дуополія та рівновага Неша: Огюстен Курно вніс свій внесок у теорію ігор, розвивши модель дуополії, що стала базою для подальших досліджень у цій галузі.
- 2) конкурентна рівновага: Леон Вальрас заклав основи для розуміння взаємодії та рівноваги на всіх ринках економіки одночасно.
- 3) обмін та ефективність за Парето: Френсіс Ісідро Еджворт та Вільфредо Парето сприяли розвитку концепцій ефективності обміну та корисності, що визначають оптимальні розподіли ресурсів.
- 4) економіка, що розвивається: Джон фон Нейман вніс вагомий внесок у вивчення динаміки економічного зростання, використовуючи

математичні методи.

- 5) економічна корисність та теорія ігор: Джон Неш та Оскар Моргенштерн представили концепції теорії корисності та розвинули теорію ігор, важливі для розуміння стратегічних взаємодій.
- 6) інтеграція статистики в економічну науку: Рагнар Фріш ввів термін "економетрика," що сприяв інтеграції статистичного аналізу та економічної теорії.
- 7) загальна парадигма та математична структура: Пол Самуельсон визначив загальну парадигму та математичну структуру, які знаходять застосування в різних галузях економіки.

Ці вчені відкрили нові горизонти для економічної науки, використовуючи математичні та концептуальні інструменти для вирішення складних проблем і розуміння основних закономірностей економічного розвитку.

У своєму дослідженні вважаємо за доцільне використовувати економетричний метод для пошуку взаємозв'язків між факторами та економічним зростанням, а також статистичний задля перевірки адекватності побудови моделей. Агенти-орієнтований дозволить нам проаналізувати адаптацію агента (підприємств, інвесторів тощо), його автономію та навчання, що є гнучким і універсальним методом до моделювання та аналізу економічного зростання.

### **2.3. Економіко-математичне моделювання розвитку країн**

Апарат економіко-математичного моделювання дає можливість визначити зв'язки між чинниками, що становлять вплив на економічне зростання країни. Це сприяє розумінню вирішення проблеми забезпечення економічного розвитку держави.

В результаті аналізу економічної літератури щодо моделювання економічного зростання країни, за індикатор економічного зростання було обрано показник іноземних інвестицій, який, з нашої позиції є результуючою ознакою. За факторні ознаки було взято рівень викидів діоксиду вуглецю, індекс сприйняття

корупції у таких країнах як Австралія, Бельгія, Канада, Данія, Естонія, Ефіопія, Фінляндія, Німеччина, Угорщина, Ісландія, Італія, Нідерланди, Нова Зеландія, Нігерія, Норвегія, Польща, росія, Словаччина, Словенія, Швеція, Швейцарія, США та звичайно Україна за 1993-2022 роки.

Перелік змінних:

-Інвестиції — Прямі іноземні інвестиції, чистий приплив (BoP, поточний долар США);

-ВВП – Промисловість (включаючи будівництво), додана вартість (поточний долар США);

-CO<sub>2</sub> – Викиди вуглекислого газу, що виникають внаслідок спалювання викопного палива та виробництва цементу. До їх складу входить вуглекислий газ, що утворюється при споживанні твердого, рідкого і газового палива і спалювання газу (кілотонни);

-CPI— рівень сприйняття корупції (коливається приблизно від 0 (слабкий) до 100 (сильний) ефективності управління корупцією);

Для пошуку даних використовувались такі ресурси, як-от: Світовий банк відкритих даних (<https://data.worldbank.org/>) та для рівня сприйняття корупції було використано відкриту базу даних Worldwide Governance Indicators (WGI) (<https://info.worldbank.org/governance/wgi/>).

Першим кроком перед створенням моделі є менеджмент даних — для початку нам потрібно видалити 5% мінімальних та максимальних значень. Який програмний продукт використовуємо?

Наступним кроком є виведення описової статистики змінних (рис. 2.2).

```
. su Investment CO2 CPI GDP
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Investment	140	138636.9	137982.1	5590.823	508615.7
CO2	161	7.324508	3.839395	.0912356	16.96926
CPI	151	67.64238	20.41971	25	91
GDP	134	637815.9	618934.6	30474.61	2292473

## Рис. 2.2. Описова статистика змінних

Ділимо вибірку на підвибірки на основі першого, другого, третього перцентилів та середнього значення (на малі та великі значення).

Наступним кроком є нормалізація та трансформація даних. Для того, щоб вибрати найкращий спосіб трансформації даних використаємо команду `gladder`. Це допоможе візуально побачити графіки розподілів змінних та вибрати найбільш підходящий спосіб трансформації окремої змінної для створення майбутньої моделі ( див. Додатки).

Наступним кроком буде тестування відмінностей у середніх для створених раніше підвбірок на основі великих та малих значень за допомогою двостороннього t-тесту та тесту Уїлкоксона.

За результатами t-тесту можемо зробити такі висновки: з рівнем значущості 99% коефіцієнт при змінній *Investment* статистично відрізняється від нуля, оскільки  $t_p = |-4.765| > t_{kp} = 2.58$ . З рівнем значущості 90% коефіцієнт при змінній *GDP* статистично відрізняється від нуля, оскільки  $t_p = |4.0604| > t_{kp} = 2.58$ . З рівнем значущості 90% коефіцієнт при змінній *CPI* статистично відрізняється від нуля, оскільки  $t_p = |3.1129| > t_{kp} = 2.58$ .

За результатами тесту Мані-Уїтні можна зробити наступні висновки: з рівнем значущості 99% коефіцієнт при змінній *Investment* статистично відрізняється від нуля, оскільки  $z_p = |4.307| > t_{kp} = 2.58$ . З рівнем значущості 90% коефіцієнт при змінній *GDP* статистично відрізняється від нуля, оскільки  $t_p = |5.35| > t_{kp} = 2.58$ . З рівнем значущості 90% коефіцієнт при змінній *CPI* статистично не відрізняється від нуля, оскільки  $t_p = |1.5| < t_{kp} = 2.58$ .

Результати t-тесту та тесту Мані-Уїтні можна подивитись у Додатках Е-Є.

Після проведення t-тесту та тесту Мані – Уїтні нам потрібно позбутись в моделі несуттєвих змінних. Для цього було використано *Stepwise variables selection*.

Проведемо початкову регресію для всіх змінних.

```
. reg Investment CO2 CPI GDP
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	122
Model	2.1076e+12	3	7.0254e+11	F(3, 118)	=	1241.06
Residual	6.6798e+10	118	566083542	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.9693
				Adj R-squared	=	0.9685
Total	2.1744e+12	121	1.7970e+10	Root MSE	=	23793

Investment	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
CO2	5157.991	776.6031	6.64	0.000	3620.105 6695.876
CPI	183.1896	113.9961	1.61	0.111	-42.55376 408.9329
GDP	.1910398	.0045486	42.00	0.000	.1820323 .2000473
_cons	-31998.82	7257.682	-4.41	0.000	-46371.01 -17626.63

Рис. 2.3. Початкова регресія

Можемо зробити висновок, що модель має несуттєві змінні t-статистика яких менша за 1,67. Також бачимо наявність певних проблем в моделі, адже різниця між звичайним та скоригованим коефіцієнтом детермінації більша ніж 3%.

Скористуємось алгоритмом *stepwise* для вилучення несуттєвих факторних ознак.

```
. sw, pr(.2): regress Investment CO2 CPI GDP
begin with full model
p < 0.2000 for all terms in model
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	122
Model	2.1076e+12	3	7.0254e+11	F(3, 118)	=	1241.06
Residual	6.6798e+10	118	566083542	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.9693
				Adj R-squared	=	0.9685
Total	2.1744e+12	121	1.7970e+10	Root MSE	=	23793

Investment	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
CO2	5157.991	776.6031	6.64	0.000	3620.105 6695.876
CPI	183.1896	113.9961	1.61	0.111	-42.55376 408.9329
GDP	.1910398	.0045486	42.00	0.000	.1820323 .2000473
_cons	-31998.82	7257.682	-4.41	0.000	-46371.01 -17626.63

Рис. 2.4. Регресія *stepwise*

Як можемо бачити модель має кращий вигляд, було вилучено змінні CPI, різниця між звичайним та скоригованим коефіцієнтом детермінації стала меншою ніж 3% (0.08%).



```
. reg Investment CO2 GDP CO2_CO2
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	161
Model	5.7759e+12	3	1.9253e+12	F(3, 157)	=	3022.46
Residual	1.0001e+11	157	637002644	Prob > F	=	0.0000
Total	5.8759e+12	160	3.6725e+10	R-squared	=	0.9830
				Adj R-squared	=	0.9827
				Root MSE	=	25239

Investment	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
CO2	-4570.244	1656.4	-2.76	0.006	-7841.946	-1298.542
GDP	.1894247	.0021935	86.36	0.000	.1850921	.1937573
CO2_CO2	588.1684	93.3605	6.30	0.000	403.7638	772.5731
_cons	7576.116	6613.523	1.15	0.254	-5486.842	20639.08

Рис. 2.5. Кінцевий вигляд моделі.

Кінцеву модель можна виразити наступним рівнянням:

$$\text{Investment} = 7576.116 - 4570.244 * \text{CO2} + 0.1894 * \text{GDP} + 588.1684 * \text{CO2\_CO2};$$

Для перевірки моделі на мультиколінеарність проведемо vif тест.

```
. estat vif
```

Variable	VIF	1/VIF
LnCO2	1.69	0.590902
LnCPI	1.34	0.745211
LnGDP	1.33	0.751630
Mean VIF	1.45	

Рис. 2.6. Результат vif тесту

Отже, розрахункове значення для змінних corruption\_control та value\_added не перевищують критичне, що дорівнює 4, тому можемо зробити висновок про відсутність мультиколінеарності.

Перевіряємо модель на правильність функціональної форми за допомогою тесту Рамса (RESET-test):

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of Investment
Ho: model has no omitted variables
F(3, 115) = 7.73
Prob > F = 0.0001
```

Оскільки  $(\text{Prob} > F) > 0,05$ , і значення рівне 0,1, то ми приймаємо нульову гіпотезу та стверджуємо про правильну специфікацію моделі.

Отже, з рівнем значущості 99%, оскільки F-статистика моделі з нелінійними компонентами значно менша за F-статистику звичайної моделі можна дійти до висновку, що функціональна форма була обрана правильно і коефіцієнти при нелінійних змінних статистично не відрізняються від нуля.

Перевіримо змінні кінцевої моделі на нормальний закон розподілу.

```
. sktest Investment CO2 GDP CO2_CO2
```

Skewness/Kurtosis tests for Normality						
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	joint		
				adj	chi2(2)	Prob>chi2
Investment	140	0.0000	0.8462	18.17		0.0001
CO2	161	0.0069	0.2342	7.95		0.0188
GDP	134	0.0000	0.3785	19.64		0.0001
CO2_CO2	161	0.0000	0.0005	43.09		0.0000

Рис. 2.7. Перевірка на нормальний закон розподілу

Оскільки  $(\text{Prob} > \text{chi}2) > 0,05$  для усіх змінних, то з ймовірністю допустити помилку 5% можемо зробити висновок, що усі змінні нерозподілені за нормальним законом.

Наступним кроком є перевірка модель на гетероскедастичність. Для цього проведемо Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test на гетероскедастичність.

```
. estat hettest CO2 GDP CO2_CO2
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
 Ho: Constant variance  
 Variables: CO2 GDP CO2\_CO2

```
chi2(3)      =    30.80
Prob > chi2  =    0.0000
```

Рис. 2.8. Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test

Отже, з ймовірністю допустити помилку в 5%, оскільки p-value більше за 0,05 ми приймаємо нульову гіпотезу про відсутність гетероскедастичності в моделі. Графіки розподілу варіації навколо середнього для факторів та розподіл залишків

(Додатки И-Ї).

Наступним кроком буде тестування на едогенність. Для цього використаємо метод Instrumental variables (2SLS) regression.

```
. ivregress 2sls Investment CO2 GDP CO2_CO2
```

Investment	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
CO2	-4184.256	1220.405	-3.43	0.001	-6576.207	-1792.306
GDP	.182141	.0033387	54.55	0.000	.1755972	.1886848
CO2_CO2	630.5756	71.64716	8.80	0.000	490.1498	771.0015
_cons	9938.191	4914.561	2.02	0.043	305.8283	19570.55

(no endogenous regressors)

Рис. 2.9. Тестування едогенності

За результатами тесту можемо зробити висновок про відсутність едогенних змінних у моделі.

Після цього проведемо тест Хаусмана на едогенність.

```
. estat endogenous
```

Tests of endogeneity  
Ho: variables are exogenous

Durbin (score) chi2(0)	=	-4.6e-14	(p =	.)
Wu-Hausman F(0,128)	=	.	(p =	.)

Рис. 2.10. Тест Хаусмена

Отже, значення  $\chi^2$  є близьким до нуля, тому ми відхиляємо нульову гіпотезу про наявність едогенності. Після проведеного дослідження було виявлено, що не всі обрані змінні впливають на результуючу ознаку (CPI). В кінцевому результаті для побудови моделі було обрано 2 змінні: викиди вуглецю, а також викиди вуглецю до квадрату та валова додана вартість.

Кінцевий вигляд моделі:

$$Y = 7576.116 - 4570.244 * CO2 + 0.1894 * GDP + 588.1684 * CO2\_CO2;$$

Отже, з ймовірністю допустити помилку в 1% випадків при зменшенні викидів діоксиду вуглецю на 1%, іноземні інвестиції збільшаться на 4,57 млрд. доларів. З ймовірністю допустити помилку в 3% випадків при збільшенні ВВП на 1%, ВВП іноземні інвестиції збільшаться 180 тис. доларів США.

Після проведення всіх тестів можемо зробити висновок, що всі змінні розподілені за нормальним законом, відсутня мультиколінеарність, гетероскедастичність та ендогенність.

## **Висновки до розділу 2**

Сучасна економетрика суттєво еволюціонувала з початку свого існування. Тепер вона охоплює широкий спектр статистичних і математичних методів, включаючи аналіз часових рядів, аналіз панельних даних, моделі одночасних рівнянь тощо. Економетрика відіграє вирішальну роль в емпіричних економічних дослідженнях, дозволяючи економістам аналізувати економічні відносини, перевіряти економічні теорії та давати політичні рекомендації на основі даних. Економетрика залишається важливим інструментом для економістів у розумінні та інтерпретації економічних явищ.

У своєму дослідженні автором застосовано економетричний метод для пошуку взаємозв'язків між факторами та економічним зростанням, а також статистичний задля перевірки адекватності побудови моделей.

В результаті економетричного моделювання було виявлено, що з ймовірністю допустити помилку в 1% випадків при зменшенні викидів діоксиду вуглецю на 1%, іноземні інвестиції збільшаться на 4,57 млрд. доларів. З ймовірністю допустити помилку в 3% випадків при збільшенні ВВП на 1%, ВВП іноземні інвестиції збільшаться 1,89 тис. долаів США. Після проведення всіх тестів можемо зробити висновок, що всі змінні розподілені за нормальним законом, відсутня мультиколінеарність, гетероскедастичність та ендогенність.

## РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ УКРАЇНИ

### 3.1. Аналіз показників економічного зростання України

Кожна європейська незалежна держава, яка дбає про свій добробут, вибудовує свою, притаманну тільки їй національну економіку. Така економіка охоплює всі особливості, проблеми, суперечності розвитку суспільних відносин певної країни [1]. Розбудова національної економіки України як незалежної держави потребує вирішення цілої низки завдань, серед яких зокрема — здійснення переходу від екстенсивного розвитку економіки до інтенсивного.

Інтенсивний шлях є більш складним типом економічного зростання. Даний термін походить від французького слова *intensif* – напруга. Він передбачає саме структурні зміни в економіці і його головною ознакою є підвищення ефективності виробничих факторів на базі технічного прогресу.

Інтенсивний тип економічного зростання полягає у такому розширенні виробництва, який призводить до якісного поліпшення всіх його факторів, а отже, раціонального використання всього виробничого потенціалу [18].

Інтенсивний тип економічного розвитку ґрунтується на широкому використанні більш ефективних засобів та підходів до виробництва, що забезпечується за рахунок застосування більш прогресивної техніки, передових технологій та досягнень науки, підвищення кваліфікації робітників, ресурсозбереження та підвищення частки доданої вартості в товарах та послугах тощо.

Проаналізуємо тенденції на ринку виробництва з використанням саме сучасних технологій в Україні за 2013-2021 рр. за допомогою рис. 3.1.

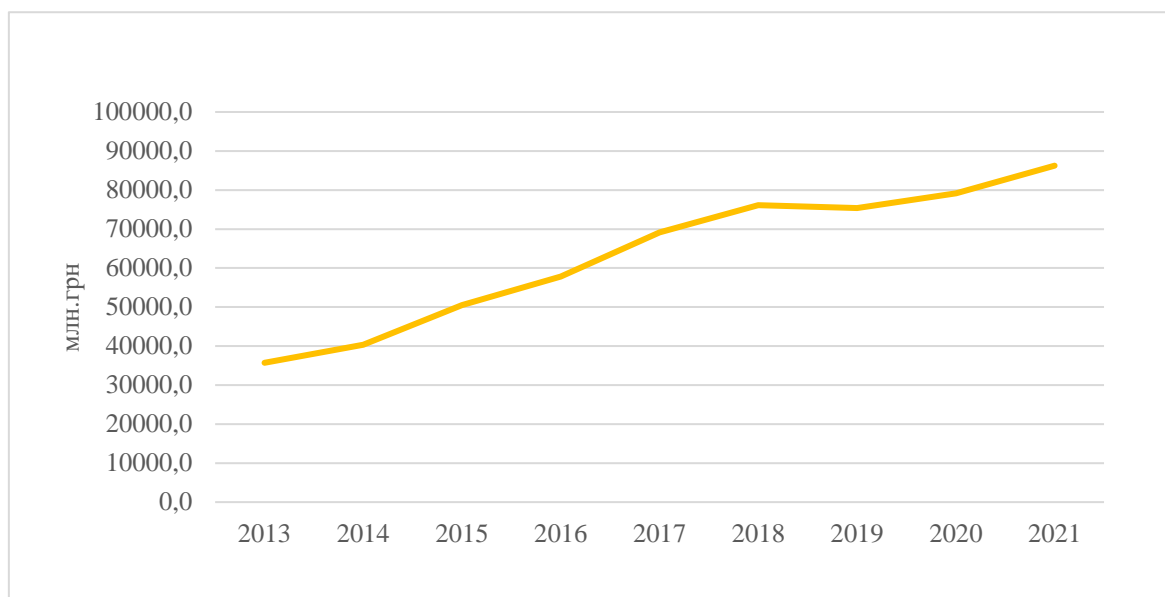


Рис.3.1. Обсяг виробленої продукції суб'єктів господарювання з використанням високих технологій в Україні за 2013-2021 рр.

Джерело: складено за даними [17]

У період 2013 по 2018 рр. спостерігається стрімке підвищення обсягів високотехнологічної продукції. Станом на 2018 рік дані обсяги зросли приблизно вдвічі, що є позитивно. Починаючи з 2019 року спостерігається сповільнення розвитку і незначене просідання. Лише у 2020-2021 рр. є невеликий приріст обсягів виробництва такої продукції. Ми можемо припустити, що це сталось завдяки тому, що витрати промислових підприємств на інноваційну діяльність зросли, причому підприємства наукоємного сегменту у 2019 р. витратили на інновації на 20,5% більше, ніж у 2018 р. [13].

Додана вартість характеризує як і витрати, так і цінність продукції для споживача та визначається як різниця між вартістю виготовлених благ та послуг та вартістю залучених ресурсів у процнсів виробництва. До її складу входять витрати на оплату праці та прибуток.

Проаналізуємо частку доданої вартості в обсязі виготовленої продукції суб'єктами господарювання з використанням високих технологій в Україні за 2013-2021 рр. на рис.3.2.

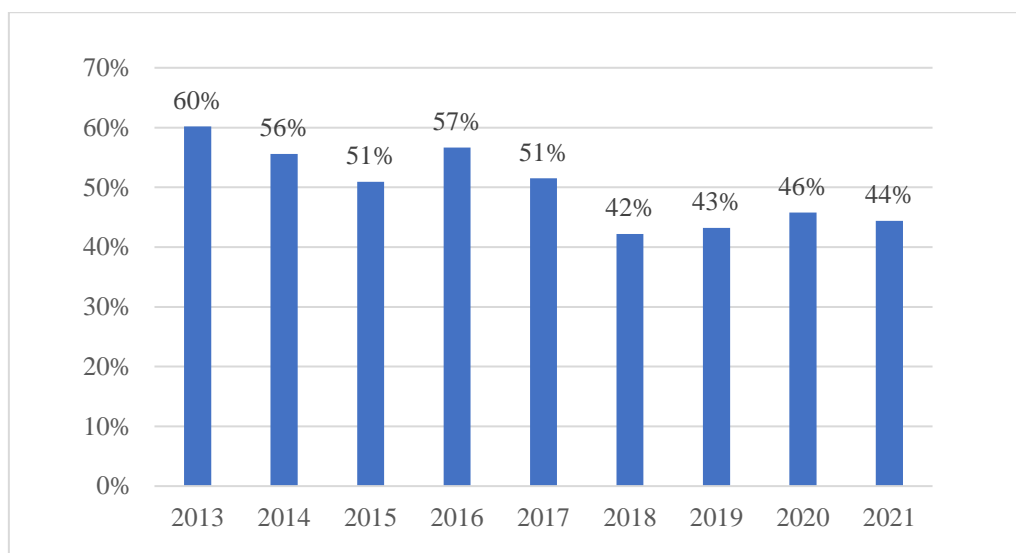


Рис.3.2. Динаміка частки доданої вартості в обсязі виготовленої продукції суб'єктами господарювання з використанням високих технологій в Україні за 2013-2021 рр. Джерело: складено за даними [17]

Попри те, що обсяги високотехнологічної продукції в Україні переважно зростають, спостерігається негативна тенденція щодо зменшення частки доданої вартості в обсязі виготовленої продукції. Нескладно помітити, що упродовж 2013-2015 рр. ця частка зменшується з темпом в 4%, у період 2016-2018 вона зменшується з середнім темпом 7,2% і у 2018 році вона досягає мінімального значення – 42%. Упродовж 2018-2021 рр. ця частка коливається в межах 42-46% і суттєвих поліпшень не спостерігається. Це може бути пов'язано з тим, що сучасні технології швидко застарівають, наступає моральний знос. Внаслідок цього попит на таку продукцію поступово зменшується, адже виникають нові способи задоволення потреб споживачів. Отже, можемо зробити висновок, що якість наданих послуг суттєво погіршилась.

Серед багатьох пріоритетних, а подекуди чи не найголовніших напрямків діяльності будь-якого уряду є захист суспільства від насильства і посягань з боку інших країн, що можливо лише здійснити за допомогою військової сили [35]. Не за допомогою переговорів з тираном та не за допомогою так званого «умиротворення» ворога, а саме завдяки наявності потужних військ в країні, уряди усіх цивілізованих країн можуть відстояти свою свободу та незалежність від посягань ворога.

До винайдення вогнепальної зброї, уся перевага на полі битви була на боці саме тієї армії, у якій кожен солдат окремо володів більшою вправністю і майстерністю у володінні зброєю. Саме сила та вправність відігравали ключову роль і зазвичай визначали переможців і переможених. Проте, з появою нових технологій, зокрема винайденням вогнепальної зброї, сила та вправність перестали бути ключовими факторами, які б забезпечували перемогу [35]. Людський фактор міг би бути частково знівельований появою у супротивника більш технологічної зброї. Тому на етапі сучасного розвитку держави активно витрачають кошти на поліпшення та модернізацію оборони суспільств від посягань ворога.

Дослідження таких Сефа Ававорі і Сью Лінг [9] демонструє, що частка військових витрат у ВВП залишається нижчою у країнах, що менш розвинені, ніж у розвинених. Оскільки в розвинених країн і показник валового внутрішнього продукту вищий ніж в країн, що менш розвинені, то й абсолютні значення військових витрат є також вищими, а отже існує позитивний зв'язок між військовими витратами та економічним зростанням.

Очевидно, що без значного та належного фінансування різних наукових досліджень в сфері військового мистецтва, підтримки та стимуляції виробництва сучасної військової техніки та боєприпасів та підготовки належних кадрів неможливо створити професійної армії. Усі перелічені категорії мають стосунок до держвитрат і стає зрозумілим те, що в країнах з високим рівнем розвитку дані витрати становлять значу частину ВВП і є вищими.

Усі витрати можна поділити на продуктивні і непродуктивні. До непродуктивних витрат ми можемо віднести витрати на діяльність неефективних структур управління, неякісну амуніцію та військову техніку та загалом старі технології. Непродуктивні витрати мають дещо екстенсивний характер та низький рівень поділу праці.

Витрати воюючої країни дещо різняться від витрат країни, яка готується до війни в мирний час. Проте, вони мають також і спільні риси. Усі вони повинні мати ресурсозаощаджувальний ефект, адже продуктивні витрати повинні приносити інтенсивні зміни такі як: підвищення технологічності продукції, скорочення часу



виготовлення одиниці продукції тощо. Усе це дозволяє більше експортувати, аніж імпортувати і мати позитивне торговельне сальдо, а також джерело доходів для подальших розробок та поліпшень.

Проаналізуємо співвідношення експорту та імпорту військової продукції України та деяких країну світу за 2015-2020 роки у таблиці 3.1

Таблиця 3.1

Співвідношення експорту до імпорту військової продукції України та деяких країн світу за 2015-2020 роки

<i>Країни/роки</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>	<i>2020</i>
Франція	48,64	46,40	31,04	9,75	33,02	13,76
Німеччина	18,36	45,56	45,21	76,43	29,64	37,33
Польща	0,02	0,09	0,10	0,30	0,03	0,07
Іспанія	8,61	5,48	10,00	7,22	24,73	21,07
Україна	15,35	97,40	76,75	2,80	3,69	6,39
Сполучене королівство	2,97	5,38	1,23	1,35	2,65	0,56

Джерело: складено за даними [32]

Згідно даних таблиці 3.1 спостерігається негативна тенденція до зменшення співвідношення експорту до імпорту військової продукції в Україні, частково це пов'язано з виснаженням ресурсів, адже усі вони наразі спрямовані на оборону України від посягань Росії. Найнижчою частка експорту в імпорті спостерігається в таких країнах як Польща, Британія та зокрема Україна. Серед представлених країн, Україна мала рекордно високі частки експорту у 2016-2017 роках. У 2009-2014 роках частка України на ринку озброєнь становила 2,7%, у 2014-2018 роках вона зменшилась удвічі і становила 1,3% [32]

1 лютого 2022 року Президент України Володимир Зеленський затвердив зміни у підходах до розвитку Збройних Сил (ЗС). Зокрема вони стосується збільшення чисельності ЗСУ на 100 тисяч за три роки [36]. Таким чином Україна йде шляхом СРСР, впроваджуючи лише екстенсивні зміни, а питання якісних, цебто інтенсивних змін лишається відкритим.

Поки експерти не можуть ствердити, що Україна стала на шлях до створення професійної армії, але зазначають про позитивні ефекти, які слід очікувати від

підвищення платні військовослужбовців, які безумовно підвищують престиж даної професії та вмотивованість українських бійців.

Економічне зростання будь-якої країни знаходиться під впливом багатьох чинників та залежить від спадів та зростання економічних показників, демографічної ситуації, епідеміологічного стану, політичного чинника та загалом ситуації, що панує у світі в цілому.

Війна в Україні настає у важкий момент для світової економіки. Відновлення після рецесії, спричиненої пандемією, сповільнюється, оскільки з'явилися нові варіанти коронавірусу та уряди обмежили витрати. Зростання інфляції спонукало Федеральну резервну систему та інші великі центральні банки підвищити процентні ставки. Перебої у світовій торгівлі та інвестиціях стримають зростання в країнах, що розвиваються, і посилять ціновий тиск.

Потенціал продовольчої кризи є найбільш тривожним занепокоєнням. Ціни на пшеницю та інші зернові значно зросли. У 2019 році на частку Росії та України разом узятих припадало 25% світового експорту пшениці та 14% відвантажень кукурудзи. Багато країн світу сильно залежать від цих потоків. Республіка Конго, наприклад, покладається на імпорт з Чорноморського регіону на 67% споживаної пшениці.

Експортні обмеження ще більше зменшують глобальну пропозицію, тоді як заходи з лібералізації імпорту та субсидії збільшують попит. З початку війни в Україні наприкінці лютого було запроваджено або оголошено 67 нових торговельних політик. Тільки експортні обмеження додали сім процентних пунктів до ціни на пшеницю і ризикують спровокувати ескалацію.

Війна і, як наслідок, санкції розірвали ключові транспортні зв'язки між Росією та Україною та рештою світу, порушивши торгівлю в більш широкому сенсі. Сполучення Росії з європейськими портами було скорочено, а експорт товарів в інші пункти призначення обмежений. Чорноморські порти України були заблоковані або окуповані, що залишило Україні мало маршрутів для експорту товарів.

Збої в глобальних і регіональних ланцюжках поставок викликали дефіцит факторів виробництва і зростання цін. Україна є ключовим постачальником вхідних матеріалів, включаючи кабелі запалювання для автомобілів, неоновий газ для напівпровідників та залізну руду для металургійних заводів. Компанії, що виробляють транспортне обладнання, машини, електроніку та харчові продукти, особливо залежать від російських металів, хімікатів, добрив та інших товарів.

Дехто побоюється, що війна призведе до корозії глобалізації – двигуна зростання і розвитку протягом останніх 30 років. Скоріш за все фірми переоцінять геополітичні ризики і можуть перенести виробництво з країн, які вони вважають більш ризикованими, можливо, певною мірою змінивши глобальні ланцюжки доданої вартості.

Проте, враховуючи наявний капітал, витрати на пошук альтернатив і різницю в оплаті праці в різних країнах, цей процес, швидше за все, буде поступовим, а не раптовим. І це не призведе до розвороту глобалізації, якщо не буде підтримано вираженим втручанням уряду.

Як відомо прямі іноземні інвестиції (ПІІ) відіграють ключову роль у економічному зростанні країн та регіонів, забезпечуючи значний вплив на їхню економічну динаміку, технологічний розвиток, збільшення виробництва, зайнятості та експорт, також сприяють розширенню міжнародних торгових відносин та зміцненню економічних взаємозв'язків між країнами.

Проаналізуємо прямі іноземні інвестиції, які надходили в Україну впродовж 1992-2022 рр.



Рис.3.3. Динаміка прямих іноземних інвестицій, які надходили в Україну впродовж 1992-2022 рр. Джерело: складено за даними [33]

Упродовж 2014-2021 років спостерігалася певна динаміка у залученні прямих іноземних інвестицій. У перший період після подій 2014 року була відмічена спадна тенденція через політичну та економічну нестабільність. Проте після цього почалися зміни в законодавстві, спрямовані на поліпшення інвестиційного клімату. Уряд України впроваджував реформи для поліпшення бізнес-середовища та спрощення інвестиційних процедур. Це включало в себе зусилля по боротьбі з корупцією, спрощення процедур реєстрації бізнесу та удосконалення податкової системи.

Питання тепер у тому, чи справді надійдуть такі приватні гроші. В умовах війни інвесторам зазвичай потрібна якась гарантія від державного органу, щоб зробити стрибок. Одна з ідей, яка розглядалася в Лондоні, полягала в тому, щоб донори не тільки надавали військове страхування або гарантії, але й допомагали підтримувати ринок перестрахування.

Якщо такі гарантії вдасться надати, останнім кроком буде використання можливостей, яких має бути багато, враховуючи обсяг допомоги, що надходить в Україну, та її економічний потенціал. Деякі спостерігачі навіть вважають, що приватні інвестиції можуть перевищити 411 мільярдів доларів, які, за оцінками,

необхідні для довгострокової відбудови України. Але це тільки в тому випадку, якщо все піде за планом [4].

У перехідній економіці України важливим напрямом державного регулювання доходів є боротьба з безробіттям, тіньовою економікою та захист національних інтересів України на міжнародній арені. Для сучасної України відділення бізнесу від влади і політична воля верхніх владних ешелонів до боротьби з тіньовою економікою є одним з найбільших гальм розвитку[30].

Зв'язки між економічним зростанням та супутніми змінами в неекономічних інститутах та в інших аспектах суспільства нелегко встановлюються; особливо важко розрізнити елементи необхідності і вибір всередині них. Ще складніше було б присвоїти економічні або інші ваги до неекономічних факторів, або неекономічних віддачі від економічного зростання.

Також слід пам'ятати, що економічне зростання містить в собі певні небажані для суспільства. Воно може призвести до ще більшого розриву між багатими і бідними членами суспільства, оскільки більша частина здобутків може концентруватися в руках обмеженого числа людей. Інтенсивне економічне зростання може призвести до забруднення повітря, води та ґрунту, виснаження природних ресурсів і зміни клімату, що має серйозний вплив на навколишнє середовище.

Ріст економіки не завжди супроводжується створенням нових робочих місць або може призвести до нестабільності на ринку праці, що може вплинути на безробіття та заробітну плату. Тому економічне зростання має розглядатись крізь призму балансу між соціальними наслідками та процесом нарощення економічного потенціалу, адже головною рушійною силою сучасного економічного зростання стала обіцянка не тільки матеріального добробуту, але й більш бажаної організації суспільства, яке і робить зростання власне можливим.

### **3.2. Побудова економіко-математичних моделей економічного зростання України**

На противагу витратному екстенсивному нарощуванню виробництва,

всебічна інтенсифікація забезпечує заощаджувальну траєкторію економічного зростання, зростання продуктивності працівників та появу абсолютно нових робочих місць та спеціальностей. Варто зазначити, що швидше усього зростає обсяг національного доходу, трохи повільніше збільшується випуск засобів виробництва і чисельність робочої сили. У підсумку знижується вартість одиниці продукції, розширене ж відтворення здобуває якісно нові риси [27].

Інтенсивний економічний розвиток виражається у зменшенні витрат праці і засобів виробництва в розрахунку на одиницю національного доходу. Істотно поліпшується весь технологічний процес та якість виготовленої продукції. Проаналізуємо такі показники як валовий випуск засобів виробництва, зайняте населення та валову додану вартість у виробництві з використанням високих технологій з допомогою рис. 3.4.

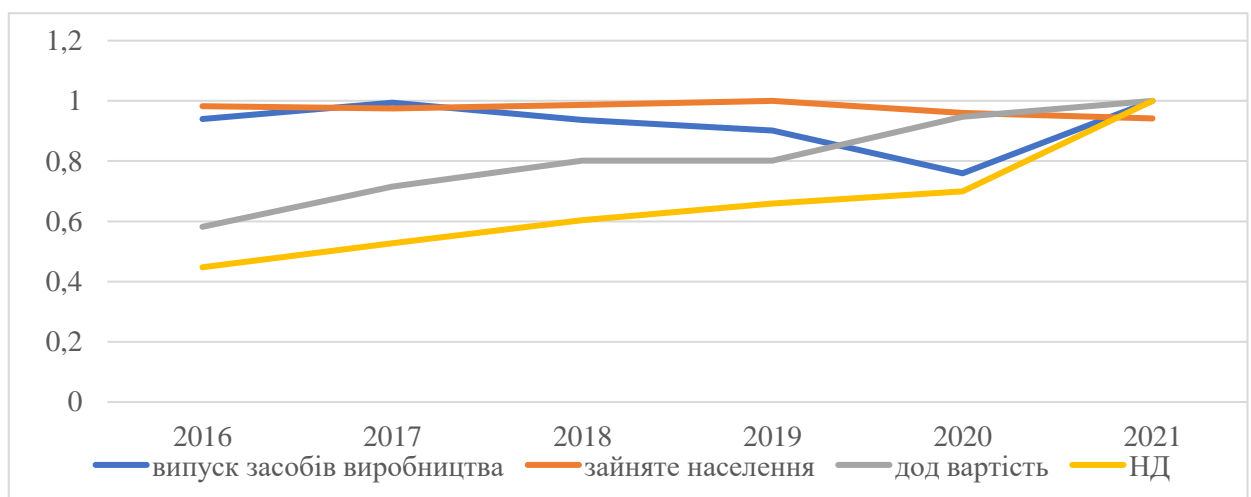


Рис. 3.4. Динаміка валового випуску засобів виробництва, зайнятого населення та валової доданої вартості у виробництві з використанням високих технологій, а також національного доходу за 2016-2021 рр.

Важливо зазначити, що заради наочності рисунку дані було попередньо нормалізовано ( $y' = y_n / \max(y_n)$ ). Джерело: складено за даними [34]

За даними рис. 3.4, можемо побачити, що найстрімкіше зростання національного доходу припало на 2020-2021, як і випуску засобів виробництва та частки доданої вартості у продукції. Спостерігаються незначні коливання серед кількості зайнятого населення в бік до зменшення, що є негативно. Це може бути одним з негативних проявів наслідків від автоматизації виробництва і, як наслідок,

– зменшення потреби в кількості найманих працівників. У 2020 році бачимо рекордно низьке значення обсягу випущених засобів виробництва, але без змін в частці доданої вартості в продукції. Безперечно економіка була в нестабільному становищі через епідемію коронавірусу та через війну з росією, але набагато більш глибокою причиною усіх вищеописаних негативних тенденцій є високий рівень корумпованості України, рівень тінізації економіки якої становить 31%. Як наслідок інвестори не поспішають вкладати свої кошти в економіку такої країни. Без судової реформи та інших внутрішніх змін у нас є мало підстав очікувати будь-якого економічного зростання понад доходи очікуваного відновлення після пандемії коронавірусу.

Отже, розбудова національної економіки полягає у здійсненні переходу від екстенсивного розвитку економіки до інтенсивного. Оскільки частка доданої вартості виражає на пряму якість виготовленої продукції, то можемо зробити висновок про наявність негативної тенденції щодо якості виготовлених високотехнологічних товарів та послуг, їх застарівання. Упродовж 2013-2015 рр. частка доданої вартості у високотехнологічній продукції зменшується з темпом в 4%, у період 2016-2018 вона зменшується з середнім темпом 7,2% і у 2018 році вона досягає мінімального значення – 42%, що є негативно. Найстрімкіше зростання національного доходу припало на 2020-2021, як і випуску засобів виробництва та частки доданої вартості у продукції, тому цей позитивний тренд має підтримуватись і надалі, але при цьому постає невирішене питання щодо безробіття, яке частково породжується наростанням науково-технічного потенціалу, а також війною. Високий рівень корумпованості є однією з найбільш глибоких причин економічного відставання України порівняно з іншими країнами ЄС і потребує негайного вирішення з боку уряду України, а також її громадян.

Найбільш поширеними показниками економічного зростання є:

- збільшення реального ВВП або ЧНП або НД в абсолютних
- вибірниках за деякий період часу;
- збільшення реального ВВП або ЧНП або НД на душу населення або ж одного зайнятого у виробництві працівника;

- виробництво основних видів продукції на душу населення (рівень розвитку окремих галузей);
- рівень та якість життя населення.

В рамках даного дослідження за показник економічного зростання було взято саме валовий внутрішній продукт. Також варто зазначити, що Україна є достатньо великою економічною системою, тому не варто також ігнорувати фактор внутрішнього попиту. Населення чисельністю у понад 40 млн осіб і площа потенційно продуктивної економічної території є одними із найбільших в Європі [15].

Якщо уряду України не вдасться подолати безробіття на належному рівні, то утримання громадян в межах національних кордонів буде складним завданням. Також варто зазначити, що такий фактор як військові витрати має вплив на держвитрати, а це є складовою фіскальної політики і може бути інструментом для сприяння економічного зростання [16].

На нашу думку, серед важливих факторів, які чинять вплив на формування ВВП в контексті України, є:

- 1) економічна ситуація в країні (рівень безробіття, витрати на армію тощо);
- 2) культурні чинники (рівень корумпованості, кваліфікації працівників, глобальні тренди тощо);
- 3) демографічні чинники (міграція, рівень смертності, частка сільського населення тощо).

Базуючись на теоретичних засадах економічного розвитку, а також з урахуванням можливості отримання необхідної статистичної інформації за певний проміжок часу, в якості результативного показника, що характеризує рівень економічного зростання в країні, був прийнятий рівень ВВП, який відображає підсумок виробничої діяльності економічних одиниць-резидентів у галузі як матеріального, так і нематеріального виробництва.

Для побудови економіко-математичної моделі ми обрали такі фактори як:

- $X_1$  — контроль рівня корупції, од.;
- $X_2$  — частка мігрованих громадян, %;



$X_3$  — рівень безробіття, %;

$X_4$  — частка сільського населення, %;

$X_5$  — військові витрати, % від ВВП.

Для оцінки суттєвості впливу факторів на результуючу змінну побудуємо кореляційну матрицю (табл. 1). Також нам важливо аби наші змінні не були взаємозалежними. Зробимо розрахунки на основі парної кореляції (Коефіцієнт Пірсона). Для складання моделі ми використовували офіційні статистичні дані за факторами  $X_1$ - $X_5$  разом з результативною ознакою  $Y$  (ВВП) за 1999-2022 рр. [33].

В ході кореляційного аналізу, виокремлено такий показник як частка громадян у міграції. Між цією змінною та рівнем безробіття існує доволі сильний обернений зв'язок (про це свідчить від'ємний знак коефіцієнта і він близький до одиниці за модулем) і включення разом цих факторів в модель дасть зміщені оцінки. Також показник витрат на військове забезпечення має тісну кореляцію з таким показником як контроль рівня корупції. Результати здійснення регресійного аналізу за методом найменших спільних квадратів представлено в табл.1, 2.

Таблиця 3.2

### Кореляційна матриця незалежних змінних та результуючої

Показники	Контроль рівня корупції	Міграція	Рівень безробіття	Частка сільського населення	Витрати на військове забезпечення	ВВП
Контроль рівня корупції	1,00					
Міграція	0,30	1,00				
Рівень безробіття	-0,53	-0,81	1,00			
Частка сільського населення	-0,48	-0,32	0,34	1,00		
Витрати на військове забезпечення	0,61	-0,14	0,02	-0,63	1,00	
ВВП	0,45	0,64	-0,66	-0,81	0,25	1,00

Таблиця 3.3

### Результати регресійного аналізу за методом найменших спільних квадратів

Крок 1	Коефіцієнти		похибка	t Stat	P-value
	Константа	45107,95	6446,54	7,00	0,00

<i>F</i>	23,61	<i>Контроль рівня корупції</i>	9,86	34,73	0,28	0,78
<i>Multiple R</i>	0,93	<i>Міграція</i>	0,00	0,00	0,68	0,51
<i>R<sup>2</sup></i>	0,87	<i>Рівень безробіття</i>	-213,67	149,96	-1,42	0,17
<i>R<sup>2</sup> скоригований</i>	0,84	<i>Частка сільського населення</i>	-1249,20	193,37	-6,46	0,00
<i>Стандартна похибка</i>	507,02	<i>Витрати на військове забезпечення</i>	-547,00	311,60	-1,76	0,10

Джерело: сформовано автором

Можемо спостерігати з даних табл. 2, що коефіцієнт детермінації моделі ( $R^2$ ) становить близько 93%, що є позитивно. Отже, зміна факторних ознак  $X_1$ - $X_5$  пояснює зміну результуючої змінної на 93%. В ході кореляційно-регресійного аналізу, відсіяно такі показники контроль рівня корупції та частка мігрованих громадян, тому що їхні *p-value* становлять куди більше як 0,15 і *t*-статистика Стьюдента не є статистично значущою.

Таблиця 3.3

Результати регресії після вилучення несуттєвих змінних за методом найменших спільних квадратів

<i>Крок 2</i>		<i>Коефіцієнти</i>		<i>похибка</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
<i>F</i>	53,50	<i>Рівень безробіття</i>	-522,00	151,85	-3,44	0,00
<i>Multiple R</i>	0,94					
<i>R<sup>2</sup></i>	0,89					
<i>R<sup>2</sup> скоригований</i>	0,83	<i>Частка сільського населення</i>	171,42	46,72	3,67	0,00
<i>Стандартна похибка</i>	1030,54	<i>Витрати на військове забезпечення</i>	724,37	312,94	2,31	0,03

Джерело: сформовано автором

Під час проведення кореляційно-регресійного аналізу, переконались, що такі показники як контроль рівня корупції, частка сільського населення та витрати на

військове забезпечення є статистично значущими, тому що їхні p-value становлять менше як 0,15 і t-статистика Стьюдента є високою. Усі показники впливають позитивною мірою на ВВП.

Застосуємо отримане рівняння регресії 2 для прогнозування показника ВВП України на 2022-2024 рр. З цією метою побудуємо прогнозні оцінки факторів  $X_1$ - $X_5$ , отриманих за допомогою методу експоненційного згладжування за вказані роки (див. табл. 4).

Таблиця 3.4

Фактична та змодельована динаміка факторних та результуючої змінних, включаючи прогнозні оцінки на основі регресії 2.

Роки	Контроль рівня корупції	Міграція	Рівень безробіття	Частка сільського населення	Витрати на військове забезпечення	ВВП	Модельовані значення ВВП
1999	13,44	-78867,00	11,86	32,89	1,90	635,76	824,65
2000	4,28	-77752,00	11,71	32,86	2,15	658,35	1077,56
2001	11,17	-109322,00	11,06	32,82	1,89	807,80	1218,99
2002	9,52	-36318,00	10,14	32,72	1,98	911,91	1752,93
2003	16,40	11140,00	9,06	32,57	2,12	1087,79	2393,07
2004	16,26	-11530,00	8,59	32,40	1,97	1416,60	2495,43
2005	24,88	-4936,00	7,18	32,21	2,41	1894,47	3516,13
2006	24,88	12013,00	6,81	32,03	2,39	2391,32	3665,55
2007	21,36	11518,00	6,35	31,85	2,47	3197,93	3936,57
2008	19,90	16490,00	6,36	31,68	2,30	4066,55	3777,85
2009	15,31	18178,00	8,84	31,50	1,91	2639,39	2167,73
2010	16,19	8366,00	8,10	31,40	1,90	3078,43	2533,10
2011	14,69	13301,00	7,85	31,31	1,53	3704,82	2380,57
2012	12,32	68840,00	7,53	31,22	1,61	4004,80	2589,38
2013	10,90	34043,00	7,17	31,13	1,58	4187,74	2736,71
2014	14,42	-65667,00	9,27	31,03	2,25	3104,64	2106,81
2015	13,94	-21937,00	9,14	30,94	3,25	2124,66	2887,55
2016	19,23	-54333,00	9,35	30,85	3,15	2187,73	2692,16
2017	21,15	-50447,00	9,50	30,75	2,88	2638,33	2402,24
2018	17,79	-33273,00	8,80	30,65	3,19	3096,56	2972,53

2019	25,00	-7812,00	8,19	30,53	3,52	3661,46	3507,66
2020	23,08	-2173,00	9,13	30,39	3,81	3751,74	3204,09
2021	24,52	831,00	8,88	30,24	3,23	4835,57	2887,94
2022	24,25	-76,35	8,82	30,11	3,26	2918,37	2918,37
2023	24,76	977,57	8,79	29,97	3,35	-	2977,63
2024	25,13	1407,34	8,81	29,84	3,39	-	2976,96

Джерело: сформовано на основі результатів регресії та даних [33]

Даний прогноз є дещо менш оптимістичним, адже обіцяє у 2022 році триматись на рівні економічного зростання, що був у 2018 році до початку пандемії COVID-19, чи вдасться цього досягнути в умовах повномасштабної війни — невідомо.

Згідно з даних регресії 2 при збільшенні рівня безробіття на 0,01% ВВП зменшиться 5,22%; при збільшенні частки сільського населення на 0,01% ВВП збільшиться на 1,71%, а також зниження військових витрат на 0,01% призведе до зменшення ВВП на 7,24%. В рамках даного дослідження ми вважали, що саме рівень безробіття чинить ключовий вплив на результуючу змінну, але згідно з даних регресії військові витрати впливають на результуючу змінну куди більшою мірою (на 2% більше), що безумовно потребує подальшого осмислення та аналізу.

Для побудови моделі часових рядів використаємо іноземні інвестиції України з 1992-2022 та викиди вуглецю в період з 1992 по 2022 роки. Дані містяться в додатках.

- Investment – Прямі іноземні інвестиції, чистий приплив (BoP, поточний млн. доларів США);
- Polution – метричні тонни діоксиду вуглецю на душу населення

**su Investment Polution**

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Investment	31	3049.581	3289.006	-198	10700
Polution	31	6.175524	1.589411	3.753816	11.01895

Рис. 3.5. Описова статистика часових рядів

Для побудови моделей нам необхідно перевірити часові ряди на стаціонарність.

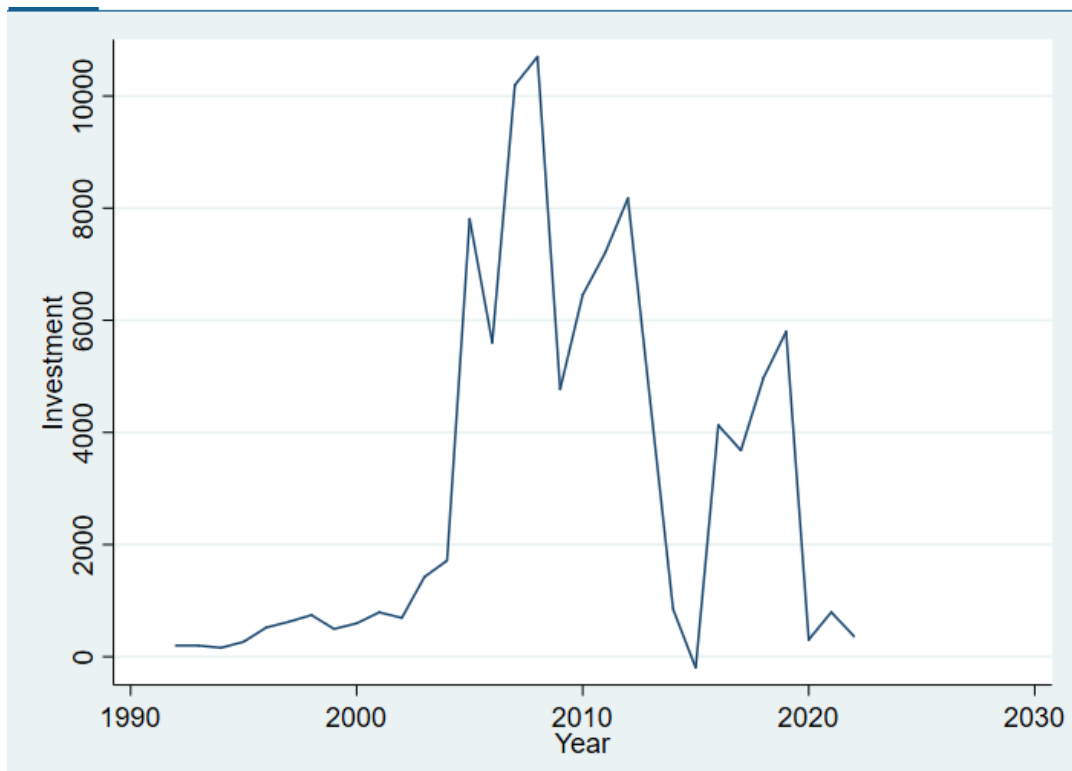


Рис. 3.6. Динаміка іноземних інвестицій в Україні з 1995 по 2022 роки  
Для перевірки на стаціонарність використаємо тест Дікі-Фуллера.

Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 31		
Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-2.189	-3.716	-2.986	-2.624

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.2102

Рисунок 3.6. Результат тесту Дікі-Фуллера для Investment

Оскільки  $Z(t)$  розрахункове значення більше за  $Z(t)$  критичне ми приймаємо нульову гіпотезу з рівнем значущості 95% та стверджуємо, що часовий ряд не є стаціонарним.

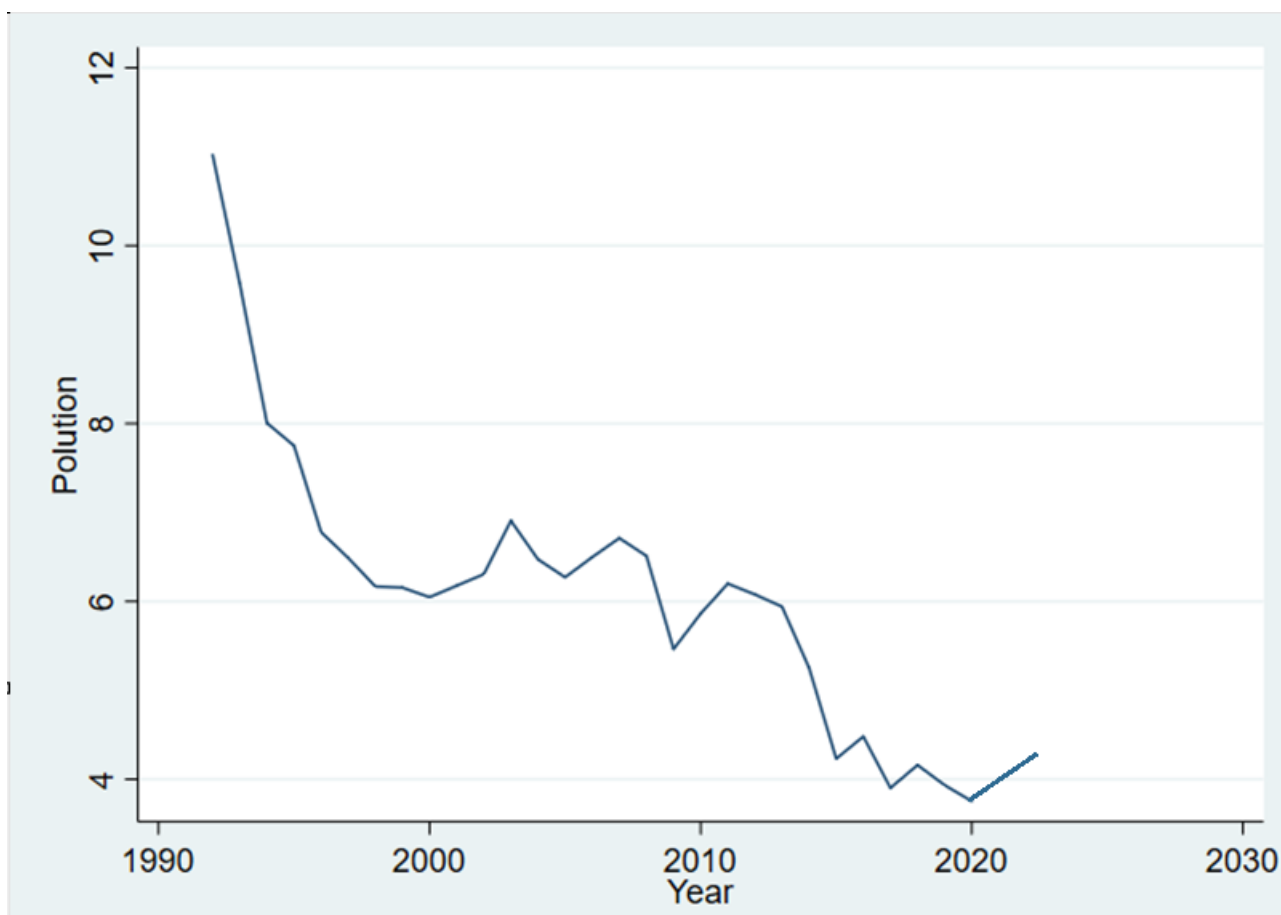


Рис. 3.7. Динаміка викидів діоксиду вуглецю з 1995 по 2022 роки

```
. dfuller Polution

Dickey-Fuller test for unit root           Number of obs   =       31

----- Interpolated Dickey-Fuller -----
            Test          1% Critical    5% Critical    10% Critical
            Statistic      Value          Value          Value
-----
Z(t)          -3.585         -3.730         -2.992         -2.626

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0061
```

Рис. 3.8. Результат тесту Дікі-Фуллера для polution

Оскільки  $Z(t)$  розрахункове значення більше за  $Z(t)$  критичне ми приймаємо нульову гіпотезу з рівнем значущості 95% та стверджуємо, що часовий ряд не є стаціонарним.

Побудуємо ARIMA моделі для часових рядів в автоматизованому програмному середовищі STATA.

Специфікація моделі полягає в наступному:

- Визначення порядку авторегресії

- Визначення інтегрованого різницевого порядку
- Пошук порядку рухомої середньої.

Для визначення порядку інтегрованої різниці побудуємо графік логарифму з іноземних інвестицій.

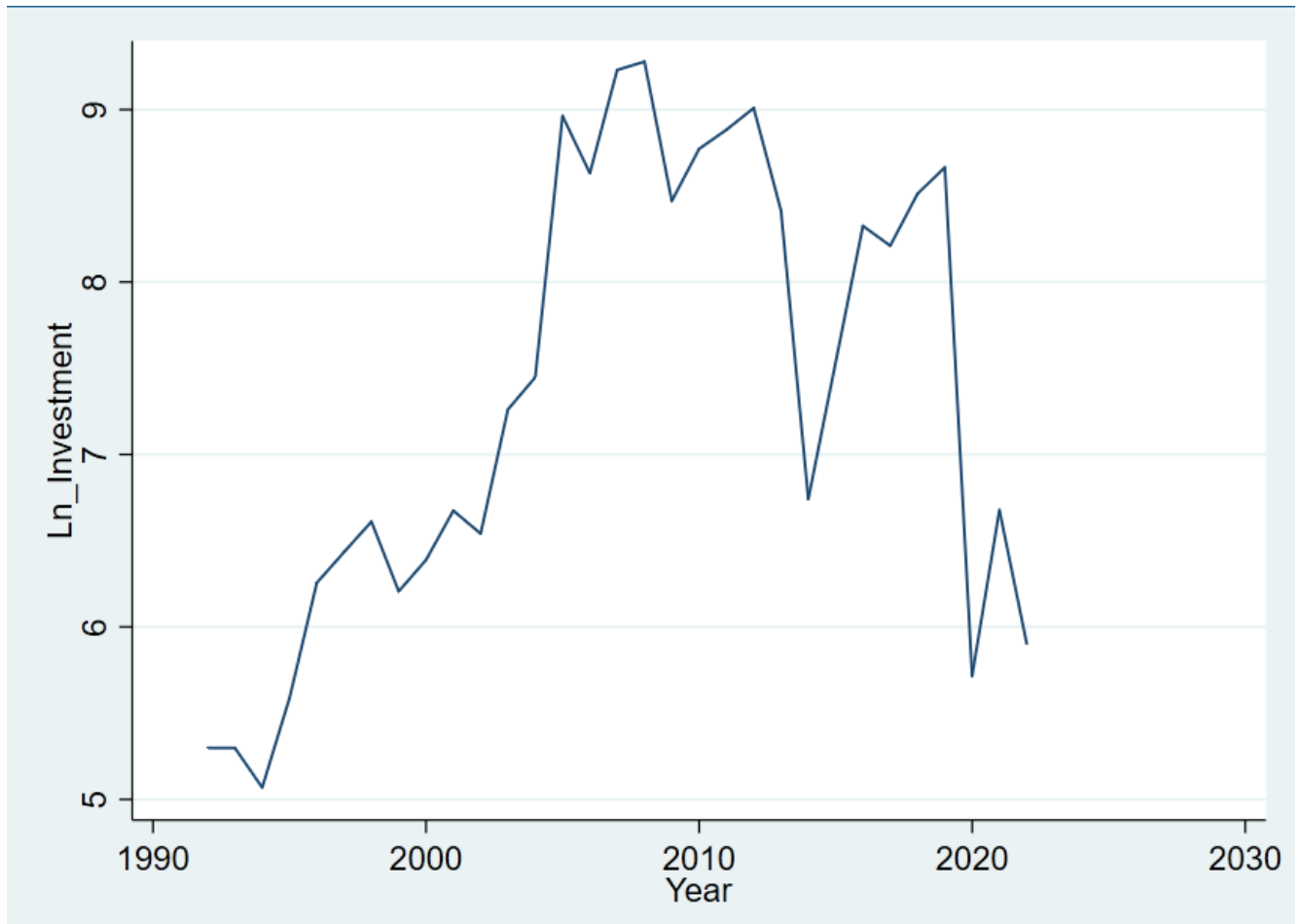


Рис. 3.9. Графік часового ряду натуральних логарифмів зі змінної Investment.

Згідно даних рисунка, можемо зробити висновок, що змінна все ще є не стаціонарною. Знайдемо різниці зі змінної Ln\_Investment та відобразимо їх на рисунку 3.10:

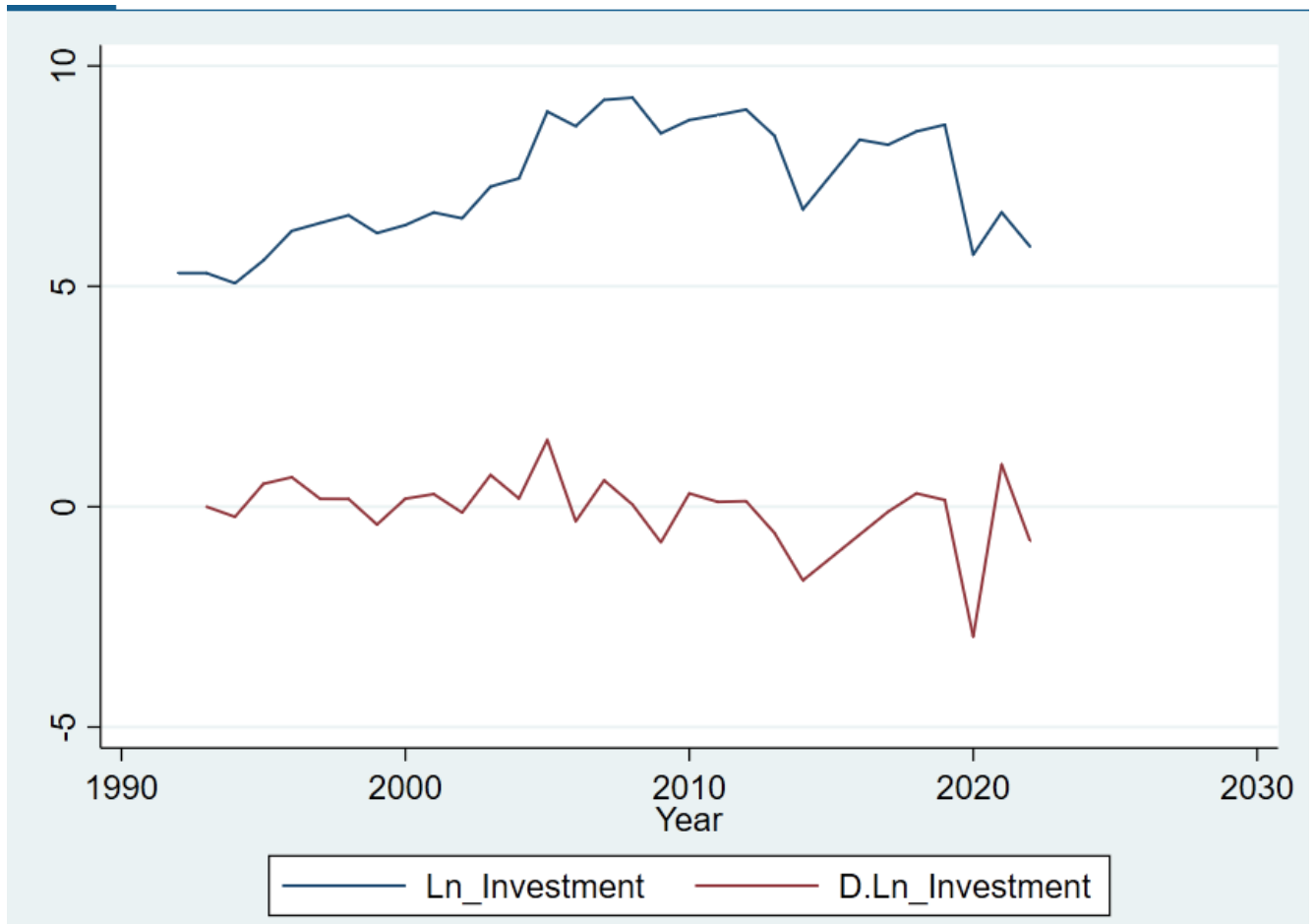


Рис. 3.10. Графік часового ряду натуральних логарифмів зі змінної Investment накладений на різниці отримані з натуральних логарифмів змінної Investment.

На рисунку ми можемо бачити, що різниці  $\text{Ln\_Investment}$  виглядають подібно до білого шуму, та коливаються переважно навколо нуля, що дуже схоже на стаціонарність. Тому для інтегрованої різниці можемо взяти порядок 1 та включити до моделі як незалежну змінну. Перейдемо до порядку рухомої середньої.

Для визначення цього порядку нам необхідно відобразити корелограму.



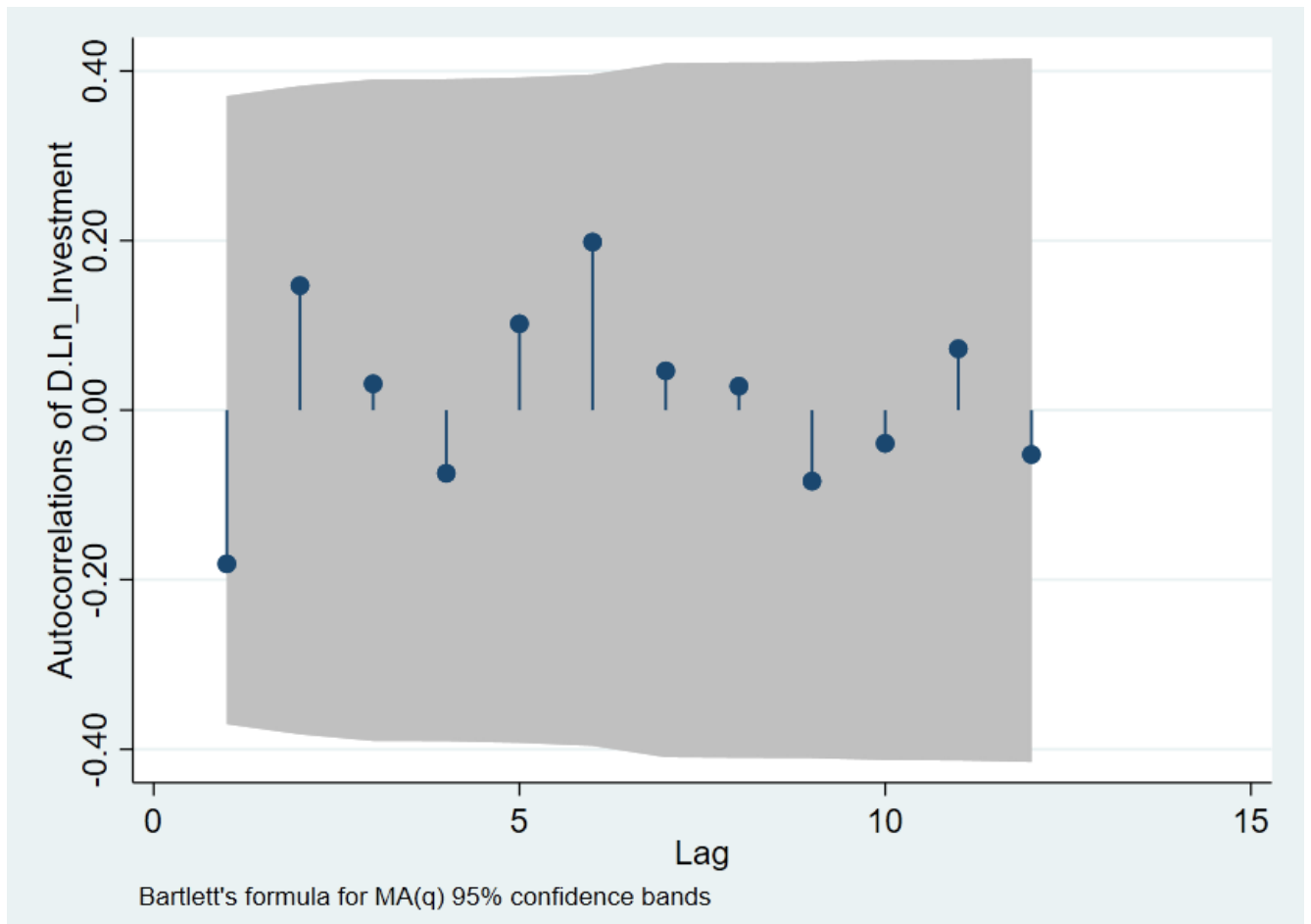


Рис. 3.11. Корелограма різниць для змінної Ln\_Investment.

Варто зазначити що сіра зона це 95% довірчий інтервал. До моделі ми включимо порядок 1, котрий є найбільш статистично значущим. Перейдемо до визначення порядку рухомого середнього.

Для визначення даного порядку нам необхідно побудувати частинну корелограму.

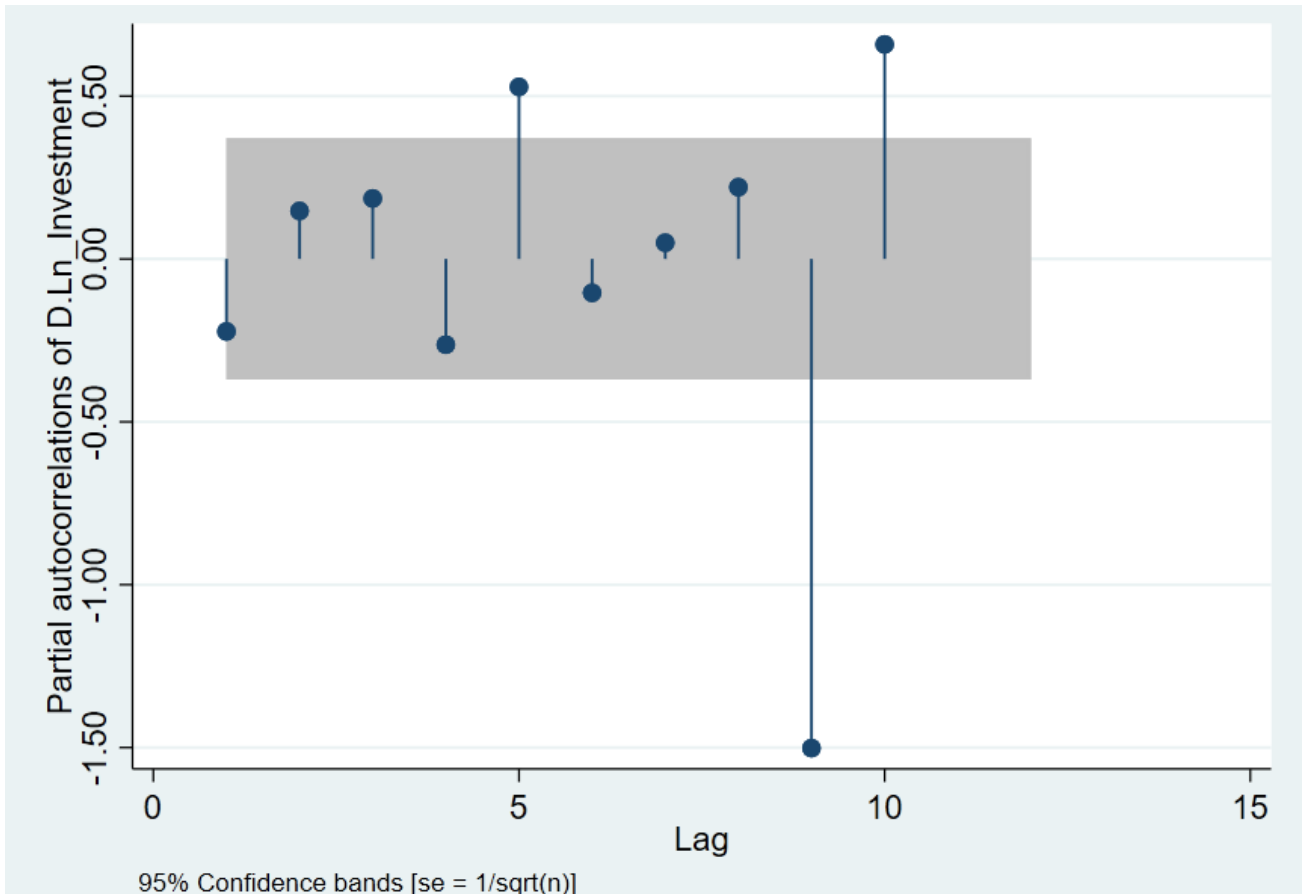


Рис. 3.12. Частинна корелограма змінної D.Ln\_Investment.

Згідно даних рисунка автокореляції з лагами 5, 8 та 11 не є статистично значущими.

Перейдемо до побудови моделі.

Провівши побудову моделей ARIMA ми прийшли до найкращої шляхом відкидання плинної середньої та константи у зв'язку з тим, що вона виявилась не статистично значущою. Результати моделювань відображено в додатку Л.

Ось вигляд найкращої з моделей:

```

. arima Investment, noconstant arima(1,2,0)

(setting optimization to BHHH)
Iteration 0:  log likelihood = -275.77326
Iteration 1:  log likelihood = -275.76009
Iteration 2:  log likelihood = -275.75807
Iteration 3:  log likelihood = -275.75794
Iteration 4:  log likelihood = -275.75793

ARIMA regression

Sample: 1994 - 2022                Number of obs   =      29
Log likelihood = -275.7579          Wald chi2(1)    =     10.89
                                    Prob > chi2     =     0.0010

```

D2. Investment	Coef.	OPG Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
<b>ARMA</b>						
ar L1.	-.5169409	.1566713	-3.30	0.001	-.824011	-.2098708
/sigma	3244.763	382.2854	8.49	0.000	2495.497	3994.028

Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided confidence interval is truncated at zero.

Рис. 3.13. ARIMA модель для часового ряду Investment

```

. estat ic

Akaike's information criterion and Bayesian information criterion

```

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	31	.	-294.5274	2	593.0548	595.9228

Note: N=Obs used in calculating BIC; see [R] BIC note.

Рис. 3.14. Значення інформаційних критеріїв для часового ряду Investment

Дана модель є найкращою серед усіх можливих для часового ряду Investment.

Застосуємо всі ті ж кроки до моделювання викидів вуглецю. Результати побудови графіків корелограм та самих змінних, а також моделювання знаходяться в додатках М, Н та О.

В ході побудови моделей нами було виявлено, що константа та лаги не є статистично значущими, тому серед змінних було залишено лише плинне середнє

з порядком 1.

```
. arima Polution, noconstant arima(0,2,1)

(setting optimization to BHHH)
Iteration 0: log likelihood = -23.192199
Iteration 1: log likelihood = -22.577223
Iteration 2: log likelihood = -22.451733
Iteration 3: log likelihood = -22.394619
Iteration 4: log likelihood = -22.390616
(switching optimization to BFGS)
Iteration 5: log likelihood = -22.387995
Iteration 6: log likelihood = -22.386984
Iteration 7: log likelihood = -22.386983

ARIMA regression

Sample: 1994 - 2022                Number of obs   =        29
                                   Wald chi2(1)      =        16.93
Log likelihood = -22.38698         Prob > chi2     =        0.0000
```

D2.Polution	Coef.	OPG Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
<b>ARMA</b>						
ma						
L1.	-.6215504	.1510751	-4.11	0.000	-.9176521	-.3254487
/sigma	.519241	.0818127	6.35	0.000	.358891	.679591

Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided confidence interval is truncated at zero.

Рис. 3.15. ARIMA модель для часового ряду Polution

```
. estat ic

Akaike's information criterion and Bayesian information criterion
```

Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	31	.	-54.07794	2	112.1559	114.8905

Note: N=Obs used in calculating BIC; see [\[R\] BIC note](#).

Рис. 3.16. Значення інформаційних критеріїв для часового ряду Polution

Оскільки Log likelihood досить великий, а коефіцієнт AR менший за 1 з ймовірністю менше 0,05 (значущий), AIC та BIC є досить малими, то модель побудована правильно.



Markov-switching dynamic regression						
Sample: 1992 - 2022			Number of obs	=	31	
Number of states = 2			AIC	=	17.8112	
Unconditional probabilities: transition			HQIC	=	17.9293	
Log likelihood = -250.26235			SBIC	=	18.1884	
Investment	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
<b>State1</b>						
Polution	-252.5528	40.66891	-6.21	0.000	-332.2624	-172.8432
_cons	2220.934	269.4753	8.24	0.000	1692.772	2749.096
<b>State2</b>						
Polution	-223.7867	412.0891	-0.54	0.587	-1031.467	583.8931
_cons	5838.456	2582.957	2.26	0.024	775.9535	10900.96
sigmal	86.84234	20.53298			54.63534	138.035
sigma2	3267.145	522.5104			2388.013	4469.922
p11	.821098	.1330329			.4375305	.9643876
p21	.0654059	.0652427			.0085656	.3617897

Рисунок 3.18. Модель динамічної регресії Маркова.

Дивлячись на значення отриманих коефіцієнтів у результатах, ми можемо записати рівняння конкретної моделі таким чином:

Стан 1 (режим низької варіації):

$$\text{Інвестиції} = 2220,934 - \text{CO}_2 * 252,5528 + \varepsilon_t,$$

$$\text{де } \varepsilon_t \sim N(86,84234)$$

Стан 2 (режим високої варіації):

$$\text{Інвестиції} = 5838,456 - \text{CO}_2 * 223,7867 + \varepsilon_t,$$

$$\text{де } \varepsilon_t \sim N(3267,145)$$

Оскільки Log likelihood достатньо великий, а коефіцієнт AR менший за 1 з ймовірністю менше 0,05 (значущий), AIC та BIC є достатньо малими, то модель побудована правильно.

Марківська діаграма переходів станів і матриця P мають такий вигляд:

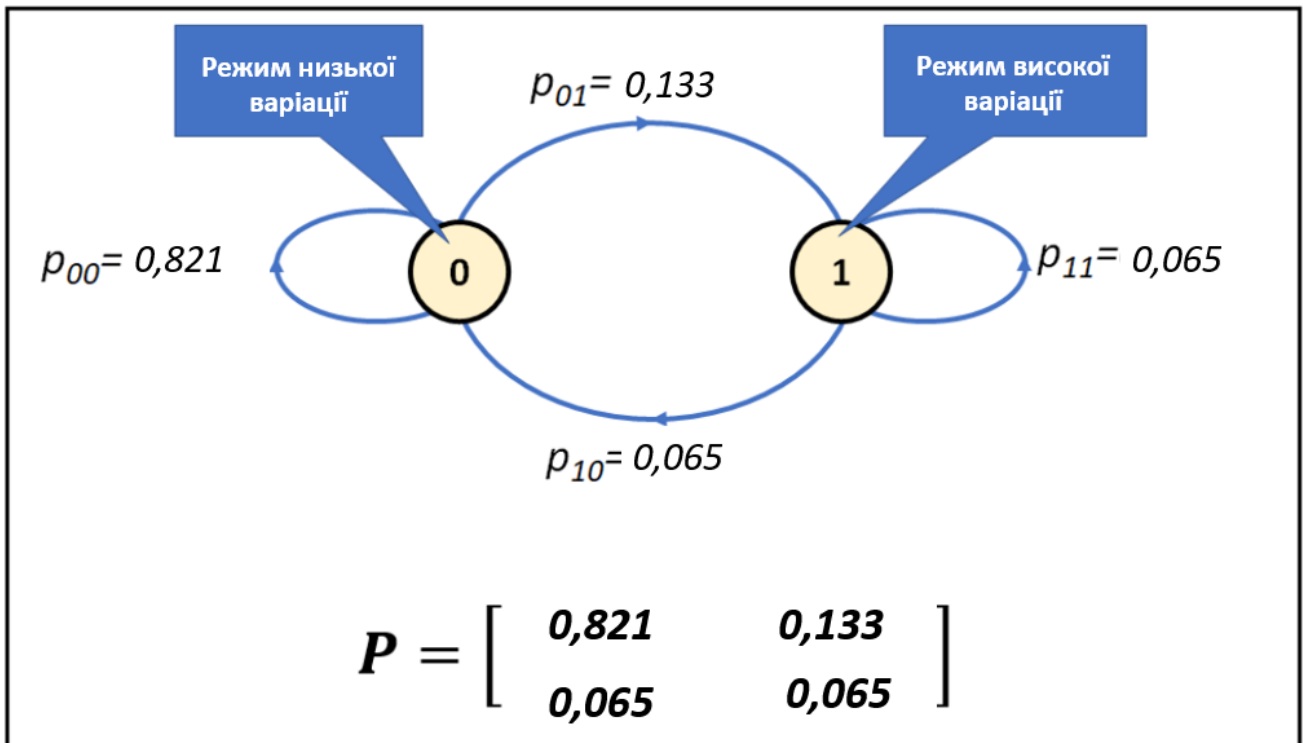


Рисунок 3.19. Діаграма переходів станів і матриця переходів  $P$  для підігнаної 2-станової моделі Маркова (зображення автора)

Ми бачимо, що коли іноземні інвестиції перебувають у режимі низької варіації, вони, як правило, перемикаються на режим високої менш ніж у 2% випадків, тоді як, якщо іноземні інвестиції перебувають у режимі низької дисперсії, вони мають тенденцію лишатись в цьому ж режимі з імовірністю приблизно 82%.

В результатах моделювання виявлено, що в стані 2 коефіцієнт при  $CO_2$  не є статистично значущим на рівні довіри 95% ( $p\text{-value}=0,587 > 0,05$ ), а в стані 1, коефіцієнти моделі є статистично значущими на 95% рівні довіри. Це є пов'язано зі збройними конфліктами викликаними рф, а також різними зовнішньосвітовими факторами та кризами на які, країни не можуть мати впливу, тому викиди вуглецю не матимуть тісного взаємозв'язку з падіннями рівня іноземних інвестицій. Можемо зробити висновок: якщо викиди вуглецю зростуть на 1% за незмінності інших факторів прилив іноземних інвестицій зменшиться на 252,55 млн. дол. США.

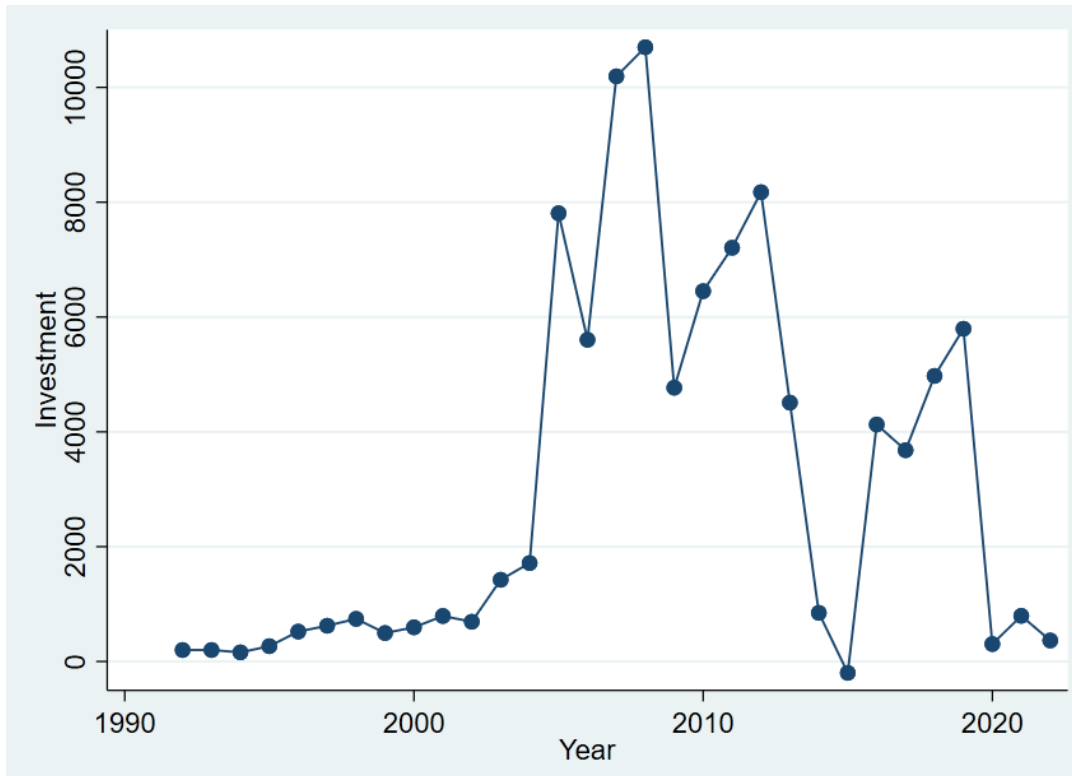


Рис. 3.20. Показники іноземних інвестицій (зображення автора).

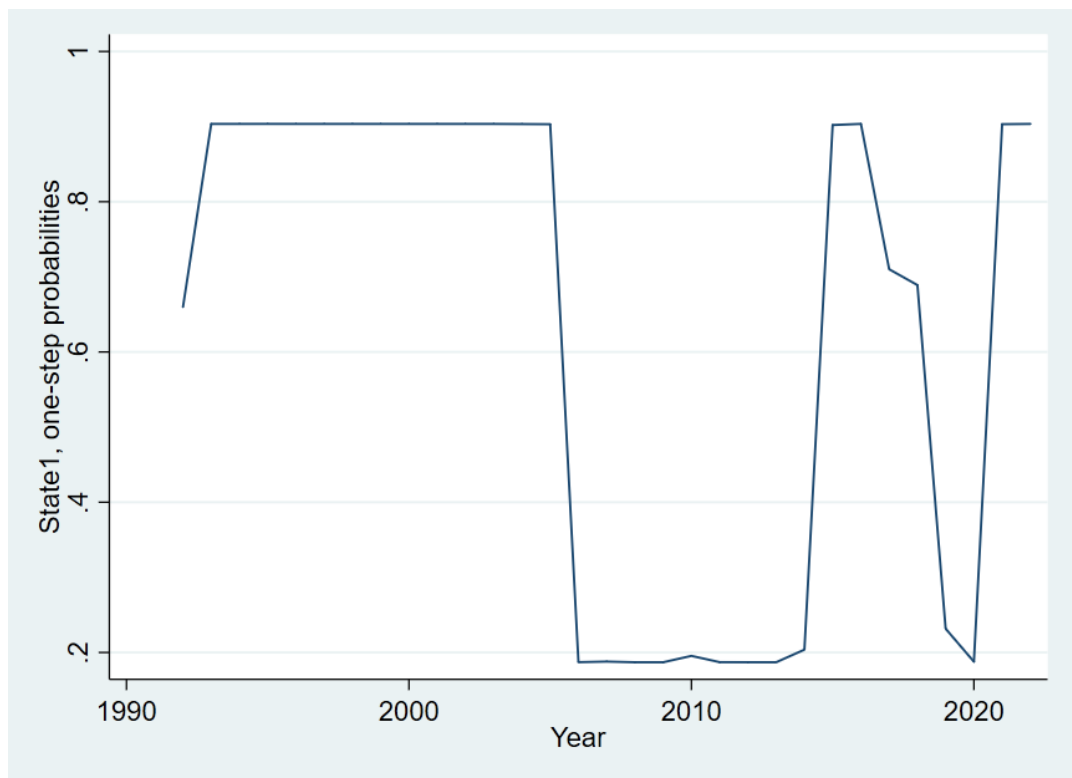


Рис. 3.21. Імовірності стану Маркова, накладені на показники іноземних інвестицій (зображення автора).

Ми бачимо, що часто, коли модель стану Маркова знаходиться в стані 1



низької дисперсії, економіка України розвивається (1992-2008 рр.), а от коли існує висока ймовірність стану 2 (високої дисперсії – “1- P (state 1)”) перебуває в рецесії (2014-2022 рр.).

Останнім кроком є прогнозування іноземних інвестицій України на 2023-2024 рр.. Результати прогнозів за різними моделями відображено на рис. 3.16.



Рисунок 3.22. Прогнозування іноземних інвестицій в період з 2023 по 2024 рр.

Згідно даних рисунка 3.22 спостерігатиметься позитивна тенденція в бік до збільшення іноземних інвестицій у 2023-2024 рр.

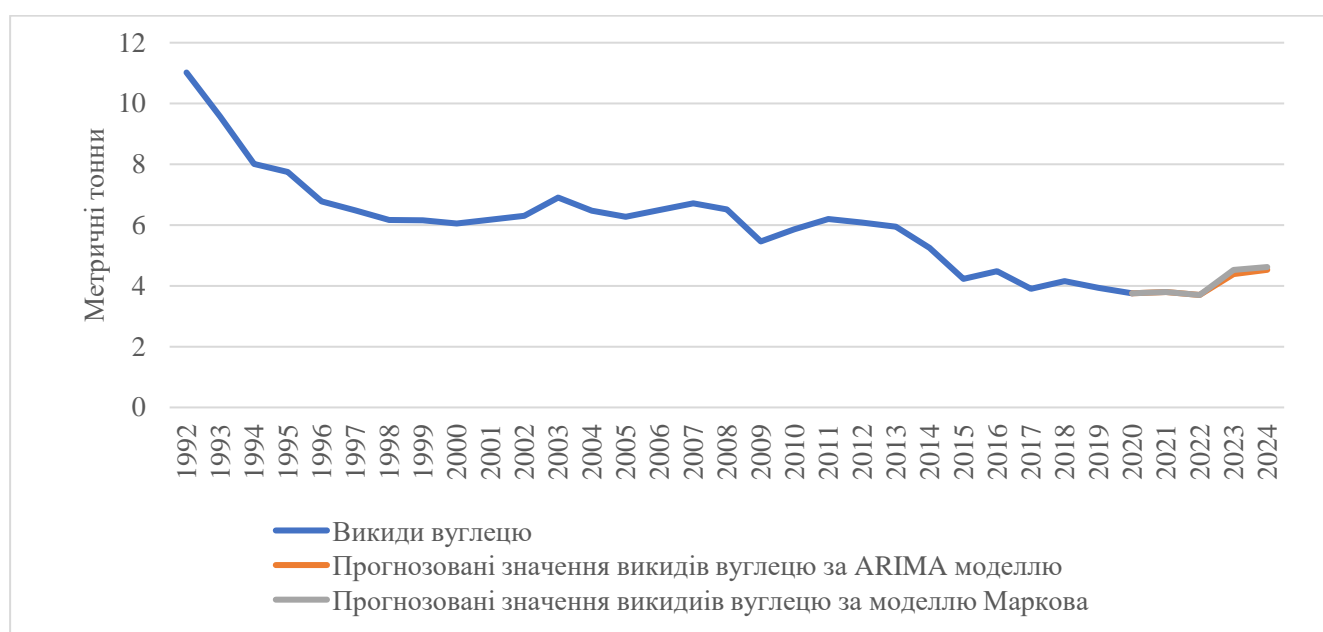


Рисунок 3.23. Прогнозування викидів вуглецю в період з 2023 по 2024 рр.

Згідно даних рисунка 3.23 прогнозується негативна тенденція в бік до

збільшення викидів вуглецю у 2023-2024 рр.

Отже, на основі дослідження часових рядів була здійснена перевірка на стаціонарність, коінтегрованість, було побудовано ARIMA модель та модель динамічної регресії Маркова, а також було здійснено прогноз викидів вуглецю та іноземних інвестицій на 2023-2024 рр..

У ході кореляційно-регресійного аналізу було виявлено, що при збільшенні рівня безробіття на 0,01% ВВП зменшиться 5,22%; при збільшенні частки сільського населення на 0,01% ВВП збільшиться на 1,71%, а також зниження військових витрат на 0,01% призведе до зменшення ВВП на 7,24%. В рамках даного дослідження ми вважали, що саме рівень безробіття чинить ключовий вплив на результуючу змінну, але згідно з даних регресії військові витрати впливають на результуючу змінну куди більшою мірою (на 2% більше), що безумовно потребує подальшого осмислення та аналізу.

В результатах моделювання виявлено, що в стані 2 регресії Маркова коефіцієнт при  $CO_2$  не є статистично значущим на рівні довіри 95% ( $p\text{-value}=0,587 > 0,05$ ), а в стані 1, коефіцієнти моделі є статистично значущими на 95% рівні довіри. Це є пов'язано зі збройними конфліктами викликаними рф, а також різними зовнішньо-світовими факторами та кризами на які, країни не можуть мати впливу, тому викиди вуглецю не матимуть тісного взаємозв'язку з падіннями рівня іноземних інвестицій. Можемо зробити такий висновок за моделлю динамічної регресії Маркова: якщо викиди вуглецю зростуть на 1% за незмінності інших факторів прилив іноземних інвестицій зменшиться на 252,55 млн. дол. США.

Як модель ARIMA так модель Маркова передбачили наступне: у 2023-2024 прогнозується негативна тенденція в бік до збільшення викидів вуглецю та позитивна тенденція в бік до збільшення іноземних інвестицій.

### **3.3. Напрями забезпечення розвитку економіки України**

Розбудова національної економіки полягає у здійсненні переходу від екстенсивного розвитку економіки до інтенсивного. Оскільки частка доданої

вартості виражає напряду якість виготовленої продукції, то можемо зробити висновок про наявність негативної тенденції щодо якості виготовлених високотехнологічних товарів та послуг, їх застарівання. Упродовж 2013-2015 рр. частка доданої вартості у високотехнологічній продукції зменшується з темпом в 4%, у період 2016-2018 вона зменшується з середнім темпом 7,2% і у 2018 році вона досягає мінімального значення – 42%, що є негативно.

Найстрімкіше зростання національного доходу припало на 2020-2021, як і випуску засобів виробництва та частки доданої вартості у продукції, тому цей позитивний тренд має підтримуватись і надалі, але при цьому постає невирішене питання щодо безробіття, яке частково породжується наростанням науково-технічного потенціалу, а також війною. Високий рівень корумпованості є однією з найбільш глибоких причин економічного відставання України порівняно з іншими країнами ЄС і потребує негайного вирішення з боку уряду України, а також її громадян.

Розвиток економіки України вимагає комплексного та системного підходу, що охоплює різні сфери та напрямки. Усі країни розглянуті у другому розділі даної роботи, які досягли успіхів у забезпечення економічного зростання мають розвинену інфраструктуру, високий рівень глобальної торгівлі та інвестицій та переважно високий рівень розвитку людського капіталу та освіти. Базуючись на даних ключових показниках, ми виокремили такі ключові напрями та стратегії сприяння економічному зростанню України у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

#### Ключові напрями та стратегії сприяння зростанню економіки України

<i>Напря́м</i>	<i>Ключові стратегії</i>
Економічні реформи та державне управління	Впровадження структурних реформ у сферах оподаткування, фінансів, публічних закупівель, правосуддя та антикорупційних заходів. Модернізація державного управління, підвищення його ефективності та транспарентності.
Інфраструктура та транспорт	Інвестиції у розвиток транспортної та енергетичної інфраструктури, включаючи розширення дорожньої мережі, розвиток залізничного та водного транспорту, енергетичні проекти та інше.

Розвиток промисловості та інновацій	Сприяння розвитку високотехнологічних галузей, інновацій та науково-дослідних центрів. Підтримка малого та середнього екологічного бізнесу та підприємництва.
Сільське господарство та продовольча безпека	Зростання виробництва сільськогосподарської продукції та її якості. Реформування аграрного сектору та впровадження сучасних агротехнологій.
Розвиток людського капіталу та освіта	Підвищення якості освіти та забезпечення населення необхідними навичками та знаннями для сучасного ринку праці. Програми підвищення кваліфікації, підтримка наукових досліджень та розвиток інновацій.
Галузевий розвиток та експорт	Спеціалізація та розвиток ключових галузей, які мають конкурентні переваги. Стимулювання експорту та залучення іноземних інвестицій у експортноорієнтовані галузі.
Енергетична ефективність та сталість довкілля	Зменшення енергозалежності та розвиток альтернативних джерел енергії. Реалізація проектів з екологічною сталістю та зменшення впливу на довкілля.

Ці напрями мають важливе значення для забезпечення сталого економічного розвитку України та підвищення її конкурентоспроможності на міжнародному рівні. Ефективна реалізація цих стратегій потребує співпраці між урядом, бізнесом, громадськістю та міжнародними партнерами.

Оскільки в ході моделювання економічного зростання України виявлено, що при збільшенні рівня безробіття на 0,01% ВВП зменшиться 5,22%; при збільшенні частки сільського населення на 0,01% ВВП збільшиться на 1,71%, а також зниження військових витрат на 0,01% призведе до зменшення ВВП на 7,24%, то уряд України повинен забезпечити появу нових робочих місць, подбати про добробут сільських жителів та приділити значну увагу до військового потенціалу України, аби якнайефективніше протистояти зовнішнім агресорам та зробити Україну більш привабливою для іноземних інвесторів.

Також варто зазначити, що в ході моделювання економічного зростання країн світу таких як Австралія, Бельгія, Канада, Данія, Естонія, Ефіопія, Фінляндія, Німеччина, Угорщина, Ісландія, Італія, Нідерланди, Нова Зеландія, Нігерія, Норвегія, Польща, росія, Словаччина, Словенія, Швеція, Швейцарія, США та звичайно Україна за 1993-2022 роки було виявлено наступне: з ймовірністю

допустити помилку в 1% випадків наступне збільшення викидів вуглецю на 1% зменшить обсяг іноземних інвестицій на 4,57 млрд. дол. Це свідчить про те, що наразі світові інвестиції спрямовуються переважно на проекти, що не забруднюють навколишнє середовище і це є безперечно позитивно.

### Висновки до розділу 3

На основі проведеного дослідження, нами виявлено, що після статистичного відсіву незначущих змінних в моделі залишилося три фактори, два з яких прямо впливають на ВВП України (частка сільського населення та військові витрати) та один фактор має протилежний знак — рівень безробіття.

За прогнозом, підвищення рівня безробіття негативно вплине на рівень ВВП в 2023-2024 рр. Витрати на військове забезпечення мають сталу тенденцію до зростання, тому, це позитивно відіб'ється на рівень ВВП. Дані, що отримані на основі економіко-математичного аналізу, мають достатньо високий рівень статистичної правдоподібності ( $R^2=94\%$ ) і можуть мати практичне застосування з метою прогнозування рівня ВВП як індикатора економічного розвитку. Вплив військових витрат на економічне зростання України потребує подальшого дослідження.

У ході кореляційно-регресійного аналізу було виявлено, що при збільшенні рівня безробіття на 0,01% ВВП зменшиться 5,22%; при збільшенні частки сільського населення на 0,01% ВВП збільшиться на 1,71%, а також зниження військових витрат на 0,01% призведе до зменшення ВВП на 7,24%. В рамках даного дослідження ми вважали, що саме рівень безробіття чинить ключовий вплив на результуючу змінну, але згідно з даних регресії військові витрати впливають на результуючу змінну куди більшою мірою (на 2% більше), що безумовно потребує подальшого осмислення та аналізу.

В результатах моделювання виявлено, що в стані 2 регресії Маркова коефіцієнт при  $CO_2$  не є статистично значущим на рівні довіри 95% ( $p\text{-value}=0,587 > 0,05$ ), а в стані 1, коефіцієнти моделі є статистично значущими на 95% рівні довіри. Це є пов'язано зі збройними конфліктами викликаними рф, а також різними

зовнішньо-світовими факторами та кризами на які, країни не можуть мати впливу, тому викиди вуглецю не матимуть тісного взаємозв'язку з падіннями рівня іноземних інвестицій. Можемо зробити такий висновок за моделлю динамічної регресії Маркова: якщо викиди вуглецю зростуть на 1% за незмінності інших факторів прилив іноземних інвестицій зменшиться на 252,55 млн. дол. США.

З огляду на вищезазначені результати дослідження, сформуємо низку рекомендацій стосовно дій уряду України: подбати про забезпечення належної кількості робочих місць, вжити заходів щодо поліпшення міграційної привабливості сіл та стимулювати військові витрати, які б були запорукою мирного середовища для інвестиційної та виробничої діяльності, для внутрішніх та іноземних інвесторів; слугували б залученню ресурсів, зокрема населення, до науково-дослідної та дослідно-конструкторської діяльності [1].

## ВИСНОВКИ

В процесі написання кваліфікаційної роботи було розкрито зміст категорії «економічне зростання» оскільки з плином часу все далі більше зрозуміло, що тільки об'єднання індивідуальних сил згідно спільних цілей дозволяє створити умови для добробуту населення. Саме на це спрямоване економічне зростання, адже це не тільки обмежується регулярним розширенням масштабів діяльності всіх суб'єктів господарювання (того ж ВВП на душу населення, національного доходу тощо), але й веде до якісних змін, а саме: створення кращої організації суспільства, підсилення конкурентоспроможності країни та її здатності впливати на геополітичну ситуацію в світі, подолання бідності.

У першому розділі було проаналізовано глобалізаційні процеси та світову економіку в цілому. Досліджуючи теорії економічного зростання автор прийшов до висновку, що економічне зростання є складним і багатограним процесом, на який впливає широкий спектр факторів. Ці фактори взаємодіють і сприяють зростанню та вдосконаленню економіки з часом. Освіта, навички та здоров'я робочої сили, себто людський капітал, має вирішальне значення для економічного

розвитку.

Добре освічене та здорове населення є більш продуктивним, інноваційним та адаптованим до мінливих економічних умов. Належна інфраструктура, включаючи транспортні мережі, системи зв'язку та енергетичні об'єкти, є важливою для ефективного виробництва та торгівлі, підтримування цього ж людського капіталу. Доступ до передових технологій і їх впровадження відіграють важливу роль у підвищенні продуктивності та сприянні економічному зростанню. Також наявність і стале управління природними ресурсами може сприяти економічному розвитку в країнах, багатих на ресурси.

В ході дослідження зарубіжного досвіду економічного розвитку було визначено основні тенденції регулювання цього процесу у різних країнах (Австралія, Бельгія, Канада, Данія, Естонія, Ефіопія, Фінляндія, Німеччина, Угорщина, Ісландія, Італія, Нідерланди, Нова Зеландія, Нігерія, Норвегія, Польща, росія, Словаччина, Словенія, Швеція, Швейцарія, США), особливості введення політик, охарактеризовані основні моделі політики, а також підходи та принципи. Таким чином, детальне вивчення та аналіз даного питання, дає можливість визначити подальші пріоритети задля регулювання економічної політики в контексті України. Досвід цих країн допомагає проаналізувати низку факторів, які сприяють економічному зростанню, таких як стратегічне планування, інвестиції в людський капітал, розвиток інфраструктури, відкритість торгівлі, політична стабільність і політика, яка залучає іноземні інвестиції. Унікальні обставини та стратегії кожної країни відіграють певну роль в їхньому успіху, і вивчення цих прикладів може стати джерелом натхнення та уроків для інших країн, які прагнуть економічного зростання та розвитку.

У другому розділі було розглянуто підходи до моделювання економічного зростання та розглянуто кібернетичні принципи. В ході дослідження сутності сучасних економіко-математичних моделей (економічного зростання) та їх методології, ми виявили, що модель дуополії Курно та використання ним математичних методів для вивчення економічної конкуренції були новаторськими зусиллями в галузі економіки; використовуючи ящик Еджворта. Еджворт зміг

визначити набір рішень, за яких обидві особи могли максимізувати свою корисність. Цей набір рішень, званий контрактною кривою, являє собою ядро економіки сучасною економічною мовою. Підхід Самуельсона дозволив моделювати економічні системи та описувати економічну поведінку, подібну до інших систем. Його робота продемонструвала, що принципи максимізації корисності та рівноваги в економічних системах можна формалізувати за допомогою математичних методів. Він застосував порівняльну статику для порівняння різних станів рівноваги після екзогенних змін у змінних, надаючи потужний інструмент для аналізу економічної динаміки. Трюгве Хаавельмо, учень Фріша, зробив значний внесок у цю сферу своєю роботою «Імовірнісний підхід в економетриці», опублікованій у 1944 році. Хаавельмо наголошував на важливості точного статистичного аналізу для підтвердження математичних теорій про суб'єктів економіки з використанням даних зі складних джерел. Ця інтеграція статистичного аналізу та економічної теорії стала центральною темою в розвитку сучасної економетрики.

Після аналізу економічної літератури для дослідження даної тематики як показник економічного зростання ми також розглянули іноземні інвестиції. Це і буде результуючою ознакою. За факторні ознаки було взято рівень викидів діоксиду вуглецю, індекс сприйняття корупції у таких країнах як Австралія, Бельгія, Канада, Данія, Естонія, Ефіопія, Фінляндія, Німеччина, Угорщина, Ісландія, Італія, Нідерланди, Нова Зеландія, Нігерія, Норвегія, Польща, росія, Словаччина, Словенія, Швеція, Швейцарія, США та звичайно Україна. Після проведення всіх тестів можемо зробити висновок, що всі змінні розподілені за нормальним законом, відсутня мультиколінеарність, гетероскедастичність та ендогенність. Отже, з ймовірністю допустити помилку 1% при збільшенні викидів діоксиду вуглецю на 1%, іноземні інвестиції зменшаться на 4,57 млрд. доларів. З ймовірністю допустити помилку 3% при збільшенні ВВП на 1%, ВВП іноземні інвестиції збільшаться 1894 долаів США.

У третьому розділі нами було проведено аналіз показників економічного зростання України. У період 2013 по 2018 рр. спостерігається стрімке підвищення



обсягів високотехнологічної продукції. Станом на 2018 рік дані обсяги зросли приблизно вдвічі, що є позитивно. Починаючи з 2019 року спостерігається сповільнення розвитку і незначене просідання. Лише у 2020-2021 рр. є невеликий приріст обсягів виробництва такої продукції. Ми можемо припустити, що це сталося завдяки тому, що витрати промислових підприємств на інноваційну діяльність зросли, причому підприємства наукоємного сегменту у 2019 р. витратили на інновації на 20,5% більше, ніж у 2018 р.. Попри те, що обсяги високотехнологічної продукції в Україні переважно зростають, спостерігається негативна тенденція щодо зменшення частки доданої вартості в обсязі виготовленої продукції. Не складно помітити, що упродовж 2013-2015 рр. ця частка зменшується з темпом в 4%, у період 2016-2018 вона зменшується з середнім темпом 7,2% і у 2018 році вона досягає мінімального значення – 42%. Упродовж 2018-2021 рр. ця частка коливається в межах 42-46% і суттєвих поліпшень не спостерігається.

На основі офіційних статистичних даних, за використання методів економіко-математичного моделювання, проаналізовано можливості впливу таких факторів як безробіття, витрат на військово озброєння та ін. на економічне зростання України. Використано відсів незначущих факторів впливу на економічне зростання в Україні на основі кореляційно-регресійного аналізу, t-критерію Стьюдента. Розраховано прогнозні значення ВВП України на 2023-2024 рр. за допомогою методу експоненційного згладжування, а також виявлено додаткові можливостей і наведено рекомендації стосовно дій уряду щодо поліпшення рівня розвитку економіки України.

Нами було виявлено, що найбільший рівень ефективності урядів більшості країн припадає саме на 2001-2005 рр., а також спостерігається тенденція у бік зменшення ефективності урядів країн окрім Литви та Угорщини. Можна чітко спостерігати певний взаємозв'язок кращої організації суспільства та валового внутрішнього продукту – у країн з найкращими соціальними інститутами та високим рівнем контролю за корупцією найвищі значення ВВП.

Отже, розбудова національної економіки полягає у здійсненні переходу від екстенсивного розвитку економіки до інтенсивного. Оскільки частка доданої

вартості виражає напряду якість виготовленої продукції, то можемо зробити висновок про наявність негативної тенденції щодо якості виготовлених високотехнологічних товарів та послуг, їх застарівання. Упродовж 2013-2015 рр. частка доданої вартості у високотехнологічній продукції зменшується з темпом в 4%, у період 2016-2018 вона зменшується з середнім темпом 7,2% і у 2018 році вона досягає мінімального значення – 42%, що є негативно.

В результаті економетричного моделювання було виявлено, що з ймовірністю допустити помилку в 1% випадків при зменшенні викидів діоксиду вуглецю на 1%, іноземні інвестиції збільшаться на 4,57 млрд. доларів. З ймовірністю допустити помилку в 3% випадків при збільшенні ВВП на 1%,

В ході кореляційного аналізу, виокремлено такі показники як частка громадян у міграції. Між цією змінною та рівнем безробіття існує доволі сильний обернений зв'язок (про це свідчить від'ємний знак коефіцієнта і він близький до одиниці за модулем) і включення разом цих факторів в модель дасть зміщені оцінки. Також показник витрат на військове забезпечення має тісну кореляцію з таким показником контроль рівня корупції. В ході моделювання ми отримали прогноз, що є дещо менш оптимістичним, адже обіцяє у 2022 році триматись на рівні економічного зростання, що був у 2018 році до початку пандемії COVID-19, чи вдасться цього досягнути в умовах повномасштабної війни — невідомо.

На основі дослідження часових рядів була здійснена перевірка на стаціонарність, коінтегрованість, було побудовано ARIMA модель та модель динамічної дисперсії Маркова. Також був побудований прогноз інвестицій в Україні та оцінки викидів діоксиду вуглецю та наступні 2 періоди і передбачає негативну тенденцію у бік до збільшення викидів вуглецю щороку на 10,5% і збільшення іноземних інвестицій на 5% щорічно.

В результаті побудови моделей часових рядів було виявлено, що в стані 2 регресії Маркова коефіцієнт при  $CO_2$  не є статистично значущим на рівні довіри 95% ( $p\text{-value}=0,587 > 0,05$ ), а в стані 1, коефіцієнти моделі є статистично значущими на 95% рівні довіри. Це є пов'язано зі збройними конфліктами викликаними рф, а також різними зовнішньо-світовими факторами та кризами на які, країни не можуть

мати впливу, тому викиди вуглецю не матимуть тісного взаємозв'язку з падіннями рівня іноземних інвестицій. Можемо зробити такий висновок за моделлю динамічної регресії Маркова: якщо викиди вуглецю зростуть на 1% за незмінності інших факторів прилив іноземних інвестицій зменшиться на 252,55 млн. дол. США.

З огляду на вищезазначені результати дослідження, сформуємо низку рекомендацій стосовно дій уряду України: подбати про забезпечення належної кількості робочих місць, вжити заходів щодо поліпшення міграційної привабливості сіл та стимулювати військові витрати, які б були запорукою мирного середовища для інвестиційної та виробничої діяльності, для внутрішніх та іноземних інвесторів; слугували б залученню ресурсів, зокрема населення, до науково-дослідної та дослідно-конструкторської діяльності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ando S.. The impact of defense expenditure on economic growth: Panel data analysis based on the Feder Model. *International Journal of Economic Policy Studies*. 2009. Vol. 4(1). P. 141–154
2. Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment / [Laprimaradice]: — Режим доступу: <https://laprimaradice.myblog.it/media/00/00/2491562877.pdf>
3. Debreu, Gérard (2008). "Mathematical economics", *The New Palgrave Dictionary of Economics*, 2nd Edition.
4. Economist [Електронний ресурс]: — Режим доступу: <https://www.economist.com/finance-and-economics/2023/06/22/rebuilding-ukraine-will-require-money-but-also-tough-reforms>
5. Krogstrup, Signe; Oman, William (4 September 2019). *Macroeconomic and Financial Policies for Climate Change Mitigation: A Review of the Literature*
6. Paul Bairoch, "Economics and World History: Myths and Paradoxes," (1995: University of Chicago Press, Chicago) p. 33
7. Rostow, W.W. "The Five Stages of Growth". *Development and Underdevelopment: The Political Economy of Global Inequality*.
8. Rothe C, Schunk M, Sothmann P, Bretzel G, Froeschl G, Wallrauch C, et al., Transmission of 2019-nCoV infection from an asymptomatic contact in Germany, *N. Engl. J. Med*, 382 (2020), 970–971. 10.1056/NEJMc2001468 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9373439/#R40>
9. Sefa Awaworyi and Siew Ling Yew. 2014. The Effect of Military Expenditure on Growth: An Empirical Synthesis. URL: [https://www.monash.edu/\\_data/assets/pdf\\_file/0008/925685/the\\_effect\\_of\\_military\\_expenditure\\_on\\_growth\\_an\\_empirical\\_synthesis.pdf](https://www.monash.edu/_data/assets/pdf_file/0008/925685/the_effect_of_military_expenditure_on_growth_an_empirical_synthesis.pdf)
10. Stilianos A. *Neoclassical and Post-Keynesian Theories of Regional Growth*
11. Г. М. Андрущишина, Аверкина М. Ф. Моделювання економічного зростання України. [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2>

[ahUKEwjHu6-dnJSCAxUq1AIHHfyfCFIQFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fworldjournal.com%2Findex.php%2Fswj%2Farticle%2Fdownload%2Fswj18-02-019%2F3227&usg=AOvVaw0hLfHpMrcVD9EHZNwrNN\\_-&opi=89978449](https://en.wikipedia.org/wiki/File:ValueChain.PNG)

12. Діаграма ланцюга доданої вартості. *Вікіпедія* <<https://en.wikipedia.org/wiki/File:ValueChain.PNG>> (2022, лютий, 10)
13. Інноваційна діяльність в Україні у 2019 році: науково-аналітична доповідь / Т.В. Писаренко, Т.К. Кваша, Рожкова Л.В., Коваленко О.В. – К.: УкрІНТЕІ, 2020. – 45 с
14. Історія економічних вчень. Сайт osvita.ua [Електронний ресурс] — Режим доступу: [https://osvita.ua/vnz/reports/econom\\_history/25184/](https://osvita.ua/vnz/reports/econom_history/25184/)
15. Ключові завдання для економічного зростання України. Вебсайт LB.ua [Електронний ресурс] — Режим доступу: [https://lb.ua/economics/2021/07/21/489874\\_klyuchovi\\_zavdannya\\_ekonomichno\\_go.html](https://lb.ua/economics/2021/07/21/489874_klyuchovi_zavdannya_ekonomichno_go.html)
16. Колінець Л. Б., Радинський С. В. (2020). Вплив зростання військових витрат на економічний розвиток країн. [Електронний ресурс] — Режим доступу: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/8\\_2020/10.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/8_2020/10.pdf)
17. Комплексні статистичні публікації: Україна в цифрах. Офіційний сайт Укрстату. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv\\_u/01/Arch\\_ukr\\_zb.htm](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/01/Arch_ukr_zb.htm)
18. Краус Н. М. Історія економіки та економічної думки: структурно-логічні схеми, таблиці, малюнки : навч. посіб. / Н. М. Краус ; М-во освіти і науки України, ВНЗ Укрспілки "Полтав. ун-т економіки і торгівлі". – Київ : Центр учб. літ., 2014. – Модуль 1, тема 4.3 : Економічна теорія фізіократів (Ф. Кене, Ф. Тюрго). – С. 119–130.
19. Ліст Фрідріх. Національна система політичної економії / пер. з нім. Михайло Гавриш. – К. : Наш Формат, 2021. – 368 с.
20. Майкл Портер (1979). How competitive forces shape strategy», Harvard business Review.

- 21.Макаренко М. В. ЕКОНОМІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РЕГІОНУ ЯК ОСНОВА ЙОГО РОЗВИТКУ / Марина Василівна Макаренко. // ВІСНИК ПРИАЗОВСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ. – 2017. – №34. – С. 12–18.
- 22.Мальська, В. В. Худо, Ю. С. Занько (2004). Організація туристичного обслуговування: підручник / М. П.; Львів. нац. ун-т ім. І. Франка. — К. : Знання. < <http://194.44.152.155/elib/local/sk660178.pdf>> (2022, лютий, 10)
- 23.Моделі економічного зростання [Електронний ресурс]: Навч. посібник. / І.М. Пістунів; Нац. гірн. ун-т. – Електрон. текст. дані. – Д.: НТУ «ДП», 2019. – 113 с. – Режим доступу: <http://pistunovi.inf.ua/MEG.pdf>
- 24.Моделі і методи соціально-економічного прогнозування / В.М. Геєць, Т.С. Клебанова, О.І. Черняк, В.В. Іванов, Н.А. Дубровіна, А.В. Ставицький. Харків : ВД “ІНЖЕК”, 2005. - 396 с
- 25.Модель «Ящик Еджворта», що відображає контрактну криву в економіці з двома учасниками. [Електронний ресурс] — Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical\\_economics#/media/File:Contract-curve-on-edgeworth-box.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_economics#/media/File:Contract-curve-on-edgeworth-box.svg)
- 26.Модель Харрода-Домара. [Електронний ресурс] — Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C\\_%D0%A5%D0%B0%D1%80%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D0%94\\_%D0%94%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B0#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C\\_%D0%A5%D0%B0%D1%80%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0-%D0%94%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B0.png](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%A5%D0%B0%D1%80%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D0%94_%D0%94%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B0#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%A5%D0%B0%D1%80%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0-%D0%94%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B0.png)
- 27.Моделювання сталого розвитку регіону./ Сисак, Л. І., Солтисік О. О.// Івано-Франківськ: Видавничо-дизайнерський відділ Центру інформаційних технологій. – 2006. 56.Геєць В.М..
- 28.О. П. Хаєцька. Особливості економічного зростання в Україні та світі. 2019 [Електронний ресурс] — Режим доступу:

[http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/10\\_2019/43.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/10_2019/43.pdf)

29. Основи економічної теорії: Підручник / За заг. ред. д-ра екон. наук, проф. Л. С. Шевченко. – Х.: Право, 2008. – 448 с. ISBN 978-966-458-017 [Електронний ресурс] — Режим доступу: [https://library.nlu.edu.ua/POLN\\_TEXT/KOMPLEKS/ET/KURS/OSNOVA\\_ET/EkonomTeoria.pdf](https://library.nlu.edu.ua/POLN_TEXT/KOMPLEKS/ET/KURS/OSNOVA_ET/EkonomTeoria.pdf).
30. Професійні Збройні сили: коли це буде можливо? Сайт LB.ua — Режим доступу: [https://lb.ua/news/2022/02/03/504512\\_profesiyni\\_zbroyni\\_sili\\_koli\\_tse\\_bude.html](https://lb.ua/news/2022/02/03/504512_profesiyni_zbroyni_sili_koli_tse_bude.html).
31. Садовий М.М. Структурні зрушення в економіці України як фактор економічного зростання.
32. Сайт світового банку [Worldbank]: — Режим доступу: <https://data.worldbank.org/indicator/MS.MIL.MPRT.KD>
33. Сайт світового банку [Worldbank]: [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://www.worldbank.org/en/home>
34. Світовий банк відкритих даних. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://data.worldbank.org/>
35. Сміт Адам. Дослідження про природу і причини багатства народів / пер. з англ. О. Васильєв, М. Межевікіна, А. Малівський, К. —: Наш Формат, 2018. — 736 с.
36. Українська зброя. Що продає і що купує Україна на ринку озброєнь. Сайт Epravda.com.ua — Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/publications/2020/10/28/666682/>
37. Ульяновченко О.В. Дослідження операцій в економіці / О.В. Ульяновченко. – Харків : Гриф, 2002. – 580 с. 55. Благун, І. С. and Convergence/Divergence / Alexiadis Stilianos // Convergence Clubs and Spatial Externalities. Models and Applications of Regional Convergence in Europe / Alexiadis Stilianos. – Heidelberg, 2013. – (Springer-Verlag Berlin Heidelberg). – С. 9–38.
38. Штулер І. Ю. ЕВОЛЮЦІЯ ТЕОРІЙ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ У СУЧАСНОМУ ВИМІРІ ЗНАНЬ / І. Ю. Штулер. // Миколаївський

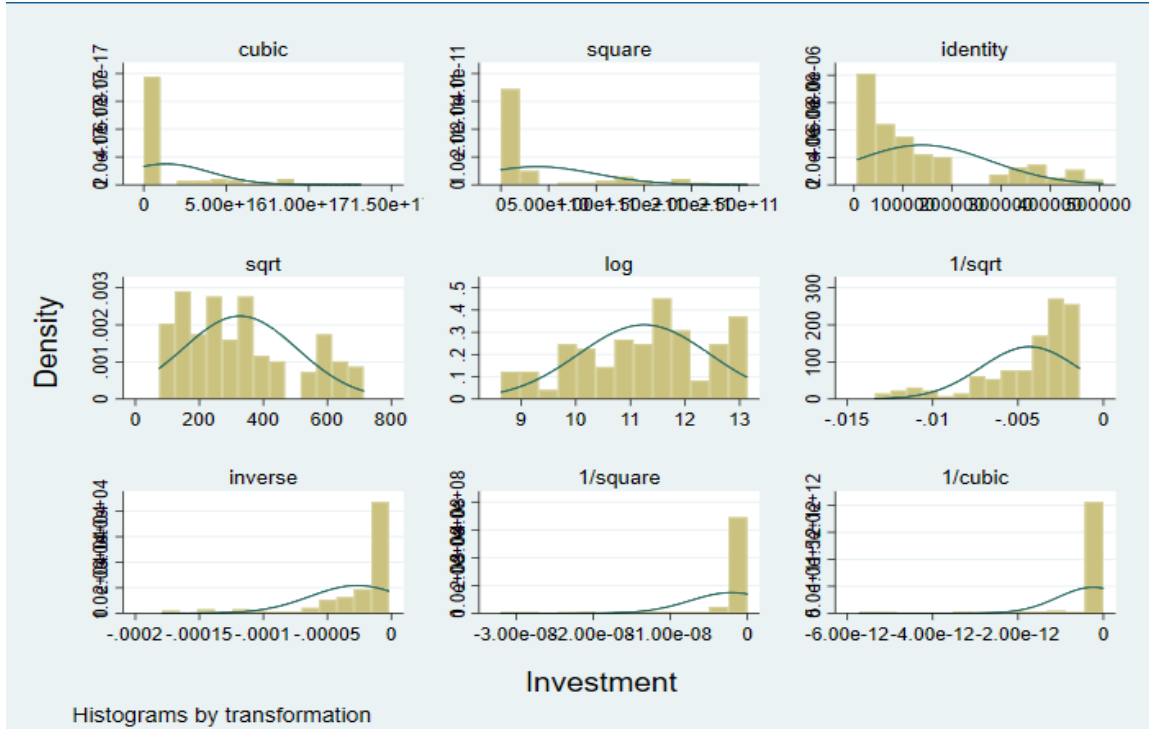
національний університет імені В.О. Сухомлинського. – 2016. – С. 216–



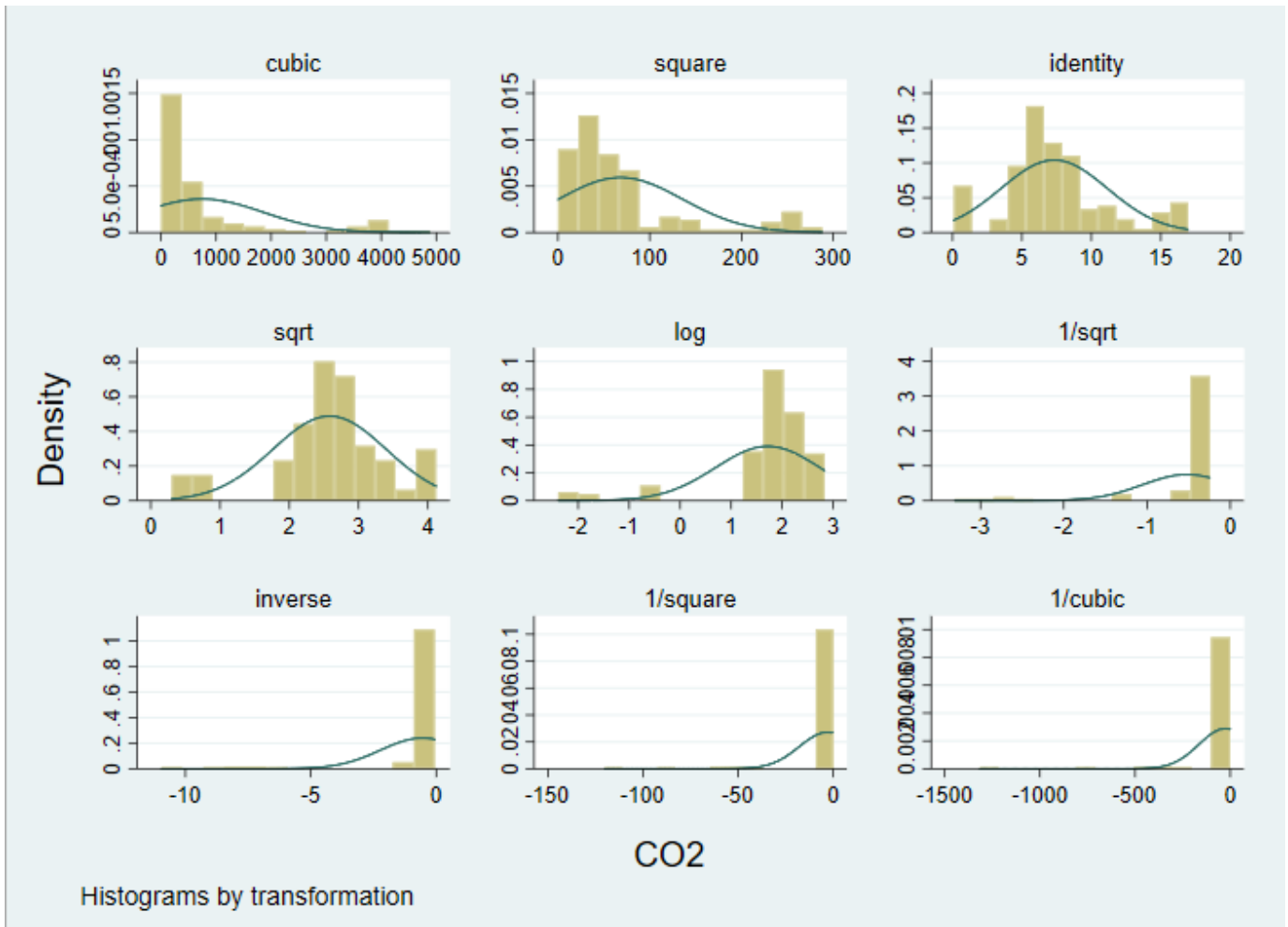
# ДОДАТКИ

## Додаток А

### Графік розподілу змінної Investment

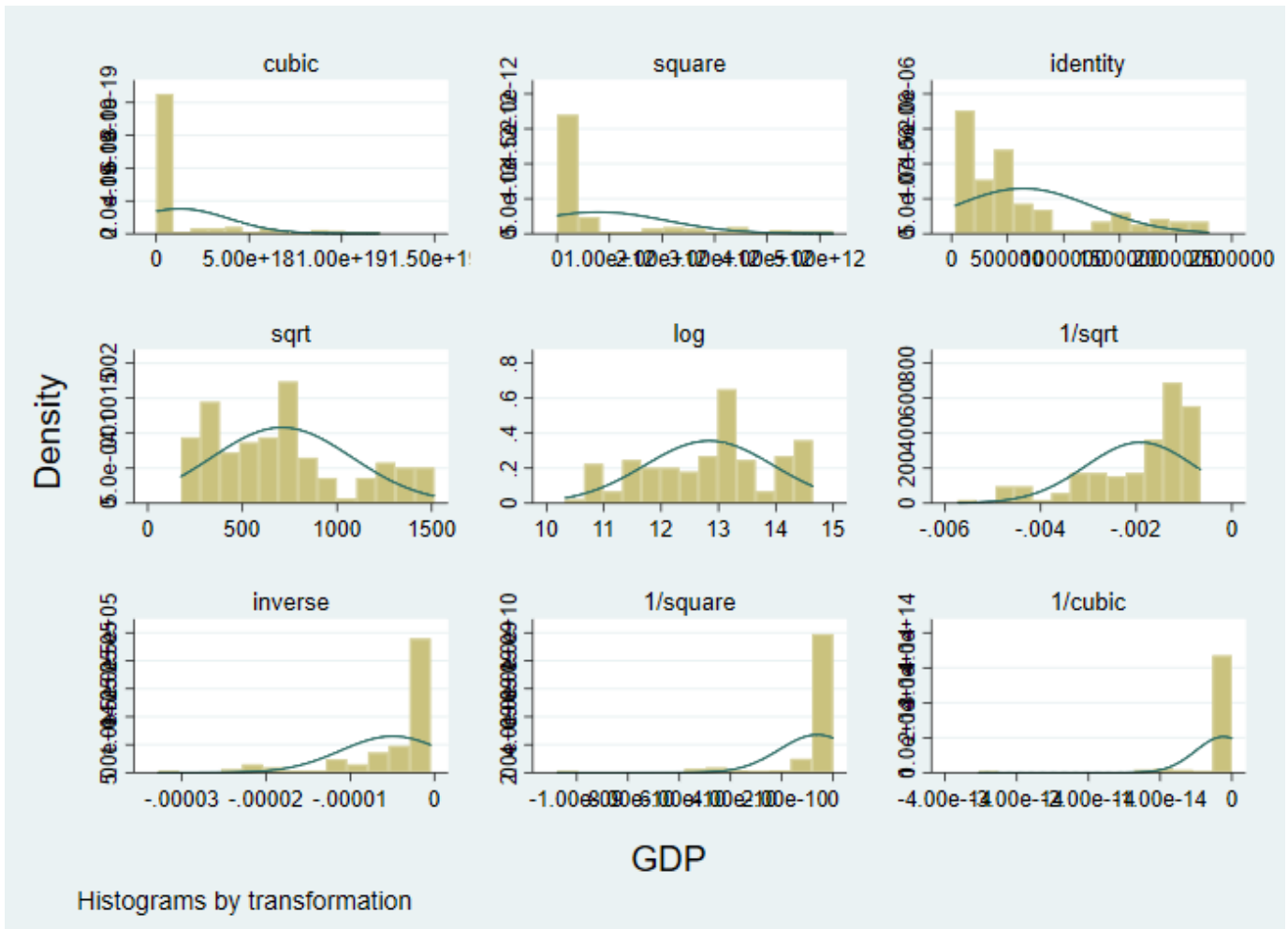


Додаток Б  
Графік розподілу змінної CO2



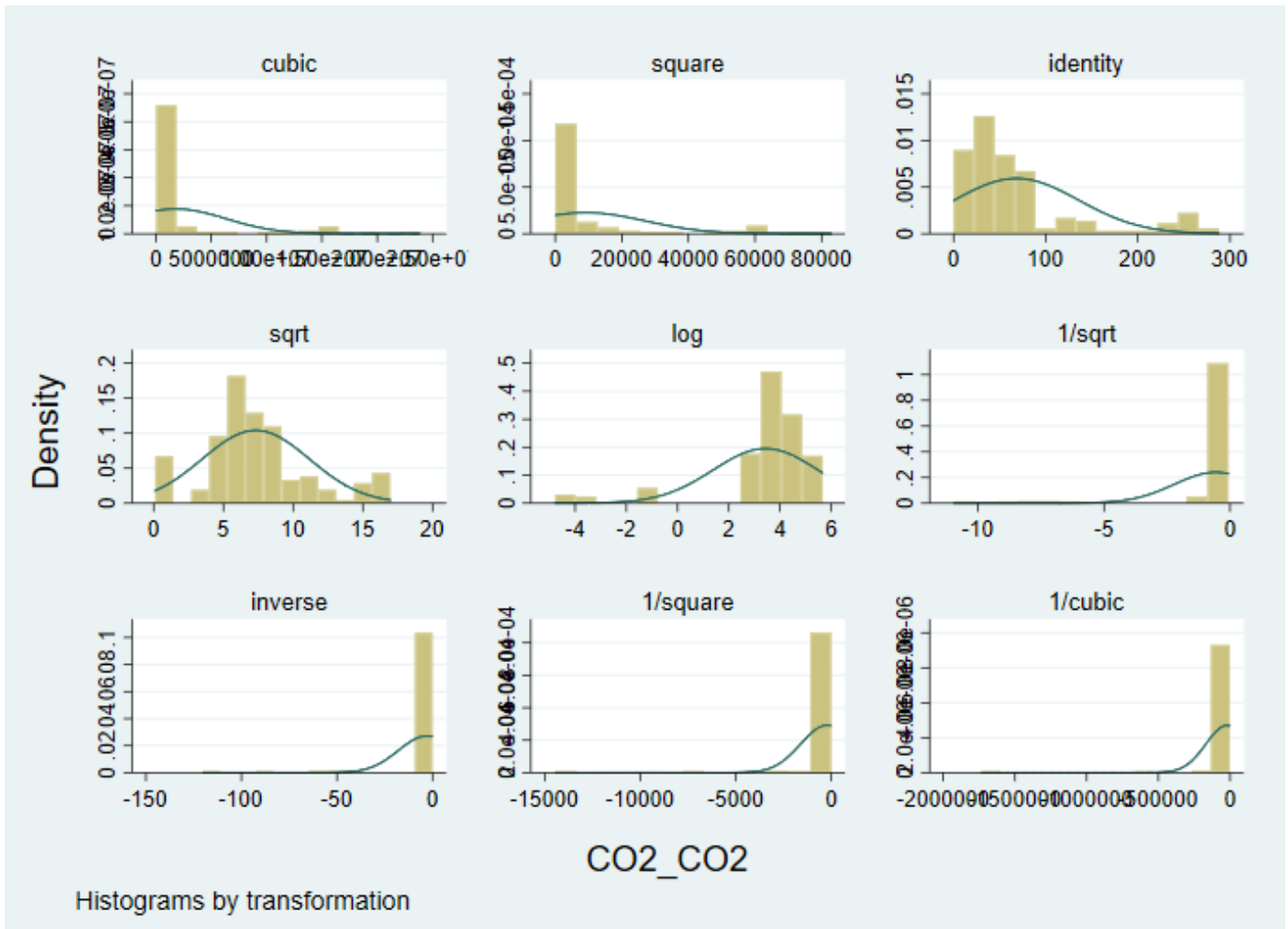
Додаток В

Графік розподілу змінної GDP



Додаток Г

Графік розподілу змінної CO2\_CO2



Додаток Д  
Двосторонній t-test для усіх змінних

```

storage  display  value
variable name  type  format  label  variable label

```

```
Investment      double  %10.0g                Investment
```

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	59	195684.2	19338.99	148545.6	156973	234395.4
1	81	97083.96	12636.58	113729.2	71936.38	122231.6
combined	140	138636.9	11661.62	137982.1	115579.8	161694
diff		98600.24	22166.16		54771.02	142429.5

```

diff = mean(0) - mean(1)                                t = 4.4482
Ho: diff = 0                                           degrees of freedom = 138

```

```

Ha: diff < 0                Ha: diff != 0                Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 1.0000          Pr(|T| > |t|) = 0.0000          Pr(T > t) = 0.0000

```

```

variable name  type  format  label  variable label

```

```
GDP      double  %10.0g                GDP
```

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	55	929938.5	82451.32	611475.4	764633.6	1095243
1	79	434439.4	60825.59	540629.7	313345	555533.9
combined	134	637815.9	53467.81	618934.6	532058.7	743573.2
diff		495499.1	100218.3		297257.4	693740.9

```

diff = mean(0) - mean(1)                                t = 4.9442
Ho: diff = 0                                           degrees of freedom = 132

```

```

Ha: diff < 0                Ha: diff != 0                Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 1.0000          Pr(|T| > |t|) = 0.0000          Pr(T > t) = 0.0000

```

variable name	type	format	label	variable label
CPI	byte	%10.0g		CPI

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	69	72.62319	2.053017	17.05364	68.52646	76.71992
1	82	63.45122	2.442236	22.11538	58.59194	68.3105
combined	151	67.64238	1.661733	20.41971	64.35896	70.92581
diff		9.171969	3.261592		2.727019	15.61692

diff = mean(0) - mean(1) t = 2.8121  
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 149

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0  
 Pr(T < t) = 0.9972 Pr(|T| > |t|) = 0.0056 Pr(T > t) = 0.0028

variable name	type	format	label	variable label
CO2	double	%10.0g		CO2

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	69	10.62062	.3675169	3.052824	9.887256	11.35399
1	92	4.852421	.222089	2.130203	4.411268	5.293573
combined	161	7.324508	.3025867	3.839395	6.726929	7.922087
diff		5.768204	.408604		4.961212	6.575195

diff = mean(0) - mean(1) t = 14.1169  
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 159

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0  
 Pr(T < t) = 1.0000 Pr(|T| > |t|) = 0.0000 Pr(T > t) = 0.0000

Додаток Е  
Тесту Мані-Уїтні для усіх змінних

variable name	storage type	display format	value label	variable label
Investment	double	%10.0g		Investment

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

small_CO2	obs	rank sum	expected
0	59	5180	4159.5
1	81	4690	5710.5
combined	140	9870	9870

unadjusted variance      56153.25

adjustment for ties      0.00

adjusted variance      56153.25

Ho: Invest~t(small\_~2==0) = Invest~t(small\_~2==1)

z = 4.307

Prob > |z| = 0.0000

variable name	type	format	label	variable label
GDP	double	%10.0g		GDP

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

small_CO2	obs	rank sum	expected
0	55	4896	3712.5
1	79	4149	5332.5
combined	134	9045	9045

unadjusted variance      48881.25

adjustment for ties      0.00

adjusted variance      48881.25

Ho: GDP(small\_~2==0) = GDP(small\_~2==1)

z = 5.353

Prob > |z| = 0.0000

```

variable name   type   format   label   variable label
-----
CPI             byte   %10.0g           CPI

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

  small_CO2 |      obs   rank sum   expected
-----|-----
          0 |       69   5666     5244
          1 |       82   5810     6232
-----|-----
 combined  |      151  11476    11476

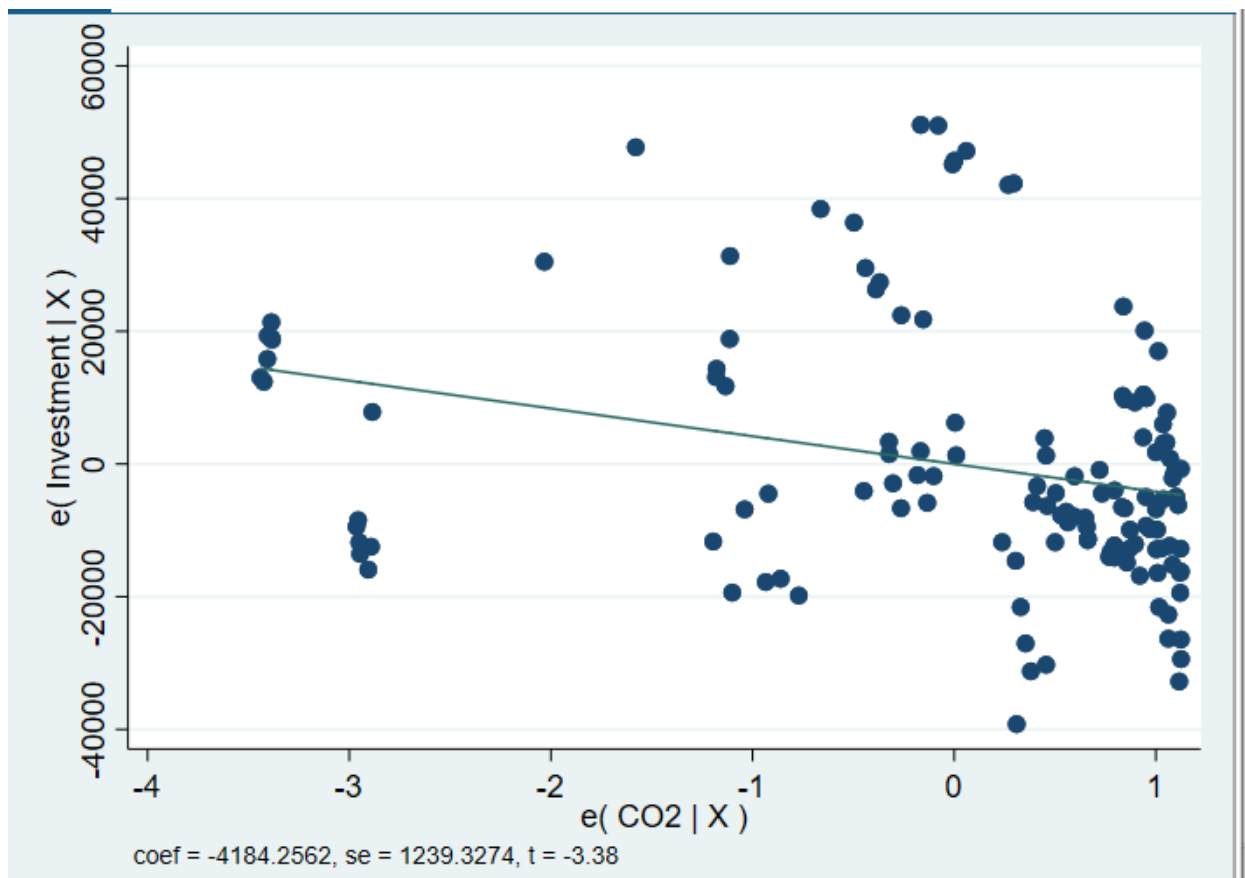
unadjusted variance   71668.00
adjustment for ties   -93.05
-----
adjusted variance     71574.95

Ho: CPI (small_~2==0) = CPI (small_~2==1)
      z = 1.577
Prob > |z| = 0.1147

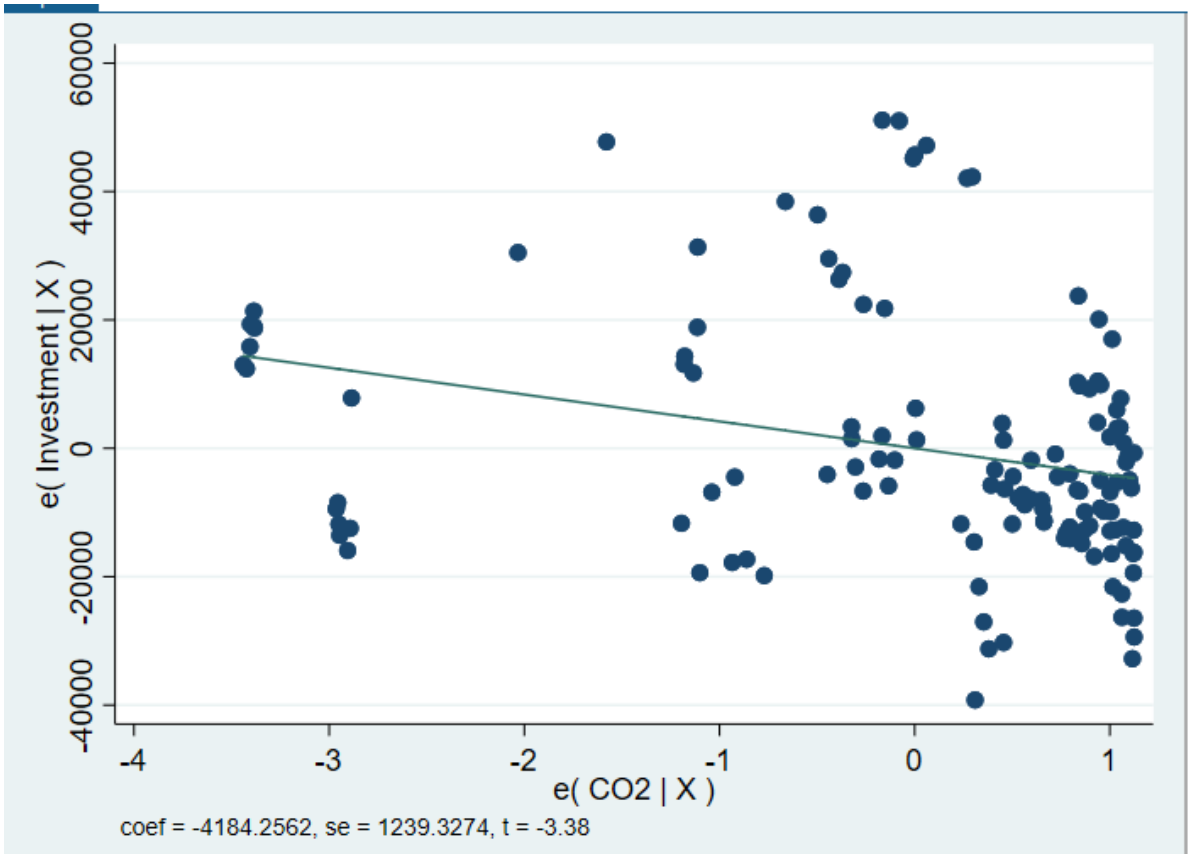
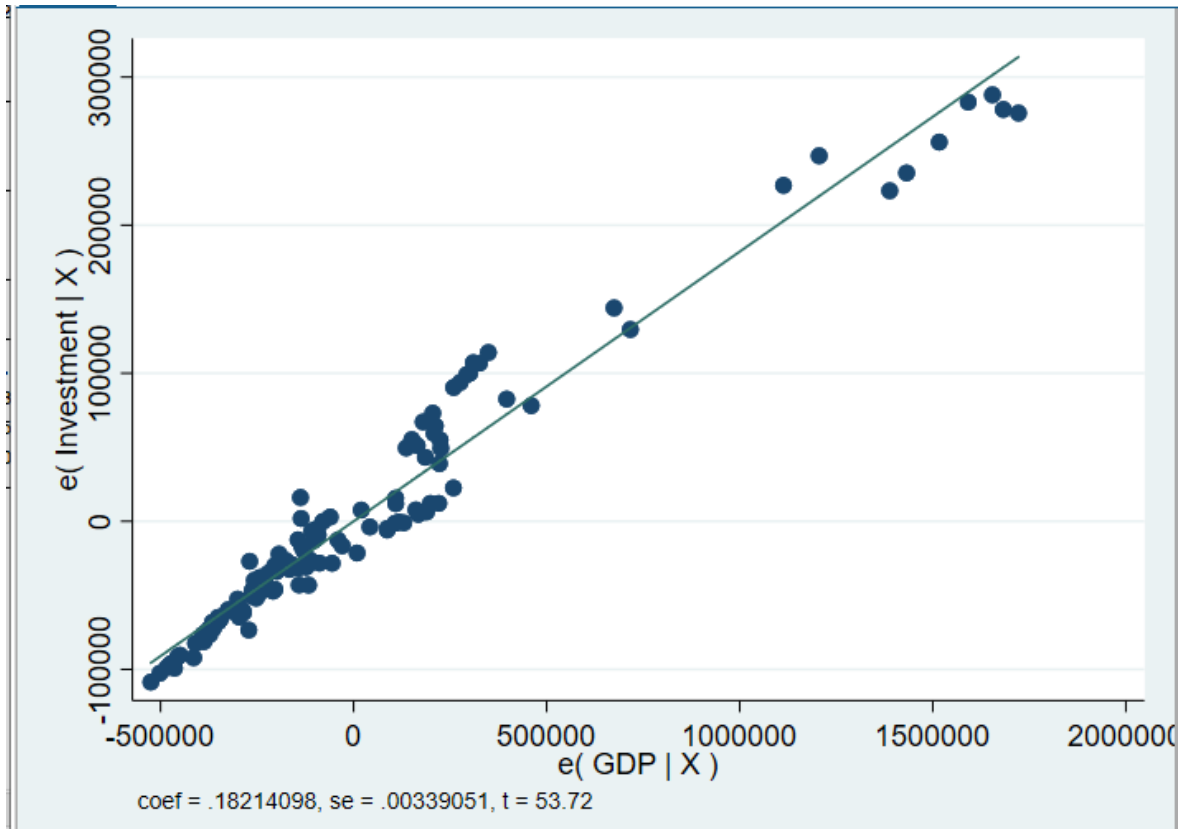
```

### Додаток Є

#### Післяоціночні графіки для регресії

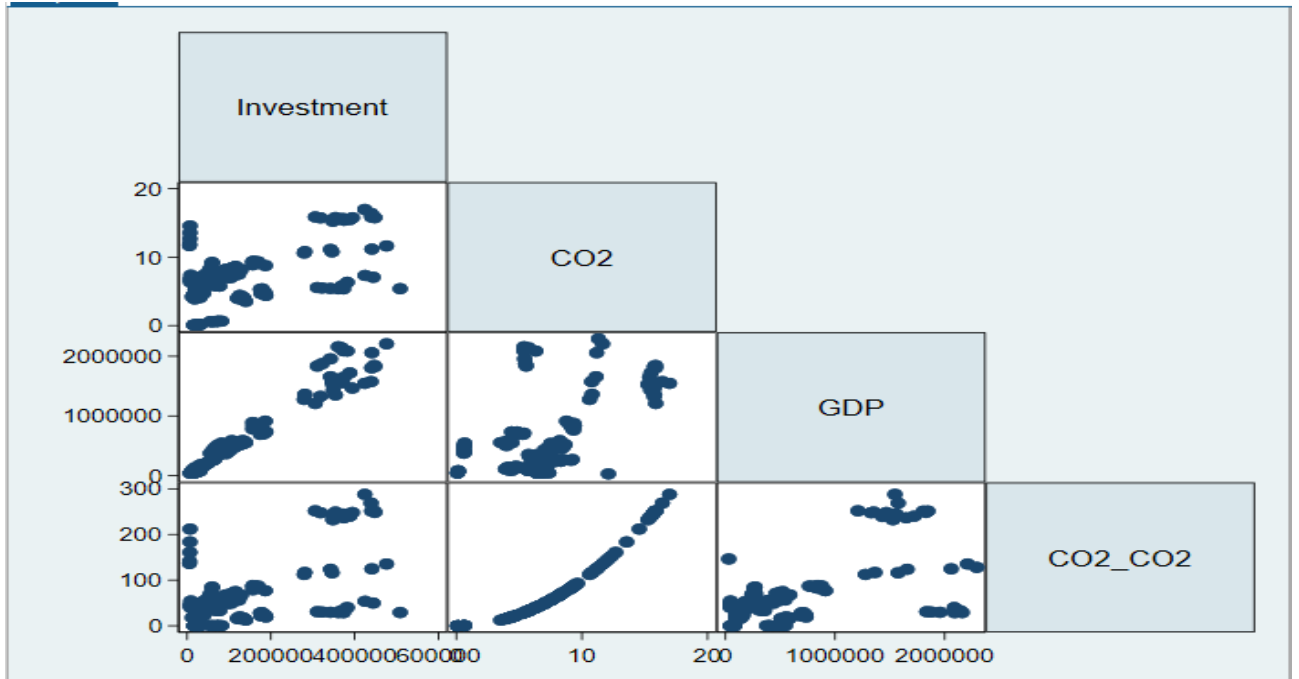






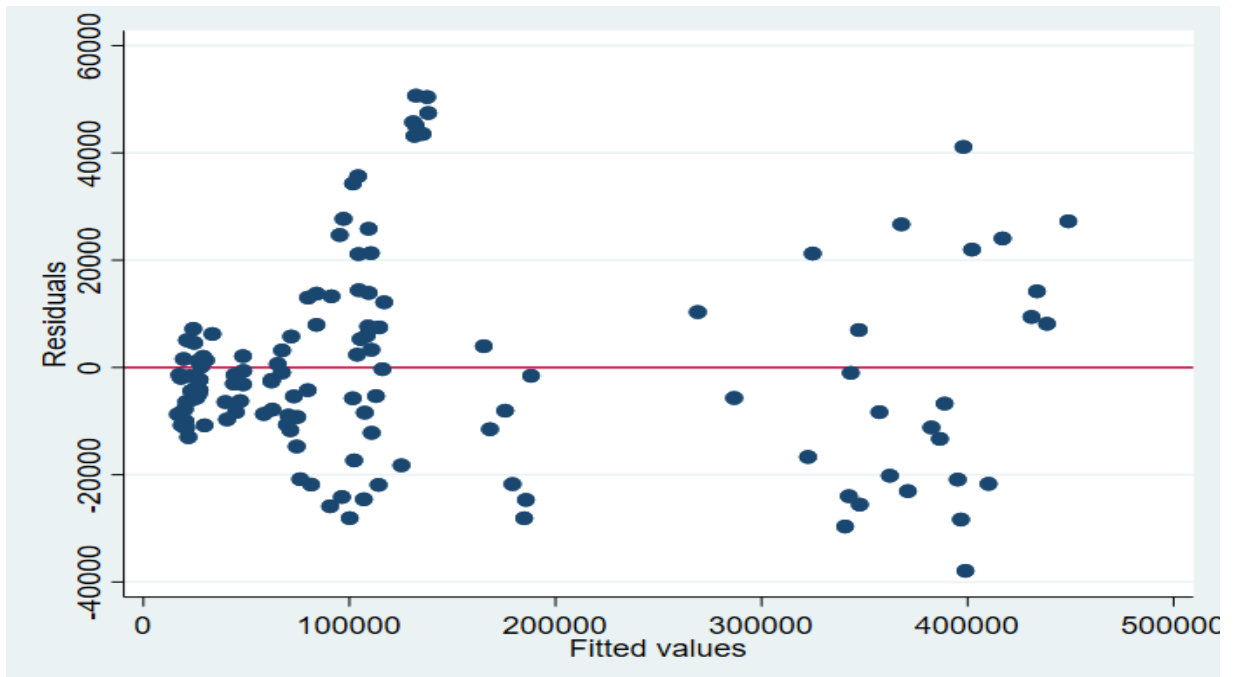
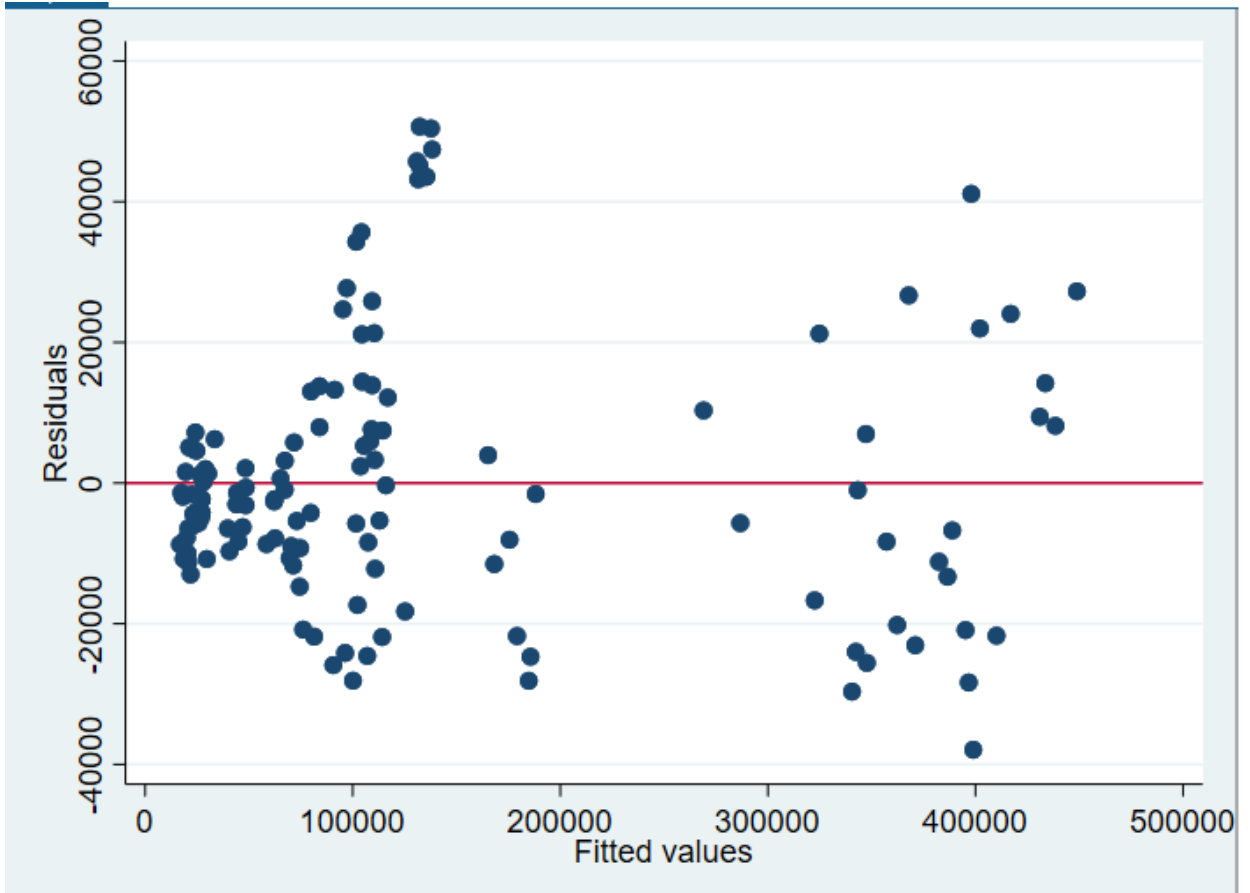
Додаток 3

Матриця розсіювань значень факторних ознак



Додаток К

Оцінка змодельованих значень та залишків на основі отриманих регресій



Додаток Л  
Результати ARIMA регресій змінних інвестицій

```
ARIMA regression
```

Sample: **1993 - 2022**                      Number of obs        =        **30**  
 Wald chi2(5)                                =        **7.38**  
 Log likelihood = **-274.4311**                Prob > chi2           =        **0.1940**

D.Investment	Coef.	OPG Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
<b>Investment</b> _cons	<b>60.73566</b>	<b>296.471</b>	<b>0.20</b>	<b>0.838</b>	<b>-520.3368</b>	<b>641.8081</b>
<b>ARMA</b>						
ar						
L1.	<b>-.541989</b>	<b>.3821362</b>	<b>-1.42</b>	<b>0.156</b>	<b>-1.290962</b>	<b>.2069842</b>
ma						
L1.	<b>.4844211</b>	<b>143.3319</b>	<b>0.00</b>	<b>0.997</b>	<b>-280.4409</b>	<b>281.4098</b>
L2.	<b>-.2742473</b>	<b>73.63552</b>	<b>-0.00</b>	<b>0.997</b>	<b>-144.5972</b>	<b>144.0487</b>
L3.	<b>-.0799667</b>	<b>34.57797</b>	<b>-0.00</b>	<b>0.998</b>	<b>-67.85154</b>	<b>67.69161</b>
L4.	<b>-.3211656</b>	<b>45.92582</b>	<b>-0.01</b>	<b>0.994</b>	<b>-90.33412</b>	<b>89.69178</b>
/sigma	<b>2193.663</b>	<b>156867.6</b>	<b>0.01</b>	<b>0.494</b>	<b>0</b>	<b>309648.5</b>

Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided confidence interval is truncated at zero.

```
ARIMA regression
```

Sample: **1993 - 2022**                      Number of obs        =        **30**  
 Wald chi2(2)                                =        **30.24**  
 Log likelihood = **-275.6472**                Prob > chi2           =        **0.0000**

D.Investment	Coef.	OPG Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
<b>Investment</b> _cons	<b>71.2437</b>	<b>323.6623</b>	<b>0.22</b>	<b>0.826</b>	<b>-563.1227</b>	<b>705.6101</b>
<b>ARMA</b>						
ar						
L1.	<b>.7383444</b>	<b>.283404</b>	<b>2.61</b>	<b>0.009</b>	<b>.1828827</b>	<b>1.293806</b>
ma						
L1.	<b>-.9999934</b>	<b>2924.016</b>	<b>-0.00</b>	<b>1.000</b>	<b>-5731.965</b>	<b>5729.965</b>
/sigma	<b>2300.422</b>	<b>3363137</b>	<b>0.00</b>	<b>0.500</b>	<b>0</b>	<b>6593929</b>

Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided confidence interval is truncated at zero.

```
. arima Investment, arima(0,1,0)
```

```
(setting optimization to BHHH)
```

```
Iteration 0: log likelihood = -276.96182
```

```
Iteration 1: log likelihood = -276.96182
```

```
ARIMA regression
```

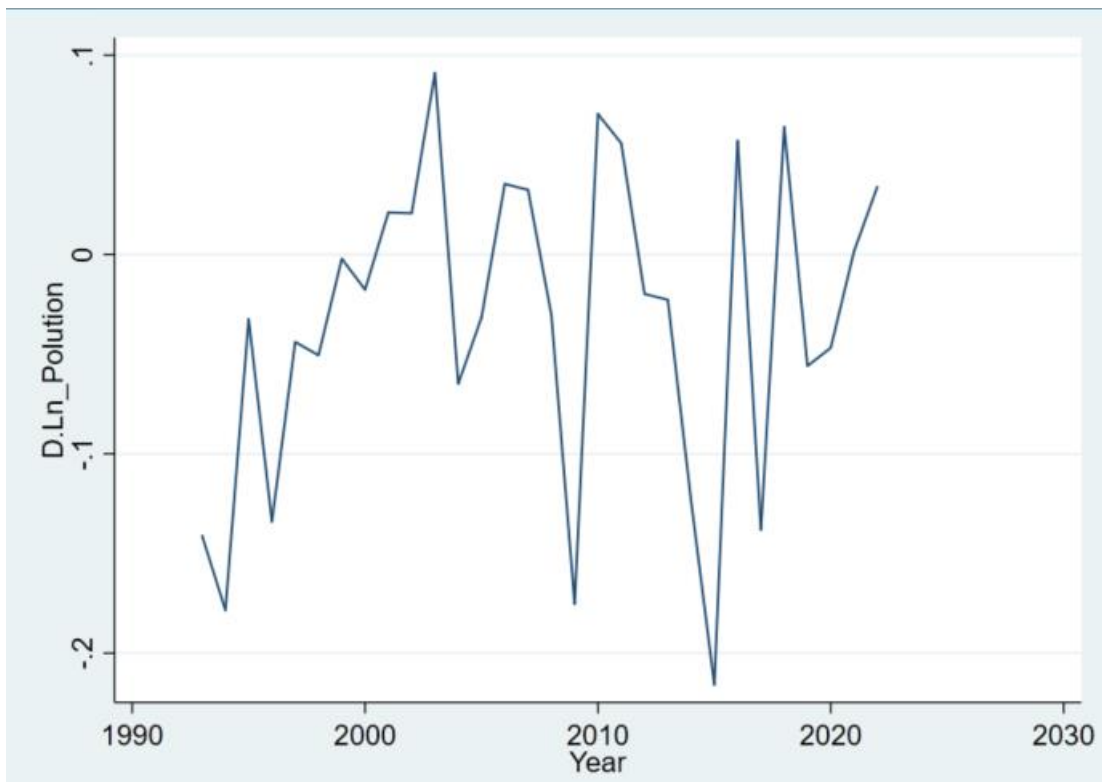
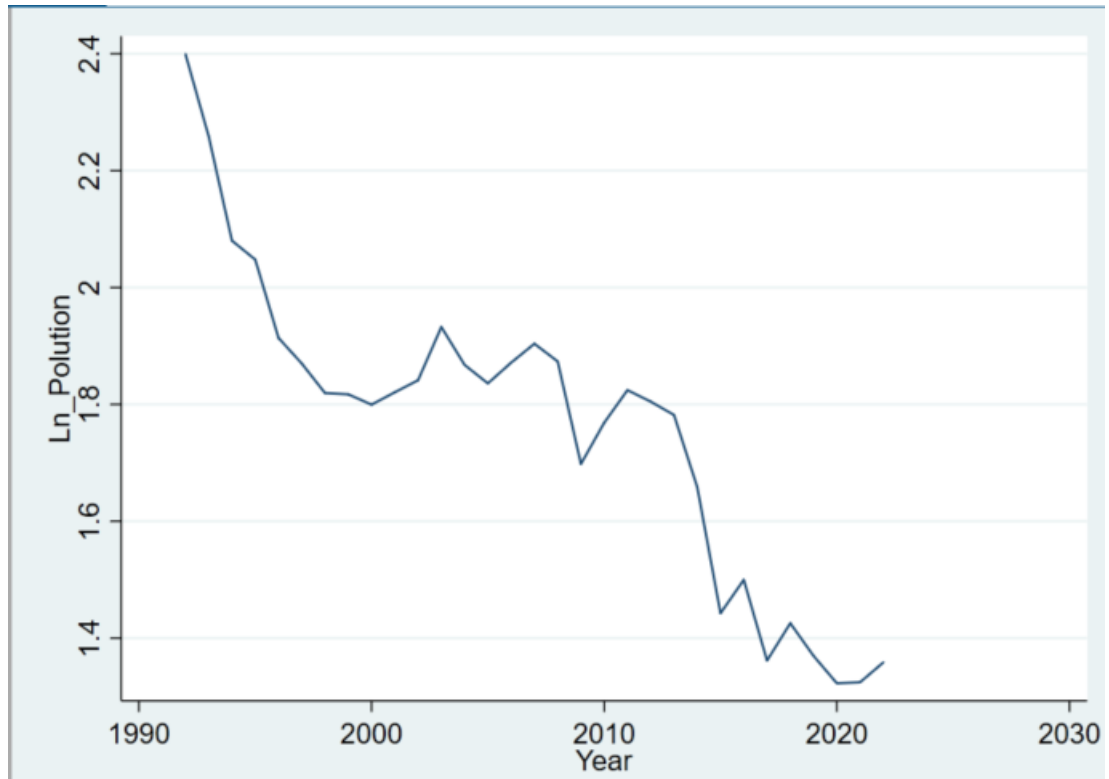
```
Sample: 1993 - 2022                Number of obs   =       30
                                   Wald chi2(.)       =         .
Log likelihood = -276.9618          Prob > chi2     =         .
```

D.Investment	OPG		z	P> z	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
<b>Investment</b>						
_cons	5.533335	453.3834	0.01	0.990	-883.0817	894.1484
/sigma	2472.839	253.1849	9.77	0.000	1976.605	2969.072

```
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
confidence interval is truncated at zero.
```

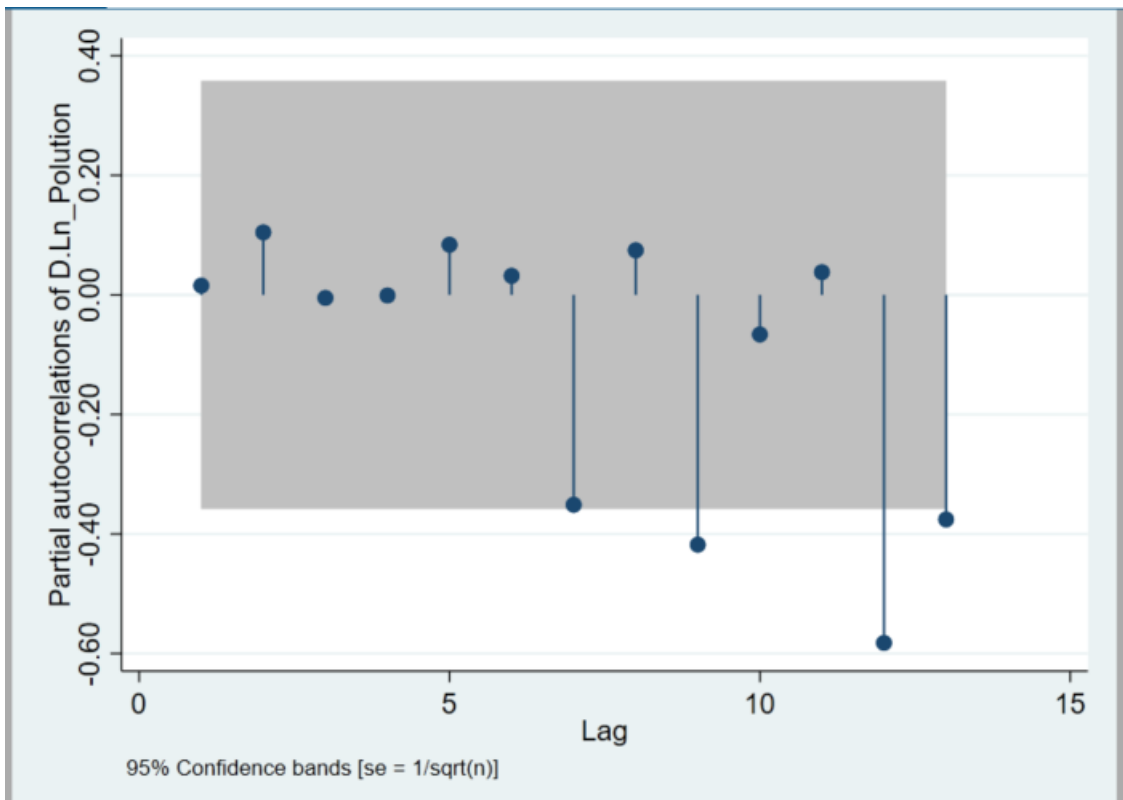
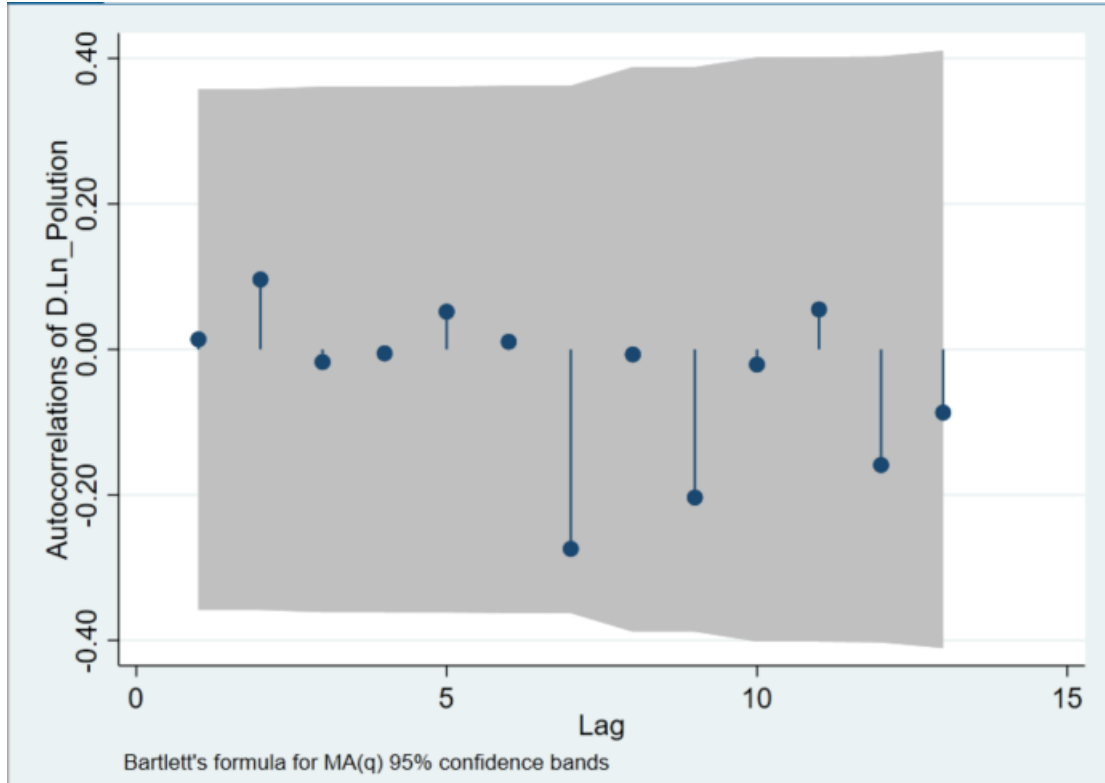
## Додаток М

Графіки логарифму зі змінної викидів вуглецю, а також різниці зі змінної логарифму зі змінної викидів вуглецю



## Додаток Н

Графіки корелограм з різниці зі змінної логарифму числа викидів вуглецю



## Додаток О

## Побудова ARIMA моделей для викидів вуглецю

```

. arima Polution, noconstant arima(1,2,1)

(setting optimization to BHHH)
Iteration 0:  log likelihood = -22.942049
Iteration 1:  log likelihood = -22.443245
Iteration 2:  log likelihood = -22.337573
Iteration 3:  log likelihood = -22.324651
Iteration 4:  log likelihood = -22.323565
(switching optimization to BFGS)
Iteration 5:  log likelihood = -22.323172
Iteration 6:  log likelihood = -22.321866
Iteration 7:  log likelihood = -22.321863
Iteration 8:  log likelihood = -22.321862

ARIMA regression

Sample: 1994 - 2022                Number of obs   =          29
                                   Wald chi2(2)      =          15.79
Log likelihood = -22.32186         Prob > chi2     =          0.0004

```

D2.Polution	Coef.	OPG Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
<b>ARMA</b>						
ar						
L1.	-.1051828	.3822741	-0.28	0.783	-.8544262	.6440606
ma						
L1.	-.5523469	.3078659	-1.79	0.073	-1.155753	.0510593
/sigma	.5180775	.0804617	6.44	0.000	.3603755	.6757795

Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided confidence interval is truncated at zero.



```
. arima Polution, noconstant arima(0,2,1)
```

```
(setting optimization to BHHH)
Iteration 0: log likelihood = -23.192199
Iteration 1: log likelihood = -22.577223
Iteration 2: log likelihood = -22.451733
Iteration 3: log likelihood = -22.394619
Iteration 4: log likelihood = -22.390616
(switching optimization to BFGS)
Iteration 5: log likelihood = -22.387995
Iteration 6: log likelihood = -22.386984
Iteration 7: log likelihood = -22.386983
```

ARIMA regression

```
Sample: 1994 - 2022                Number of obs   =      29
                                   Wald chi2(1)       =     16.93
Log likelihood = -22.38698          Prob > chi2     =     0.0000
```

D2.Polution	OPG		z	P> z	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
<b>ARMA</b>						
ma						
L1.	<b>-.6215504</b>	<b>.1510751</b>	<b>-4.11</b>	<b>0.000</b>	<b>-.9176521</b>	<b>-.3254487</b>
/sigma	<b>.519241</b>	<b>.0818127</b>	<b>6.35</b>	<b>0.000</b>	<b>.358891</b>	<b>.679591</b>

Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided confidence interval is truncated at zero.

```
. arima Polution, noconstant arima(2,2,1)
```

```
(setting optimization to BHHH)
```

```
Iteration 0: log likelihood = -22.796686
```

```
Iteration 1: log likelihood = -22.352043
```

```
Iteration 2: log likelihood = -22.302141
```

```
Iteration 3: log likelihood = -22.299749
```

```
Iteration 4: log likelihood = -22.297861
```

```
(switching optimization to BFGS)
```

```
Iteration 5: log likelihood = -22.295282
```

```
Iteration 6: log likelihood = -22.294324
```

```
Iteration 7: log likelihood = -22.294315
```

```
Iteration 8: log likelihood = -22.294314
```

```
ARIMA regression
```

```
Sample: 1994 - 2022
```

```
Number of obs = 29
```

```
Wald chi2(3) = 15.32
```

```
Log likelihood = -22.29431
```

```
Prob > chi2 = 0.0016
```

D2.Polution	OPG		z	P> z	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
<b>ARMA</b>						
ar						
L1.	-.1724505	.686705	-0.25	0.802	-1.518368	1.173467
L2.	-.0674087	.4113346	-0.16	0.870	-.8736098	.7387923
ma						
L1.	-.4909392	.6500972	-0.76	0.450	-1.765106	.7832279
/sigma	.5174397	.0816307	6.34	0.000	.3574464	.677433

```
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided confidence interval is truncated at zero.
```

## Додаток П

Дані використані в ході моделювання часових рядів інвестицій та викидів вуглецю

Рік	Іноземні інвестиції (млн. дол. США)	Викиди вуглецю (метричні тонни)
1992	200	11,02
1993	200	9,57
1994	159	8,01
1995	267	7,75
1996	521	6,78
1997	623	6,49
1998	743	6,17
1999	496	6,15
2000	595	6,05
2001	792	6,18
2002	693	6,31
2003	1424	6,91
2004	1715	6,47
2005	7808	6,27
2006	5604	6,50
2007	10193	6,71
2008	10700	6,51
2009	4769	5,46
2010	6451	5,86
2011	7207	6,20
2012	8175	6,08
2013	4509	5,94
2014	847	5,25
2015	-198	4,23
2016	4128	4,48
2017	3680	3,90
2018	4975	4,16
2019	5796	3,93
2020	304	3,75
2021	795	3,42
2022	366	4,20