МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
Кафедра інформаційної економіки, підприємництва та фінансів

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:
«МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ»

другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

Виконав(ла): студент(ка) 2 курсу, групи 8.0514-ie
Спеціальності 051 Економіка
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми Інформаційна економіка
(назва освітньої програми)

М.К. Рой
(ініціали та прізвище)

Керівник доцент кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів, доцент, к.е.н. Бирський В.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
Кафедра Інформаційної економіки, підприємництва та фінансів
Рівень вищої освіти Другий (магістерський)
Спеціальність 051 Економіка
(шифр і назва)
Освітня програма Інформаційна економіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____

«_____» _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Рою Максиму Костянтиновичу
(прізвище, ім'я та по-батькові)

1. Тема роботи Моделювання еколого-економічної ефективності переробних підприємств в умовах циркулярної економіки
Керівник роботи Бирський Віталій Валерійович, к.е.н., доц.
(прізвище, ім'я та по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ _____
Строк подання студентом роботи 09 грудня 2025 р.
2. Вихідні дані до роботи *відкрита інформація Державної служби статистики України щодо еколого-економічного розвитку, зарубіжний досвід міжнародного рейтингування, спеціальна науково-методична література, статті фахівців з обраної теми дослідження в мережі Internet*
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *1) дослідити сучасний стан наукової думки щодо проблем сталого розвитку з урахуванням екологічного аспекту та шляхи їх подолання; 2) дослідити зарубіжний досвід статистичного забезпечення еколого-економічного розвитку на основі міждержавних порівнянь; 3) ознайомитись з сучасними економіко-математичними методами та моделями забезпечення еколого-економічного розвитку в умовах циркулярної економіки; 4) запропонувати модель оцінки еколого-економічного розвитку національної економіки в цілому по країні та на регіональному рівні; 5) провести науково-обгрунтовану класифікацію регіонів України з використанням кластерного аналізу та розробити рекомендації щодо покращення регіонального еколого-економічного розвитку*
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) *Складові моделі оцінки ефективності еколого-економічного*

розвитку в умовах циркулярної економіки: соціально-економічний розвиток, еколого-економічна ефективність, екологічне навантаження регіонів, природоохоронні заходи

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Бирський В.В., доцент кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів	05.09.2025	05.09.2025
2	Бирський В.В., доцент кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів	01.10.2025	01.10.2025
3	Бирський В.В., доцент кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів	31.10.2025	31.10.2025

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Призначення наукових керівників. Затвердження тем кваліфікаційних робіт	*01.05.2024*	
2	Напрацювання теоретичного матеріалу: дослідження об’єкту та предмету, вибір та обґрунтування напрямку дослідження	*30.09.2025*	
3	Апробація результатів на Міжнародних та Всеукраїнських конференціях	*Протягом навчального року*	
4	Розробка економіко-математичного забезпечення, згідно предмету дослідження	*15.10.2025*	
5	Збір, систематизація та обробка статистичного матеріалу дослідження	*31.10.2025*	
6	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення роботи	*20.11.2025*	
7	Надання роботи до рецензії. Нормоконтроль	*01.12.2025*	
8	Прилюдний захист кваліфікаційної роботи на засіданні ЕК	*15.12.2025*	

Студент _____ М.К. Рой
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____ В.В. Бирський
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Рой М.К. Моделювання еколого-економічної ефективності переробних підприємств в умовах циркулярної економіки.

Кваліфікаційна робота на здобуття рівня вищої освіти магістр за спеціальністю 051 Економіка, науковий керівник В.В. Бирський. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні. Кафедра інформаційної економіки, підприємництва та фінансів, 2025: 75 с., 9 рис., 10 табл., 48 джерел

Метою кваліфікаційної роботи є розвиток теоретичних положень, розробка науково-методичних підходів і практичних рекомендацій щодо моделювання еколого-економічного розвитку України та її регіонів в умовах циркулярної економіки.

Ключові слова: ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК, ЦИРКУЛЯРНА ЕКОНОМІКА, КЛАСТЕРИЗАЦІЯ, НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, МОДЕЛЬ, СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ.

ABSTRACT

Roy M.K. Modeling of ecological and economic efficiency of processing enterprises in the conditions of a circular economy.

Qualification work for obtaining the level of higher education master in the specialty 051 Economics, scientific supervisor V.V. Byrsky. Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebny. Department of Information Economics, Entrepreneurship and Finance, 2025: 75 p., 9 fig., 10 tab., 48 sources

The purpose of the qualification work is to develop theoretical provisions, develop scientific and methodological approaches and practical recommendations for modeling the ecological and economic development of Ukraine and its regions in the conditions of a circular economy.

Keywords: ECOLOGICAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT, CIRCULAR ECONOMY, CLUSTERIZATION, ENVIRONMENT, MODEL, STATISTICAL ANALYSIS.

ЗМІСТ

Вступ ……..……. 6
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ СТАЛОГО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ: ЕКОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ……..…….. 9
1.1. Критерії та обмеження циркулярної економіки сталого розвитку ... 9
1.2. Аналіз економічного розвитку України з урахуванням екологічного аспекту ……..... 16
1.3. Зарубіжний досвід статистичного забезпечення ефективного еколого-економічного розвитку .....…. 21
Висновки до розділу 1 ……..……..…….. 26
РОЗДІЛ 2 ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ В УМОВАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ ……....…..…… 28
2.1. Модель міжгалузевого балансу Леонт’єва …..……...…… 28
2.2. Модель оцінки ефективності еколого-економічного розвитку в умовах циркулярної економіки ……...…. 31
2.3. Метод кластеризації національної економіки за регіональним аспектом ……..… 41
Висновки до розділу 2 …….…….……. 45
РОЗДІЛ 3 МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОГО ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ ПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ ……..… 47
3.1 Аналіз складових еколого-економічного розвитку підприємств переробної промисловості України ……..... 47
3.2 Класифікація регіонів України за еколого-економічною ефективністю методом кластеризації ……..…. 53
3.3 Розробка практичних рекомендації щодо покращення регіонального еколого-економічного розвитку ……..…….. 56
Висновки до розділу 3 …….……..…… 66
ВИСНОВКИ …….……..…… 69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……..…….....…… 71

ВСТУП

Актуальність. Швидкі темпи глобалізації й зростання обсягів міжнародної торгівлі часто призводять до інтенсивного й неконтрольованого використання природно-ресурсного потенціалу та проявів кумулятивного ефекту від негативного антропогенного впливу на довкілля. Притаманна більшості країн світу концепція лінійної моделі розвитку, формує суттєві екологічні й ресурсні ризики не лише для окремих держав, а й для глобальної економічної системи загалом. Через це у другій половині XX століття економічно розвинуті країни ініціювали глибоку трансформацію підходів до довгострокового економічного зростання, орієнтуючись на принципи циркулярної моделі. Такий перегляд стратегічних орієнтирів передбачав забезпечення відновлення природного середовища в межах суспільного виробництва шляхом підвищення ефективності використання природних ресурсів, формування замкнених матеріальних потоків та активного залучення вторинної сировини. Пріоритетність екологічних чинників як ключових умов подальшого розвитку, а також необхідність упровадження циркулярних підходів були висвітлені у працях Н. Гаховича, О. Полторацької, Л. Сергієнко-Бердюкової та інших дослідників.

Європейські країни-лідери усвідомили зазначені виклики ще у 1960-х роках XX століття. Це зумовило кардинальну зміну парадигми сталого економічного розвитку, у межах якої однією з базових засад було офіційно визначено екологічну компоненту та раціональне природокористування, орієнтоване на повне відтворення природного середовища. Саме такі зміни визначають актуальність й практичну значущість проведеного дослідження.

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є розвиток теоретичних положень, розробка науково-методичних підходів і практичних рекомендацій щодо моделювання еколого-економічного розвитку України та її регіонів в умовах циркулярної економіки.

Для досягнення мети були поставлені такі *задачі*:

– дослідити сучасний стан наукової думки щодо проблем сталого розвитку з урахуванням екологічного аспекту та шляхи їх подолання;

– дослідити зарубіжний досвід статистичного забезпечення еколого-економічного розвитку на основі міждержавних порівнянь;

– ознайомитись з сучасними економіко-математичними методами та моделями забезпечення еколого-економічного розвитку в умовах циркулярної економіки;

– запропонувати модель оцінки еколого-економічного розвитку національної економіки в цілому по країні та на регіональному рівні;

– провести науково-обгрунтовану класифікацію регіонів України з використанням кластерного аналізу та розробити рекомендації щодо покращення регіонального еколого-економічного розвитку.

Об'єктом дослідження є процес управління еколого-економічним розвитком України та її регіонів.

Предмет дослідження – економіко-математичні методи та моделі еколого-економічного розвитку України та її регіонів в умовах циркулярної економіки та практичні засади їх застосування.

Теоретичною та методологічною основою є роботи провідних вітчизняних і зарубіжних учених у сфері статистичного аналізу даних, економічної статистики та статистики довкілля, економіко-математичного моделювання, сталого розвитку й циркулярної економіки.

Інформаційну базу дослідження становлять дані Державної служби статистики України щодо соціально-економічного розвитку країни та її регіонів; стану навколишнього середовища, з урахуванням обсягів антропогенного впливу.

Методи дослідження: Методологічною основою роботи є положення загальної теорії статистики, зокрема аналізу часових рядів, середніх величин й структурних зрушень, теорії макроекономічного аналізу, статистики довкілля, економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій. У процесі дослідження застосовано загально наукові методи:

абстрактно-логічний – для узагальнення науково-методичних досліджень щодо сучасних проблем сталого розвитку та шляхів їх вирішення, формулювання висновків; порівняння, аналізу та синтезу – для узагальнення існуючих статистико-економічних моделей за темою дослідження; математичного моделювання та інформаційних технологій – при розробці сценаріїв регіонального еколого-економічного розвитку.

Наукова новизна отриманих результатів визначається такими основними положеннями:

удосконалено:

досвід використання економіко-математичних методів й моделей у забезпеченні сталого еколого-економічного розвитку на основі дослідження сучасної наукової думки, що на відміну від існуючих адаптує комплекс запропонованих моделей в єдину аналітичну систему й дозволяє трансформувати економіку до економіки замкненого циклу;

дістало подальшого розвитку:

практичні рекомендації щодо шляхів ефективного розвитку економіки України на основі її кластеризації за регіональною ознакою, що на відміну від існуючих враховує екологічний аспект, як основу сталого суспільного розвитку.

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає в тому, що вони є основою для розробки державної політики регіонального еколого-економічного розвитку України шляхом активізації заходів з впровадження основ економіки замкненого циклу.

Особистий внесок здобувача. Теоретичні обґрунтування, практичні рекомендації, висновки та пропозиції, які отримані в ході проведення досліджень, розроблено магістрантом самостійно.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел. Робота викладена на 75 с., містить 9 рис., 10 табл., список джерел з 48 найменувань.

РОЗДІЛ 1
СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ СТАЛОГО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ: ЕКОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ

1.1. Критерії та обмеження циркулярної економіки сталого розвитку

Дослідженням змістовного наповнення категорії національна економіка, її структурних характеристик та концептуальних особливостей займалися провідні українські науковці. Серед них варто виокремити праці Л. Гриніва, В. Завгородньої, А. Мельника, П. Савченка, А. Старостіної, В. Тарасевича, О. Тищенко, С. Онишка, В. Опришка, Т. Попович, Е. Прушківської, Н. Фукса та інших дослідників [1, 2].

Технологічні параметри розвитку національної економіки стали предметом аналізу у роботах А. Градова, Я. Ларіної та С. Мочерного [3, 4]. У своїх напрацюваннях вони зосереджувалися на оцінюванні результативності суспільного виробництва за показниками обсягів виготовленої продукції та її конкурентних властивостей, раціональності використання ресурсів і рівня ресурсовіддачі, а також інноваційної й інвестиційної активності.

Інша група учених, зокрема Л. Гринів і М. Кічурчак, у своїх працях надає перевагу дослідженню соціально-економічної складової функціонування національної економіки [5]. У межах такого підходу центральним критерієм виступає розвиток продуктивних сил і якість життя населення.

У дослідженні О. Тищенка [2] наголошується, що структуризацію економічної системи можливо здійснювати за такими ключовими критеріями:

– функціональним, коли економіка держави трактується як інтегрований комплекс продуктивних сил, основних виробничих фондів та природно-ресурсного потенціалу;

– галузевим, де класифікація базується на ієрархічній організації та взаємній підпорядкованості різних форм економічної діяльності;

– територіальним, відповідно до якого національна економіка інтерпретується як сукупність адміністративно-територіальних утворень, що відрізняються рівнем соціально-економічного прогресу.

Упродовж останніх років, на тлі скорочення державного впливу на розвиток окремих галузей та активізації процесів децентралізації в Україні, саме територіальна складова набуває дедалі більшого значення. Це проявляється, зокрема, у сфері бюджетної політики та міжбюджетних взаємовідносин, де вона відіграє важливу роль у розв'язанні завдань регіонального збалансування соціально-економічного розвитку.

Формування передумов для стійкого та тривалого економічного зростання посідає провідне місце серед стратегічних завдань макроекономічної політики будь-якої держави. Невизначеність динаміки розвитку національної економіки протягом останніх десятиліть, що супроводжувалася масштабними кризовими явищами та повільним перебігом реформування всіх сфер суспільного функціонування на шляху становлення демократичної та ринково орієнтованої моделі, зумовила посилену увагу вітчизняних науковців до відповідних проблем. Чинники та детермінанти економічного зростання в Україні досліджували у своїх працях В. Геєць, Д. Оголь, З. Попович, Л. Сімків, Н. Скрипник, А. Булигіна та інші автори [6–9].

Стрімкі трансформації глобальної економіки, надмірна експлуатація природних ресурсів і зростання екологічного навантаження засвідчили, що модель лінійного, постійно зростаючого розвитку породжує серйозні екологічні та ресурсні загрози не лише для окремих національних систем, а й для людства загалом. Саме тому з другої половини XX століття розвинені країни світу почали впроваджувати істотні зміни у підходи до забезпечення тривалого економічного зростання, орієнтуючись на принципи циркулярної економіки. Така зміна парадигми передбачала повне або максимально можливе відновлення природного середовища у процесі суспільного виробництва завдяки раціональному використанню ресурсів та побудові замкнених циклів матеріального споживання на основі повторного

застосування відходів. Необхідність інтеграції екологічного виміру в економічну політику та актуальність переходу до циркулярної моделі також підкреслювали у своїх напрацюваннях Н. Гахович, О. Полторацька, Л. Сергієнко-Бердюкова та інші науковці [10-12].

Поглиблений аналіз дав змогу встановити, що довготривалий соціально-економічний розвиток у межах лінійної моделі економіки, попри її безперечні переваги у зростанні добробуту населення, у віддаленій перспективі супроводжується істотними недоліками, які створюють загрозу енергетичній, екологічній та економічній безпеці держави [13, 14]. Негативні наслідки функціонування лінійної моделі виявляються у таких формах:

– неконтрольоване використання природних ресурсів, що поступово спричиняє їх виснаження, дефіцит і підвищення цін [11];

– забруднення довкілля внаслідок атмосферних викидів, зокрема діоксиду вуглецю, надмірного використання прісної води, вирубування лісів, інтенсивного внесення добрив та застосування пестицидів;

– зростання обсягів відходів, площа яких нині займає близько 7 % території України [15] тощо.

На відміну від цього, циркулярна економіка, або економіка замкнутого циклу, трактується сучасними науковцями як невід’ємний елемент четвертої промислової революції [10, 16, 17]. Її фундаментальним принципом є забезпечення повторної переробки будь-яких видів продукції, що сприяє мінімізації відходів економічної діяльності, істотному скороченню споживання природних ресурсів і переходу на відновлювальні джерела. Питанням розвитку циркулярної моделі присвячені праці вітчизняних дослідників, серед яких Н. Гахович, Л. Дейнеко, О. Дронова, І. Зварич, А. Зигун, О. Малєй, В. Міщенко, Л. Сергієнко-Бердюкова, І. Тимошенко, І. Трофімов та інші [10, 16-18].

Нагальна необхідність інтеграції принципів циркулярної економіки у діяльність підприємств переробної промисловості України, зумовлена передусім значними обсягами використання природних ресурсів,

забрудненням довкілля атмосферними викидами та утворенням великих обсягів відходів [15].

Країни Європи з високим рівнем економічного розвитку усвідомили масштаби зазначених ризиків ще у 60-х роках ХХ століття. Це стало підґрунтям для докорінної зміни концепції сталого розвитку, у межах якої вагома роль була відведена екологічному компоненту та раціональному природокористуванню, орієнтованому на повне відтворення природного середовища. Таким чином, відбулася трансформація лінійної економічної моделі у циркулярний тип, основною характеристикою якого є замкнений цикл використання матеріальних ресурсів [11, 17]. Сучасна циркулярна економіка передбачає:

– багаторазове та потенційно безкінечне використання відходів як вторинної сировини у виробничих процесах;

– упровадження інноваційних технологій, що забезпечують підвищення ресурсоефективності та скорочення споживання природних ресурсів;

– перехід до екологічно чистих та відновлювальних джерел енергії;

– зменшення рівня забруднення довкілля та обсягів накопичених відходів.

Ефективне застосування зазначених принципів потребує сучасних технологічних рішень, які залежать від стану наукових досліджень та доступних інвестиційних ресурсів. У зв’язку з цим, кожна економічно розвинута країна Західної Європи пройшла власний, відмінний шлях переходу до моделі замкнутого циклу. На сьогодні цей процес продовжується.

Створення Європейського Союзу, по-перше, прискорило поширення провідних технологічних напрацювань та інноваційних практик, а по-друге, сприяло формуванню єдиної системи екологічних стандартів та вимог до продукції, її виробників і споживачів.

Підписання та введення в дію Угоди про асоціацію між Україною та ЄС у 2014 р. передбачало виконання Україною низки зобов’язань щодо гармонізації національного нормативно-правового поля з європейськими

стандартами управління відходами, що ґрунтуються на ієрархії пріоритетів циркулярної економіки [19]. До зазначених зобов'язань увійшли такі ключові напрями:

1. Запобігання утворенню відходів – найважливіший комплекс заходів, спрямованих не на управління вже існуючими відходами, а на їх недопущенні:

– зменшення фізичних обсягів відходів шляхом упровадження високоефективних технологічних процесів і стимулювання населення до сталих моделей споживання;

– зниження частки небезпечних компонентів у сировині та кінцевій продукції для мінімізації негативного впливу відходів на здоров'я людей і стан довкілля;

– стимулювання виробників економічними та соціальними інструментами до створення ремонтопридатної продукції з тривалішим життєвим циклом, яка придатна до модернізації.

2. Підготовка відходів до повторного використання передбачає, що продукція, яка внаслідок експлуатації, або фізичного й морального зносу стала відходами, проходить ремонт і модернізацію, що дозволяє подовжити строк її функціонування.

3. Переробка та утилізація передбачають трансформацію відходів у нові матеріали або сировину, що забезпечує їхнє подальше використання у виробничих процесах. Незважаючи на попередні етапи управління відходами, тривале зростання доходів населення зумовлює збільшення кінцевого споживання, а повністю уникнути утворення відходів у таких умовах неможливо. Тому, виникає потреба у їхній утилізації.

Передумовами реалізації даного етапу є [20]:

– проектування продукції з урахуванням можливостей її майбутньої утилізації, включно з вибором сировини, матеріалів і технологічних операцій;

– функціонування системи роздільного збирання та сортування відходів на стадії їх виникнення.

Кінцева мета переробки та утилізації полягає у максимальному скороченні обсягів спалювання та видалення відходів у спеціально визначених місцях.

4. Інші види утилізації, зокрема відновлення енергії шляхом спалювання. У випадках, коли через фізико-хімічні властивості відходів їхня переробка є неможливою, вони підлягають спаленню з отриманням теплової й електричної енергії, або альтернативних видів палива.

Водночас, суттєвим недоліком цього етапу є забруднення атмосферного повітря викидами. Тому, сміттєспалювальні підприємства є високотехнологічними комплексами, які потребують значних капітальних вкладень у будівництво та регулярне обслуговування.

5. Ліквідація відходів шляхом їх розміщення на полігонах. Відсутність сміттєспалювальних потужностей, або їхня недостатність призводять до накопичення відходів на звалищах. Специфіка виробничої діяльності окремих галузей також спричиняє появу токсичних відходів 1-3 класів небезпеки, що не завжди можуть бути перероблені чи утилізовані, або спалені.

Цей етап є найбільш небажаним у системі управління відходами і низка країн Єврозони вже повністю його подолали. До них відносять Данію, Німеччину, Нідерланди, Норвегію, Швецію та Швейцарію. Потужності з енергетичної утилізації відходів у цих країнах дозволили вирішувати як внутрішні, так і частково зовнішні потреби.

Щодо переробної промисловості України, то у 2020 р. частка її у створенні валового внутрішнього продукту становила близько 22%, а у формуванні загального випуску продукції – 35% [21, 22]. У результаті підприємства галузі забезпечили 35% загальних викидів забруднювальних речовин, 38% викидів діоксиду вуглецю; сформували 9% обсягів утворених відходів; здійснили 5% забору прісної води та використали 10%. Поточні витрати на охорону довкілля становили 28% загальних, а капітальні інвестиції – 34% [15].

Таким чином, формування замкненого еколого-економічного циклу в Україні на засадах сталого розвитку та відповідно до європейських стандартів є вкрай актуальним. Проте, на методичному рівні виникає проблема наявних міжгалузевих взаємозв'язків. З макроекономічної теорії відомо, що у процесі виробництва кожна галузь споживає продукцію як власного виробництва, так і інших галузей. Водночас, результати діяльності певної галузі можуть виступати як кінцевий продукт для споживчого ринку або як елемент проміжного споживання в інших секторах економіки [23, 24]. Тому при дослідженні трансформаційних процесів суспільного виробництва на основі принципів циркулярної економіки замкнений еколого-економічний цикл не може бути обмежений лише однією галуззю.

Відомо, що економічне зростання може забезпечуватися як за рахунок кількісних, так і якісних чинників. У першому випадку збільшення виробництва досягається шляхом додаткового залучення ресурсів, що підсилює антропогенний вплив. Натомість у другому – зростання забезпечується підвищенням ефективності використання всіх видів ресурсів і відповідним зменшенням викидів на одиницю продукції.

Трансформація від лінійної моделі економіки до циркулярної передбачає здійснення, насамперед, якісних змін у системі суспільного виробництва [25, 26]. Для забезпечення сталого економічного розвитку мають бути виконані такі основні передумови:

1. Позитивні темпи приросту галузевого ВВП, які не повинні поступатися темпам приросту сукупного випуску продукції. Це забезпечує тенденцію до зниження частки проміжного споживання. Досягнення подібної динаміки можливе за умов поступового переходу від первинної переробки ресурсів до високотехнологічних видів виробництва, здатних формувати значну частку доданої вартості, зокрема завдяки структурним змінам.

2. Зменшення обсягів забруднень в абсолютному і відносному вимірі, що виникають у процесі економічної діяльності. Реалізація цієї передумови вимагає проведення комплексу природоохоронних заходів, оновлення чинних

виробничих технологій, упровадження інноваційних рішень на основі капітальних інвестицій, а також повторного використання відходів як вторинної сировини тощо.

Ключовими індикаторами динаміки змін у промисловості можуть слугувати галузеві індекси економічного розвитку та екологічного навантаження. За умови позитивних тенденцій темпи зростання першого індексу повинні перевищувати показники другого, і навпаки. Ураховуючи зазначене, метою цієї роботи є аналіз тенденцій розвитку національної економіки останніх років із включенням екологічного аспекту.

1.2. Аналіз економічного розвитку України з урахуванням екологічного аспекту

У якості досліджуваного інтервалу обрано 2018-2022 рр., оскільки цей період характеризувався поступовим відновленням економічного зростання у більшості секторів національної економіки після глибокої кризи 2014 р. Додатково слід підкреслити, що наявні статистичні матеріали Державної служби статистики України після 2022 р. наразі не містять достатньо повних і достовірних відомостей щодо масштабів антропогенного навантаження [15].

У табл. 1.1 подано узагальнені показники міжгалузевого балансу України у розрізі рядків. Встановлено, що протягом звітного року сукупний обсяг виробленої продукції становив 9822077 млн грн. Із цього обсягу кінцевий попит сформував лише 3978400 млн грн. Решта виробництва, а саме 5843677 млн грн, була використана у процесі створення продукції іншими видами економічної діяльності. За таких умов середній рівень проміжного споживання досяг 59,5%, що вказує на недостатню результативність суспільного виробництва.

Чим нижчою є частка проміжного споживання, стовпець (5) табл. 1.1, тим сильніше відповідний вид економічної діяльності орієнтований на ринок

кінцевого споживання, як-от виробництво харчових продуктів. Від'ємні значення кінцевого попиту у добувній промисловості та у сфері виробництва коксу і продуктів нафто перероблення свідчать про те, що обсяги проміжного використання у звітному році перевищили наявні виробничі можливості. Виявлений дефіцит покривався за рахунок імпортних надходжень.

Таблиця 1.1 – Аналіз таблиці «Витрати-випуск» за даними 2022 р. по рядках, млн. грн.

Вид економічної діяльності	Проміжне споживання, млн. грн.	Кінцевий попит, млн. грн.	Використання продукції, млн. грн.	Частка проміжного споживання, %
1	2	3	4	5
Сільське, лісове та рибне господарство	439943	556802	996745	44,1%
Добувна промисловість	531473	-24969	506504	104,9%
Виробництво харчових продуктів	56375	1057965	1114340	5,1%
Виробництво коксу та продуктів нафтопереробки	260266	-38133	222133	117,2%
Металургійне виробництво	254540	198323	452863	56,2%
Інша переробна промисловість	1239002	221457	1460459	84,8%
Постачання електроенергії, газу, пари	319982	95487	415469	77,0%
Водопостачання; каналізація	24993	29524	54517	45,8%
Будівництво	270314	326198	596512	45,3%
Інші види діяльності	2446789	1555746	4002535	61,1%
Разом	5843677	3978400	9822077	59,5%

Джерело: побудовано автором на основі [27]

Внесок окремих видів економічної діяльності у формування ВВП держави може бути визначений шляхом аналізу таблиці «Витрати – випуск» за стовпцями, табл. 1.2. Із підсумкових значень випливає, що найбільший обсяг доданої вартості, а саме 2268887 млн грн, формувався іншими видами економічної діяльності, тоді як найменший показник зафіксовано у сфері водопостачання, водовідведення та поводження з відходами. У цілому по національній економіці частка доданої вартості становила 40,5% від

загального випуску. Зростання цього показника (стовпець (5) табл. 1.2) свідчить про підвищення конкурентоспроможності відповідного сектора економіки. За результатами оцінювання найнижчу ефективність в Україні демонструють металургійне виробництво, виробництво коксу і продуктів нафтоперероблення та будівництво, де частки доданої вартості дорівнювали 13,5%, 21,0% та 22,3% відповідно.

Таблиця 1.2 – Аналіз таблиці «Витрати-випуск» за даними 2022 р. по стовпцях, млн. грн.

Вид економічної діяльності	Проміжне споживання, млн. грн.	Додана вартість, млн. грн.	Сукупний випуск, млн. грн.	Частка доданої вартості, %
1	2	3	4	5
Сільське, лісове та рибне господарство	628404	368341	996745	37,0%
Добувна промисловість	273969	232535	506504	45,9%
Виробництво харчових продуктів	794153	320187	1114340	28,7%
Виробництво коксу та продуктів нафтопереробки	175565	46568	222133	21,0%
Металургійне виробництво	391555	61308	452863	13,5%
Інша переробна промисловість	1064673	395786	1460459	27,1%
Постачання електроенергії, газу, пари	279112	136357	415469	32,8%
Водопостачання; каналізація	39049	15468	54517	28,4%
Будівництво	463549	132963	596512	22,3%
Інші види діяльності	1733648	2268887	4002535	56,7%
Разом	5843677	3978400	9822077	40,5%

Джерело: побудовано автором на основі [27]

Це свідчить про те, що Україна має значний потенціал зростання валового внутрішнього продукту шляхом реалізації підходів ресурсоефективного розвитку. Зокрема, позитивного результату можна досягти через структурну трансформацію економіки та переорієнтацію на більш результативні види діяльності. У такому разі потреби внутрішнього ринку можуть компенсуватися за рахунок відповідного імпорту.

Зі статистичних даних відомо, що національна економіка традиційно характеризується нерівномірністю територіального розвитку, що зумовлено відмінностями природно-кліматичних умов, рівнем забезпеченості ресурсами, а також особливостями структури та просторового розподілу суспільного виробництва. Це підтверджується показниками валового регіонального продукту (ВРП) за 2022 р. у фактичних цінах, які відображено на рис. 1.1. Усі області впорядковано за спаданням відповідного індикатора.

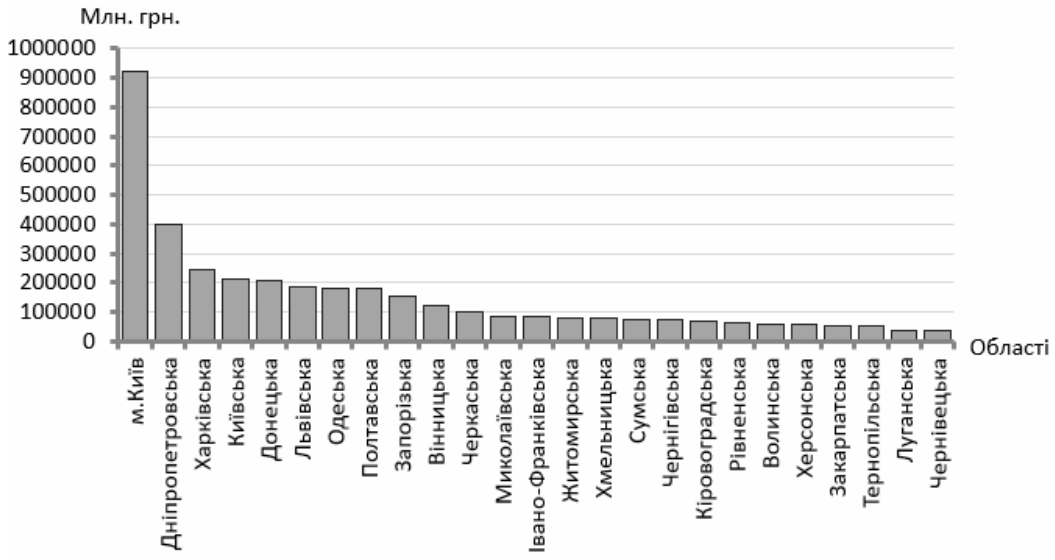


Рисунок 1.1 – Обсяг валового регіонального продукту

Джерело: побудовано автором на основі [27]

Аналіз свідчить, що у 2022 р. найбільший ВРП – 921,0 млрд. грн. був сформований у м. Києві, що перевищувало 23% обсягу ВВП країни. Разом із Дніпропетровською, Харківською, Київською та Донецькою областями тут зосереджувалося близько 51% сукупного валового продукту. Внесок інших регіонів у загальне економічне зростання був істотно нижчим. Найменші значення спостерігалися у Чернівецькій (36,8 млрд. грн.), Луганській (37,9 млрд. грн.), Тернопільській (52,1 млрд. грн.), Закарпатській (53,7 млрд. грн.) та Херсонській (58,5 млрд. грн.) областях. Їхній сумарний внесок у формування ВВП у 2022 р. становив близько 6%. Це дозволяє констатувати наявність суттєвих диспропорцій у суспільному розвитку регіонів.

Раніше наголошувалося на ключовій важливості екологічного компонента як визначальної умови економічного розвитку у довгостроковому періоді. З огляду на це, за даними [15] нами були визначені середньорічні темпи приросту основних типів забруднень навколишнього середовища за 2018-2022 рр., табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Розрахунок середньорічних темпів приростів забруднень навколишнього середовища у 2018-2022 р.

Види забруднень навколишнього середовища	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2022 р.	$\overline{T_{ПР}}$, %
1	2	3	4	5	6	7
Обсяги атмосферних викидів забруднюючих речовин, тис. тон	2857	3078	2585	2508	2460	-3,7%
Обсяги атмосферних викидів діоксиду вуглецю, тис. тон	138932	150581	124218	126378	121283	-3,3%
Утворення відходів, тис. тон	312268	295870	366054	352334	441517	9,0%
В т.ч., від економічної діяльності, тис. тон	306214	289524	360196	346790	435620	9,2%
Забір води з природних водних об'єктів, млн. $м^3$	9699	9907	9224	11296	11111	3,5%
В т.ч., забір прісної води, млн. $м^3$	9109	9325	8635	10705	10596	3,9%
Використання прісної води підприємствами, млн. $м^3$	6556	6608	6284	6790	6821	1,0%

Джерело: побудовано автором на основі [15]

Беручи до уваги те, що середньорічні темпи економічного зростання в Україні упродовж досліджуваного періоду становили +2,87% (дані табл. 1.2), результати природоохоронних заходів можна узагальнити таким чином:

– за умов додатної динаміки економічного розвитку обсяги атмосферних викидів забруднювальних речовин та діоксиду вуглецю демонстрували спадну тенденцію. Такий сценарій еколого-економічної результативності вважається найбільш сприятливим [16, 17];

– позитивні темпи приросту використання прісної води підприємствами були нижчими за темпи зростання ВВП. Це свідчить, по-перше, про підвищення залежності економічної системи від цього типу природних

ресурсів у кількісному вимірі; по-друге, про зростання ефективності його застосування;

– темпи утворення відходів від економічної діяльності та забору води перевищували показники приросту ВВП. Такий сценарій є найменш прийнятним, оскільки зростає не лише абсолютний екологічний тиск, а й погіршуються параметри екологічної результативності.

Отже, нами проведено аналіз тенденцій розвитку національної економіки з урахуванням екологічного чинника. Подальше використання сучасних підходів економіко-математичного моделювання забезпечить можливість формування рекомендацій на основі кількісних оцінок. Тому в подальшому дослідженні доцільно зосередитись на наукових підходах до вибору стратегії ефективного розвитку національної економіки з урахуванням міжнародного досвіду.

1.3. Зарубіжний досвід статистичного забезпечення ефективного еколого-економічного розвитку

Досягнення траєкторії сталого економічного зростання з урахуванням екологічного компонента є неможливим без чіткого окреслення змісту ефективності державного управління та належного статистичного забезпечення цього процесу. Ґрунтуючись на напрацюваннях наших науковців, під державним управлінням у подальшому будемо розуміти реалізацію органами влади їхніх інституційних функцій, з метою забезпечення соціально-економічного розвитку країни на основі обраної стратегії [28, 29]. Відповідно, з огляду на багатовимірний характер цього явища, під час оцінювання його результативності виникає низка методологічних застережень:

– по-перше, складність господарського комплексу не дозволяє зводити оцінку його стану до одного узагальнюючого індикатора. Тому аналіз має

здійснюватися за сукупністю показників, вибір і теоретичне обґрунтування яких у ряді випадків становить окреме наукове завдання. Наприклад, позитивні темпи приросту валового внутрішнього продукту не гарантують автоматичного покращення рівня життя населення. Так само, зростання ВВП на душу населення не обов'язково відображає збільшення його сукупного обсягу, а може бути пов'язане зі скороченням чисельності останнього;

– по-друге, складні внутрішні зв'язки між складовими системи можуть призводити до того, що реалізація певних управлінських рішень, поряд із поліпшенням цільових параметрів, супроводжується погіршенням інших, не врахованих показників. Наприклад, незначне підвищення податкового навантаження може забезпечити зростання бюджетних надходжень у короткостроковому періоді, без збільшення кількості збанкрутілих підприємств. Водночас, побічним наслідком такого регуляторного впливу може стати зростання кредиторської заборгованості за зобов'язаннями перед бюджетом, що у середньостроковій перспективі спричиняє втрату платоспроможності та додаткові банкрутства. Тобто, негативний ефект державних рішень може проявлятися з істотним часовим лагом, що ускладнює вимірювання їхньої ефективності;

– по-третє, зміни цільових параметрів можуть бути пов'язані не лише з ухваленими управлінськими заходами, але й з впливом зовнішніх, або супутніх факторів. Наприклад, збільшення кількості новостворених малих підприємств може бути зумовлене спрощенням адміністративних вимог, тоді як покращення умов банківського кредитування для МСП також здатне істотно впливати на цей показник. Це формує проблему ідентифікації внеску кожного окремого фактору у кінцевий результат.

У дослідженні М. Гориня, О. Кундицького та О. Сенишина [30], яке присвячене узагальненню підходів до трактування ефективності державного управління, підкреслюється, що у західній літературі переважають два її визначення:

– ступінь досягнення поставлених цілей за допомогою цільових показників;

– співвідношення між змінами результативних показників та обсягами витрачених ресурсів, тобто концепція економічної ефективності.

Перший підхід є пріоритетним у випадках, коли ключовим завданням виступає досягнення кінцевого результату, другий – коли необхідна мінімізація витрат. Обидва підходи передбачають застосування як натуральних, так і вартісних параметрів.

Криленко В.І. у праці [31] наголошує, що з позиції сучасної економіко-математичної методології ефективність у будь-якому секторі державного управління може визначатися через оптимальні значення цільових показників у межах визначеної стратегії та системи обмежень. За таких умов інструментарій математичного моделювання та інформаційні технології використовуються для пошуку найдоцільніших варіантів управлінських дій. Оптимізаційні процедури можуть бути як одно-, так і багатокритеріальними.

Для забезпечення порівнюваності показників у часі в межах соціально-економічної, демографічної та промислової статистики, застосовуються процедури зведення та групування результатів спостережень, а також стандартизація узагальнених індикаторів. Окреме місце займають показники системи національних рахунків, склад та методологія обчислення яких відповідають міжнародним стандартам і дають змогу здійснювати міждержавні порівняння.

Статистика національних рахунків в Україні охоплює дані щодо обсягів та динаміки валового внутрішнього продукту, його використання домогосподарствами, державним сектором, у міжнародній торгівлі та у формі капітальних інвестицій; показників валового регіонального продукту; структури доходів і витрат населення; міжгалузевого балансу. Узагальнення здійснюється у вигляді рахунків, що складаються з двох частин: права (кредитова) фіксує надходження ресурсів, ліва (дебетова) – їхнє використання. Підсумки цих частин повинні бути врівноваженими. До їх складу входять

рахунки товарів і послуг, виробництва, утворення, первинного й вторинного розподілу та використання доходу, рахунки нагромадження капіталу тощо.

У світовій практиці значного поширення набули міжнародні індекси, що характеризують різні аспекти результативності державного управління. Їхня методологія та регулярне оновлення забезпечуються провідними міжнародними економічними й дослідницькими інституціями, зокрема Світовим банком, Всесвітнім економічним форумом, ООН, Корнельським університетом та іншими. До ключових індикаторів, що відображають рівень соціально-економічного розвитку з урахуванням екологічної складової, належать:

1. Глобальний індекс конкурентоспроможності (GCI) – комплексне дослідження Всесвітнього економічного форуму, яке охоплює понад 100 показників, що характеризують економічний, соціальний, інноваційний та екологічний виміри розвитку [32]. Розробники індексу підкреслюють важливість не лише короткострокового економічного ефекту, але й довгострокових орієнтирів, включаючи «зелені» інвестиції, цифровізацію та якість державних послуг;

2. Рейтинг ведення бізнесу (DB) – індикатор Світового банку, який оцінює правові та регуляторні умови ведення бізнесу: кількість, вартість і тривалість процедур у взаємодії підприємств із державними органами. Частина його параметрів інтегрована до GCI. Після 2019 р. індекс не оновлюється з політичних причин [33], однак аналіз регуляторної ефективності продовжується за допомогою індексу GIRG;

3. Індекс економічної свободи (IEF) – вимірює ефективність державної влади за структурою витрат, чисельністю, результативністю діяльності, а також за рівнем конкурентності ринків і станом правового середовища [34].

Оскільки приватна власність є фундаментом ринкової економіки, якість державного управління значною мірою визначається рівнем її правового захисту.

4. Міжнародний індекс захисту прав власності (IPRI) – формується Міжнародним альянсом прав власності, що діє під егідою Американського фонду податкової реформи. Інтегральна оцінка враховує незалежність судової системи, політичну стабільність, рівень корупції, а також стан правового регулювання реєстрації та охорони матеріальної й інтелектуальної власності, про що зазначається у [35].

Інноваційна активність та її екологічна орієнтація є ключовими передумовами довгострокової конкурентоспроможності держави, на що звертають увагу міжнародні дослідники.

5. Глобальний інноваційний індекс (GII) – оцінює ефективність державного управління у сфері інновацій через стан системи освіти, розвиток інфраструктури та рівень ділової активності бізнесу [36];

6. Індекс інноваційного розвитку Bloomberg (BII) – концентрується на показниках науково-дослідних витрат, чисельності наукового персоналу, розвитку вищої освіти, кількості високотехнологічних компаній і запатентованих винаходів, а також на показниках доданої вартості у переробній промисловості [37];

7. Індекс соціального розвитку (SPI) – відображає рівень задоволення базових і розширених потреб суспільства, включаючи житло, безпеку, медичну допомогу, освіту, доступ до інформації та можливості персонального розвитку [38];

8. Індекс процвітання (LPI) – за методологією Legatum Institute, оцінює умови для підвищення добробуту населення: рівень економічного середовища, стан освіти, інвестиційний клімат, соціальну захищеність та розвиток економіки на засадах циркулярності [39].

Розглянуті індекси дають змогу визначити не лише міжнародні позиції нашої країни у сфері сталого еколого-економічного розвитку, але й виявити тенденції й характер трансформацій у різних секторах суспільства. Крім того, факторний аналіз їхніх складових дозволяє ідентифікувати джерела

проблемного стану та виступає аналітичною основою для формування стратегічних альтернатив і пріоритетів державного управління.

Висновки до розділу 1

Динамічний розвиток світової економіки, зростаюче неконтрольоване використання природних ресурсів і поглиблення екологічних загроз засвідчили, що лінійна модель розширеного відтворення створює суттєві ризики та ресурсні обмеження не лише для окремих країн, а й для глобальної екосистеми. Альтернативою такій траєкторії сьогодні виступає циркулярна економіка, або економіка замкненого циклу, концептуальним ядром якої є принцип повернення продуктів та матеріалів у повторний обіг. У результаті досягається скорочення обсягів відходів від господарської діяльності, зменшення навантаження на природні ресурси, перехід до поновлюваних матеріалів і джерел енергії, а також знижується екологічний тиск і накопичення відходів, що сприяє збереженню біорізноманіття. Тому формування замкнутого еколого-економічного циклу в Україні, у контексті сталого розвитку та відповідності європейським стандартам, є актуальним і обґрунтованим завданням. Водночас на методичному рівні постає проблема наявних міжгалузевих взаємозв’язків, через що структурні перетворення у виробничій системі не можуть стосуватися лише окремої галузі, а мають охоплювати економіку в цілому.

Статистичний аналіз таблиць «Витрати – випуск» підтвердив, що в Україні існують значні можливості зростання валового внутрішнього продукту шляхом реалізації підходів ресурсоефективності. Зокрема, позитивних результатів можна досягти завдяки структурним змінам і переорієнтації на економічно ефективніші види діяльності. Середньорічні темпи економічного зростання в Україні протягом 2018-2022 рр. становили

+2,9%. При цьому отримані екологічні результати можуть бути систематизовані так:

– обсяги атмосферних викидів забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю характеризувалися спадною динамікою, що слід оцінювати позитивно;

– позитивні темпи приросту використання прісної води підприємствами були нижчими за темпи зростання ВВП. Це означає, по-перше, зростання залежності господарської системи від даного природного ресурсу; по-друге, підвищення результативності його використання;

– темпи утворення відходів від економічної діяльності та забору води перевищували динаміку приросту ВВП. Така ситуація є найменш сприятливою, оскільки зростає як абсолютний екологічний тиск, так і відбувається погіршення індикаторів екологічної ефективності.

Проведене дослідження зарубіжного досвіду статистичного аналізу еколого-економічного розвитку передбачало вивчення міжнародних індексів, що дозволяють оцінити не лише позиції України у сфері сталого розвитку порівняно з іншими державами, а й слугують інструментом для виявлення тенденцій і характеру трансформацій у різних сферах суспільного життя.

РОЗДІЛ 2
ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ В УМОВАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

2.1. Модель міжгалузевого балансу Леонт’єва

Обсяг валового внутрішнього продукту (ВВП) та середньорічні темпи його приросту є ключовими макроекономічними показниками, що відображають рівень економічного зростання будь-якої країни. Для України, відповідно до даних Міністерства фінансів, у період 2018-2022 рр. обсяг ВВП зріс з 1979458 млн. грн. до 3974564 млн. грн. у фактичних цінах. При цьому, середні темпи щорічного приросту з урахуванням корекції на інфляцію становили +2,9%, що є позитивним результатом для економіки.

Як зазначено вище, структурна взаємопов’язаність різних видів економічної діяльності, елементів кінцевого попиту та доданої вартості, сукупність яких формує обсяг валового внутрішнього продукту, у практиці Державної служби статистики України та у рамках Системи національних рахунків описується таблицями «Витрати–випуск» [40]. Аналітичний зв’язок між відповідними показниками встановлюється за допомогою базової міжгалузевої моделі Леонт’єва [41, 42]. Ця модель надає можливість формувати альтернативні сценарії розвитку національної економіки через узгодження параметрів проміжного споживання, кінцевого попиту та загального випуску продукції всіх секторів. Розглянемо її елементи детальніше, табл. 2.1.

Таблиця «Витрати-випуск» ґрунтується на таких групах показників:

– проміжне споживання X_{ij}, де i, j = 1…n – щорічний обсяг виробництва продукції і-тим видом економічної діяльності, що використовується у виробничому процесі j-го виду діяльності;

– кінцевий попит F_i, де i = 1…n – споживчий попит на продукцію і-го виду економічної діяльності, до складу якого входять кінцеві споживчі витрати C_i, валові інвестиції Ig_i та сальдо зовнішньої торгівлі NX_i;

– додана вартість V_j, де j = 1…n – величина валової доданої вартості, або ВВП j-го виду економічної діяльності, що охоплює: оплату праці найманих працівників, податки на виробництво та імпорт, субсидії на імпорт, а також валовий прибуток;

– споживання продукції X_i, де i = 1…n – показник, що включає проміжне споживання та кінцевий попит, визначається як $X_i = \sum_{j=1}^{n} X_{ij} + F_i$;

– сукупний випуск продукції X_j, де j = 1…n – обсяг продукції, сформований на основі проміжного споживання та доданої вартості, що визначається як $X_j = \sum_{i=1}^{n} X_{ij} + V_i$.

Таблиця 2.1 – Структура статистичних таблиць «Витрати - випуск»

		Проміжне споживання X_{ij}				Кінцевий попит, F_i			Споживання продукції, X_i
		Вид діяльності I	Вид діяльності II	…	Вид діяльності n	Кінцеві споживчі витрати	Валове нагромадження капіталу	Чистий експорт	
Проміжне споживання X_{ij}	Вид діяльності I	X_{11}	X_{12}	…	X_{1n}	C_1	Ig_1	NX_1	X_1
	Вид діяльності II	X_{21}	X_{22}	…	X_{2n}	C_2	Ig_2	NX_2	X_2
	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	Вид діяльності n	X_{n1}	X_{n2}	…	X_{nn}	C_n	Ig_n	NX_n	X_n
Додана вартість, V_j		V_1	V_2	…	V_n				
Сукупний випуск, X_j		X_1	X_2	…	X_n				

Загальна величина доданої вартості всіх видів економічної діяльності відповідає сумарному обсягу кінцевого попиту:

$$ВВП = \sum_{j=1}^{n} V_j = \sum_{i=1}^{n} F_i\,, \qquad (2.1)$$

Де *ВВП* – обсяг валового внутрішнього продукту, вироблений економікою України у звітному періоді.

Детальний аналіз даних таблиці 3.1 за рядками та стовпцями дає змогу виявити основні закономірності функціонування економіки через технологічні взаємозв'язки між різними секторами. У моделі Леонт'єва ця галузева структура зв'язків відображається через матрицю коефіцієнтів прямих витрат *A*, елементи якої визначаються за формулою:

$$a_{ij} = X_{ij}/X_j\,, \tag{2.2}$$

Де a_{ij} – сукупність параметрів прямих витрат, за умови $i, j = 1 \ldots n$.

З огляду на значну інерційність макроекономічної динаміки, складові матриці *A* на короткостроковому й середньостроковому інтервалах, можна розглядати, як незмінні. За таких припущень, базові балансові співвідношення за рядками та стовпцями таблиці «Витрати - випуск», набувають такого формального виразу:

$$X = AX + F; \quad p = A^T p + v, \tag{2.3}$$

Де *A* – матриця параметрів прямих витрат;

F – вектор кінцевого попиту по видах економічної діяльності;

X – вектор сукупного випуску й використання продукції;

A^T – транспонована матриця коефіцієнтів прямих витрат;

v – вектор часток доданих вартостей по видах економічної діяльності;

p – вектор індексів цін на продукцію.

Тоді, модель Леонт'єва у матричній формі, забезпечує можливість розв'язання таких завдань:

1. Визначення збалансованих обсягів випуску продукції на підставі планових (сценарних), або прогнозних змін кінцевого попиту.

$$X = (I - A)^{-1}F, \tag{2.4}$$

Де I – одинична матриця.

2. Визначення впливу вектору доданої вартості на рівноважні ціни, за видами діяльності.

$$P = (I - A^T)^{-1} v, \tag{2.5}$$

З позицій забезпечення циркулярного розвитку, розглянута у (2.1)-(2.5) модель надає змогу здійснювати економіко-математичний аналіз та моделювання чинних галузевих взаємозв'язків на макрорівні, а також застосовувати отримані результати під час розробки найбільш імовірних сценаріїв економічного зростання. Разом із цим, суттєвим обмеженням такого підходу, в рамках дійсного дослідження, є відсутність екологічної компоненти.

2.2. Модель оцінки ефективності еколого-економічного розвитку в умовах циркулярної економіки

З огляду на недоліки зазначеної вище моделі міжгалузевого балансу, розглянемо надалі підхід до оцінювання розвитку економіки України, з урахуванням екологічної складової. На наш погляд, формування інтегрального індикатора такої оцінки доцільно здійснювати відповідно до стратегічних цілей, рис. 2.1 [43, 44]:

– сталий соціально-економічний розвиток, що проявляється у підвищенні добробуту населення;

– основною передумовою такого розвитку повинні бути якісні чинники, які покращують еколого-економічну ефективність;

– стійка регіональна рівновага місцевих екосистем, за рахунок зменшення антропогенного впливу на навколишнє середовище;

– реалізація комплексу природоохоронних заходів, що передбачають перехід економіки України до циркулярного типу.

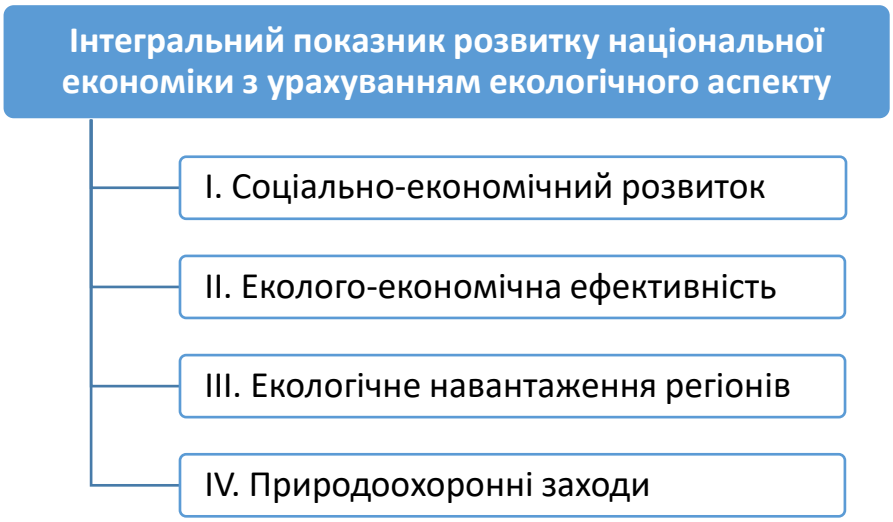


Рисунок 2.1 – Складові моделі оцінки ефективності еколого-економічного розвитку в умовах циркулярної економіки

Розглянемо змістове призначення кожної складової моделі оцінки ефективності еколого-економічного розвитку, рис. 2.1, з урахуванням сучасних методологічних підходів [45].

1. Соціально-економічний розвиток CEP_i. Як підкреслювалось вище, на загальнодержавному рівні ключовим агрегованим показником, що відображає стан національної економіки, виступає валовий внутрішній продукт. На рівні адміністративно-територіальних одиниць, його функціональним аналогом є валовий регіональний продукт (*ВРП*).

Стратегічною метою економічного зростання є підвищення добробуту населення. Зростання реальних доходів формує внутрішній попит та розширює інвестиційні можливості, а також забезпечує доступність продукції й послуг вищої якості, що безпосередньо впливає на умови життя.

З погляду статистичного аналізу, зазначені параметри належать до групи відносних показників динаміки; їх середньорічні зміни обчислюються з використанням апарату статистики часових рядів. Для характеристики структури досліджуваної сукупності, в моделі інтегрального індикатора

застосовувались відносні показники. Водночас, враховуючи просторову неоднорідність регіонального розвитку, використовувались показники інтенсивності, що відображають масштаб поширення певного явища у відповідному середовищі. У цьому контексті, індикатор економічного розвитку співвідносився з чисельністю населення кожного окремого регіону:

$$К_{СЕР,i} = \frac{П_{СЕР,i}}{ЧН_i}, \quad (2.6)$$

де $К_{СЕР,i}$, $П_{СЕР,i}$ – показники соціально-економічного розвитку і-ої адміністративно-територіальної одиниці, відповідно, у відносному та абсолютному вимірі;

$ЧН_i$ – середньорічна чисельність населення і-ого регіону.

До першої складової моделі оцінки ефективності еколого-економічного розвитку, нами було включено наступні індикатори:

– середньорічні темпи зростання *ВРП*, $k_{11,i}$, %;

– величина *ВРП*, в розрахунку на душу населення $k_{12,i}$, грн./1 особу;

– річний обсяг доходів на душу населення $k_{13,i}$, грн./1 особу;

– співвідношення річних доходів до витрат населення $k_{14,i}$. Значущість цього індикатора зумовлена тим, що в окремі періоди доходи домогосподарств не перевищували рівня їх фактичних витрат, що свідчить про недостатню платоспроможність. Покриття нестачі доходів здійснювалось за рахунок попередніх заощаджень, або використання кредитних ресурсів;

– середньорічні темпи зростання наявних доходів $k_{15,i}$, %. Вони характеризують максимально доступний обсяг фінансових ресурсів, який домогосподарства можуть спрямувати на споживання товарів і послуг.

Розглянуті показники повинні максимізуватись.

2. Еколого-економічна ефективність $ЕЕ_i$. Негативним чинником економічного зростання є погіршення стану природного середовища [44]. Екстенсивне розширення виробництва ґрунтується на нарощуванні

ресурсоспоживання, унаслідок чого збільшуються масштаби антропогенного навантаження. У довгостроковому періоді часу, забезпечення виключно інтенсивного розвитку є малоймовірним, тому в реальних умовах він набуває змішаних форм. Причому вплив інтенсивних та екстенсивних чинників на економічне зростання суттєво варіює між регіонами.

За таких умов, ключовою проблемою стає забезпечення збалансованості двох суспільно значущих орієнтирів: досягнення соціально-економічного розвитку та одночасного зменшення викидів і відновлення природних екосистем в межах кожного регіону. Для реалізації цієї мети, країни з високим рівнем технологічного розвитку впроваджують системи повторного залучення відходів та технології замкнених циклів виробництва.

Відомо, що показник ефективності в економічному аналізі ґрунтується на відносному порівнянні результатів господарювання з витраченими ресурсами, або понесеними втратами. Що стосується складових нашої моделі, показники другого напрямку оцінки, еколого-економічної ефективності, обчислюються як:

$$K_{EE,i} = \frac{ВП_i}{ЗНС_i}, \tag{2.7}$$

де $K_{EE,i}$ – еколого-економічна ефективність і-ої адміністративно-територіальної одиниці;

$ВП_i$ – обсяг сукупного випуску продукції, або $ВРП$ в і-ому регіоні;

$ЗНС_i$ – обсяг забруднення природного середовища в і-ому регіоні.

Ключові детермінанти антропогенного тиску на довкілля, що підлягають статистичному моніторингу в Україні, охоплюють: аеротехногенні емісії діоксиду вуглецю; поводження з відходами, зокрема, генерацію за класами небезпеки, рециклінг, акумуляцію; водокористування, тобто, забір ресурсів та водовідведення; динаміку лісового фонду за рахунок вирубки та відтворення;

агрохімічне навантаження ґрунтів [15]. Відповідно, зазначена група індикаторів сформована з таких розрахункових величин:

– відносний показник регіонального випуску продукції, в розрахунку на одиницю атмосферних викидів забруднюючих речовин $k_{21,i}$ та діоксиду вуглецю $k_{22,i}$, грн./кг;

– відносний показник регіонального випуску продукції, в розрахунку на одиницю обсягів утворення відходів $k_{23,i}$ та небезпечних відходів $k_{24,i}$, грн./кг.;

– ефективність водокористування – відносний показник регіонального випуску продукції, в розрахунку на одиницю забору $k_{25,i}$ та скидання забруднених вод $k_{26,i}$, грн./м^3;

– відносний показник обсягів заготівлі ліквідної деревини до площі суцільних вирубок, $k_{27,i}$, м^3/га;

– ефективність агрохімічного навантаження – відношення вартості продукції рослинництва до площ, оброблених пестицидами $k_{28,i}$, тис. грн./га.

Наведені індикатори демонструють рівень корисної віддачі від економічної діяльності у розрахунку на одиницю екологічної деструкції. Відтак, цільовим вектором їх оптимізації є максимізація значень. Втім, це свідчить лише про зростання екологічної ефективності суспільного виробництва, але не гарантує мінімізації абсолютної шкоди довкіллю. У зв’язку з цим, актуалізується аналіз наступної категорії показників.

3. Рівень екологічного навантаження регіонів EH_i. Аналіз виключно абсолютних показників забруднення по регіонах, не забезпечує об’єктивної оцінки інтенсивності техногенного впливу, через їхню суттєву територіальну диференціацію. Тому, індикатори екологічного навантаження, економічним змістом яких є щільність забруднення, визначаються наступним чином:

$$K_{EH,i} = \frac{ЗНС_i}{П_i}, \tag{2.8}$$

де $К_{ЕН,і}$ – рівень екологічного навантаження і-ої адміністративно-територіальної одиниці;

$П_і$ – площа і-ого регіону, га.

Базуючись на ключових джерелах забруднення, що були ідентифіковані вище, до третьої групи було включено такі показники:

– відносний показник обсягів забруднюючих аеротехногенних емісій $k_{31,і}$ та діоксиду вуглецю $k_{32,і}$, у розрахунку на одиницю площі території, тон/га;

– відносний показник обсягів генерації відходів $k_{33,і}$ та небезпечних відходів $k_{34,і}$, у розрахунку на одиницю площі території, тон/га;

– відносний показник обсягів акумульованих відходів $k_{35,і}$ та небезпечних відходів $k_{36,і}$, у розрахунку на одиницю площі території, тон/га;

– відносний показник інтенсивності водокористування $k_{37,і}$ та водовідведення $k_{38,і}$ забруднених стоків, у розрахунку на одиницю площі території, м^3/га;

– відносний показник площі лісозаготівель до загальної площі лісових угідь, $k_{39,і}$, %;

– інтенсивність агрохімічного навантаження – відносний показник площ використання пестицидів до загальної посівної площі сільськогосподарських угідь $k_{3\ 10,і}$, %.

На противагу показникам перших двох напрямків оцінок, усі наведені показники екологічного навантаження потребують мінімізації.

4. Природоохоронні заходи $ПЗ_і$. Комплексна екологізація суспільного виробництва обумовлює необхідність запровадження ефективних механізмів скорочення обсягів забруднень в абсолютному і відносному вимірах [44]. Ключовим регулятором цього процесу є екологічне законодавство, яке регламентує гранично допустимі нормативи забруднень. Забезпечення нормативів напряму пов’язане з відповідними фінансовими витратами. Відповідно, узагальнений вигляд індикаторів цієї групи наведений в рівнянні (2.9):

$$К_{ПЗ,i} = \frac{Е_{ПЗ,i}}{ЗНС_i}, \quad (2.9)$$

де $К_{ПЗ,i}$ – індекс ефективності природоохоронних заходів в межах і-ої адміністративно-територіальної одиниці;

$Е_{ПЗ,i}$ – корисний ефект (витрати, економія, покращення навколишнього середовища) від реалізації природоохоронних заходів в і-ому регіоні.

В контексті доступного масиву статистичних даних по регіонах України, даний блок містить наступні індикатори:

– частка витрат на екологічну безпеку у валовому регіональному продукті $k_{41,i}$, %. Ретроспективний аналіз свідчить про значне погіршення фінансування: з 1,2% ВВП у 2016 р. до 0,2% у 2024 р.;

– частки рециклінгу сукупних відходів $k_{42,i}$ та утилізації небезпечних відходів I-III класів $k_{43,i}$, %. За цим критерієм спостерігається суттєвий диспаритет із розвинутими європейськими економіками. Наприклад, у 2020 р. рівень утилізації в Україні становив лише 25%;

– коефіцієнт ефективності повторного використання водних ресурсів $k_{44,i}$, що визначається як відношення економії води за рахунок рециклінгу до обсягів забору. Завдяки багаторазовому використанню, реальна потреба виробництва у воді значно перевищує обсяги її забору. В середньому по Україні у 2024 р. цей показник сягав 3,1; однак, в окремих регіонах перевищення потреб над забором становило 20-30 разів, що є позитивною практикою;

– рівень забезпеченості очисними спорудами $k_{45,i}$, що визначається як відношення наявних очисних потужностей до загального обсягу водовідведення, %. Щорічний обсяг скидання забруднених стоків коливається в межах 700-900 млн. м^3. При цьому, наявна інфраструктура очисних споруд є достатньою для нейтралізації цього обсягу;

– рівень відтворення лісових насаджень $k_{46,i}$, що визначається як відношення площі відтворення лісових насаджень до площі рубок, %.

Проблема деградації лісових площ, особливо в Західному регіоні, є критичною, оскільки у 2016-2024 рр. площа відтворення становила лише 10-15% від обсягів вирубки, що недостатньо.

Економічний зміст показників третьої групи обумовлює необхідність їхньої максимізації.

Таким чином, використовуючи відкриті масиви статистичних даних про стан довкілля в регіональному розрізі України, нами було запропоновано комплекс індикаторів для оцінювання економічного розвитку з урахуванням екологічної домінанти. Оскільки кожен одиничний показник характеризується власною одиницею виміру, діапазоном значень та цільовим напрямком оптимізації, для здійснення подальших багатокритеріальних порівнянь виникає нагальна потреба в уніфікації результатів розрахунків. Це передбачає їх приведення до узагальненого формату шляхом використання згорток адитивно-мультиплікативного типу. Відповідно, першочерговим етапом є масштабування значень усіх індивідуальних індикаторів до єдиної вимірювальної шкали, тобто їх нормування згідно з формулою [42]:

$$k' = \frac{k_{розр} - k_{гір}}{k_{кр} - k_{гір}}, \tag{2.10}$$

де k' – нормоване значення показника;

$k_{розр}$ – розрахункове значення показника;

$k_{кр}$, $k_{гір}$ – відповідно, найкраще й найгірше значення показника, з урахуванням напрямку оптимізації, за множиною адміністративно-територіальних одиниць.

Наслідком процедури нормування є приведення усіх одиничних індикаторів до єдиної шкали [0; 1], де цільовий вектор оптимізації відповідає одиниці. Екстремуми, або найкращі та найгірші значення індикаторів детермінуються на основі повної вибірки по всіх регіонах. У випадку аналізу динаміки інтегрального індексу розвитку національної економіки, референтні

значення $k_{гір}$ та $k_{кр}$ додатково визначаються за даними декількох часових зрізів. У межах даного дослідження було обрано часовий проміжок з 2020 р. по 2024 р. Агрегування нормованих індикаторів на груповому рівні було реалізовано шляхом застосування адитивно-мультиплікативних згорток. У подібних багатокритеріальних задачах, ключова роль у встановленні вагових коефіцієнтів, як правило, відводиться суб'єктивним оцінкам експертів. Однак, у даному дослідженні, при формуванні узагальнюючого показника за кожним напрямком, було надано рівнозначний вплив. Крім того, на рівні конкретних підцілей, кожному одиничному індикатору також присвоєно рівний ваговий коефіцієнт, що відображено в рівняннях (2.11)-(2.13).

$$CEP = 0{,}5 \times \left(\frac{k_{11}^{'} + k_{12}^{'}}{2}\right) + 0{,}5 \times \left(\frac{k_{13}^{'} + k_{14}^{'} + k_{15}^{'}}{3}\right), \qquad (2.11)$$

Аналіз формули (2.11) демонструє, що інтегральний середньозважений індекс *CEP* складається з двох еквівалентних підцілей: забезпечення економічного розвитку та соціального добробуту населення. Оцінка першої підцілі відбувалась за допомогою двох одиничних індикаторів k_{11} та k_{12}, другої – трьох, k_{13}, k_{14} та k_{15}. Вагомість їхнього впливу також була розподілена на пропорційній основі.

$$EE = \frac{\sum_{j=1}^{8} k_{2j}^{'}}{8}; \quad EH = \frac{\sum_{j=1}^{10} k_{3j}^{'}}{10}, \qquad (2.12)$$

Індекс еколого-економічної ефективності *EE*, що представлений у рівнянні (2.12), побудований на основі чотирьох підцілей, пов'язаних зі зростанням віддачі від різних видів забруднень: аеротехногенної емісії, генерації відходів, водоспоживання та землекористування. Оцінка кожного з цих напрямків проводилась за допомогою двох індикаторів. З огляду на це, кожний індивідуальний показник отримав ваговий коефіцієнт, що дорівнює

0,125. Схожа методологічна архітектура була застосована й до групового індикатора екологічного навантаження *ЕН*.

$$ПЗ = 0{,}5 \times k'_{41} + 0{,}5 \times \left(\frac{\left(k'_{42} + k'_{43}\right)/2 + \left(k'_{44} + k'_{45}\right)/2 + k'_{46}}{3} \right), \qquad (2.13)$$

Під час оцінки природоохоронних заходів *ПЗ*, головними підцілями були: обсяг витрат на охорону навколишнього середовища (k_{41}) та ефекивність цих витрат. В свою чергу, останній показник розраховувався на основі утилізації відходів (k_{42}, k_{43}), водокористування (k_{44}, k_{45}) та заходів з відтворення лісових насаджень (k_{46}).

Для визначення вагових коефіцієнтів інтегрального показника, було застосовано метод парних порівнянь. Зважаючи на складну соціально-економічну ситуацію в державі в останні роки, експертна система переваг мала вигляд: $СЕР \succ ЕЕ \approx ЕН \approx ПЗ$.

В основі методу парних порівнянь покладено матрицю *M*, елементи якої розраховуються, як:

$$\begin{cases} m_{ij} = 2, & якщо \quad K_i \succ K_j \\ m_{ij} = 1, & якщо \quad K_i \approx K_j, \\ m_{ij} = 0, & якщо \quad K_i \prec K_j \end{cases} \quad \text{де i = 1…n} \qquad (2.14)$$

де K_i, K_j – показники, рівень важливості яких оцінюється експертом;

n – кількість показників, що приймають участь у порівнянні.

Відповідно, сума кожного рядка матриці *M*, буде визначати ваги коефіцієнтів під час їхньої згортки, формула (2.15):

$$\alpha_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} m_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} m_{ij}}, \qquad (2.15)$$

Проміжні результати обчислення вагових коефіцієнтів α_i, наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Обчислення вагових коефіцієнтів парними порівняннями

Матриця парних порівнянь					Сума	Вагові коефіцієнти
Групи показників	*СЕР*	*ЕЕ*	*ЕН*	*ПЗ*		
СЕР	1	2	2	2	7	0,4375
ЕЕ	0	1	1	1	3	0,1875
ЕН	0	1	1	1	3	0,1875
ПЗ	0	1	1	1	3	0,1875
Разом					16	1,0000

Зазначений підхід також релевантний для детермінації вагових значень окремих компонент у математичних виразах (2.11)-(2.13). Підсумком проведеного моделювання, стало виведення рівняння інтегрального індексу еколого-економічного розвитку України, що має вигляд:

$$IE = 0{,}4375 \times СЕР + 0{,}1875 \times ЕЕ + 0{,}1875 \times ЕН + 0{,}1875 \times ПЗ, \quad (2.16)$$

Перспективи подальших наукових розробок полягають в обґрунтуванні прикладних механізмів стратегії зростання національної економіки, крізь призму екологічної домінанти та регіональної диференціації. Методологічним підґрунтям для реалізації даного завдання, визначено застосування інструментарію кластерного аналізу.

2.3. Метод кластеризації національної економіки за регіональним аспектом

Зважаючи на те, що розглянута вище модель узагальненої оцінки ефективності еколого-економічного розвитку в умовах циркулярної економіки, формули (2.6)-(2.16), не передбачає даних у регіональному розрізі,

її застосування для розробки практичних заходів з оптимізації цільового показника є обмеженим.

За Конституцією, Україна складається з 25 адміністративно-територіальних одиниць (областей), кожна з яких характеризується індивідуальними оцінками поточного стану. Таким чином, розробка специфічних рекомендацій, для поліпшення еколого-економічного розвитку кожної окремої області є недоцільною. Тому, в рамках даного дослідження пропонується здійснити науково обґрунтовану класифікацію адміністративно-територіальних одиниць з метою формування однорідних сукупностей, що демонструють подібні характеристики. Такий підхід дозволить розробляти рекомендації не для окремих регіонів, а для однорідних кластерів.

Процес класифікації повинний бути об'єктивним й мінімізувати вплив експертних оцінок. Досягнення цієї умови можливе за допомогою кластеризації ієрархічним агломеративним методом [46].

Віднесення кожного регіону до певного кластеру здійснюється за допомогою мінімальної Евклідової відстані між ними та центрами кластерів. Для застосування даного критерію необхідно, щоб значення всіх показників, які використовуються для оцінювання, були нормованими. Це означає, що вони повинні вимірюватись в кількісній шкалі та перебувати в одному діапазоні допустимих значень. В іншому випадку, показники з більшими абсолютними значеннями матимуть надмірний вплив на розрахунок відстаней.

Кількість кластерів, які утворюються внаслідок даної процедури, залежить від значення параметру чіткості класифікації R, що може приймати значення від 1 до 10. Чіткість класифікації визначається експертом на початку роботи даного методу. Чим вищим є зазначений параметр, тим більш чутливим стає метод кластеризації до відстані між об'єктами. Відповідно, це призводить до збільшення кількості сформованих кластерів.

Вибір параметра R буде здійснюватися таким чином, щоб забезпечити мінімальну кількість утворених груп об'єктів при збереженні допустимої

якості проведеної класифікації. В даному контексті, критерієм якості є силуетна міра.

Розглянемо детальніше зазначені вище методи [46]. Ієрархічний агломеративний метод кластеризації представляє собою ітераційний процес, критерієм завершення якого є наступна умова: всі вхідні об'єкти розподілені по кластерах, а конфігурація цих кластерів залишається сталою.

1. Початкова кластеризація. Метою початкової кластеризації є отримання базового опорного рішення, яке буде змінюватись й покращуватись в процесі послідовних ітерацій. Критерієм додавання окремих регіонів до певного кластеру є Евклідова відстань, яка обчислюється за формулою (2.17).

$$L_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^{n} \left(x_{ik} - x_{jk}\right)^2 \times \alpha_k}\,, \qquad (2.17)$$

Де L_{ij} – відстань між і-им та j-им регіонами;

α_k – ваговий коефіцієнт k-ого індикатора;

n – кількість індикаторів.

Чим меншим є значення L_{ij}, тим вищим є ступінь подібності порівнюваних регіонів за такими критеріями, як соціально-економічний розвиток, еколого-економічна ефективність, екологічне навантаження та природоохоронні заходи. Зворотне твердження також є справедливим

Початкова кластеризація розпочинається з ідентифікації пари регіонів, для яких відстань L_{ij} є мінімальною. На їх базі формується перший кластер. Наступним кроком є приєднання до нього всіх інших областей, відстань від яких до центру ваги новоствореного кластера не перевищує встановлену граничну межу $(10 - R) \times L_{min}$. Таким чином, параметр R безпосередньо впливає на максимально допустиму відстань між регіонами в межах кожного кластера й, відповідно, на загальну кількість сформованих груп об’єктів.

Після завершення формування першого кластера, здійснюється пошук наступної пари регіонів з мінімальною відстанню між ними. Цей процес продовжується до тих пір, поки всі регіони не будуть класифіковані.

2. Визначення нових центрів ваги та проведення повторної кластеризації. Цей етап є невід'ємною частиною ітераційного процесу й виконується до повного припинення змін в конфігурації розподілу регіонів по кластерах.

На основі результатів останньої кластеризації, для кожного попередньо створеного кластеру обчислюються нові центри ваги.

Метою повторної кластеризації є пошук однорідних множин об'єктів навколо обчислених центрів тяжіння. Відповідно, кожний регіон по новому перерозподіляється та приєднується до найближчого центру ваги.

Експериментальним методом, було встановлено задовільне значення чіткості класифікації R = 8,2. Це значення дозволило сформувати 5 регіональних кластерів з подібними параметрами еколого-економічного розвитку. Для верифікації якості кластеризації, використовувалась силуетна міра, формула (2.18).

$$M_i = \frac{L_{1i} - L_{2i}}{max(L_{1i};\ \ L_{2i})};\quad CM = \frac{\sum_{i=1}^{m} CM_i}{m}, \tag{2.18}$$

Де CM_i – силуетна міра, обчислена для і-ого регіону;

CM – узагальнена силуетна міра для всіх регіонів;

m – кількість регіонів;

L_{1i} – відстань і-ого регіону до центру ваги найближчого кластеру;

L_{2i} – відстань і-ого регіону до центру ваги власного кластеру.

Спочатку розраховуються силуетні міри CM_i для кожної області, а потім – узагальнена силуетна міра CM. Цей показник приймає значення в межах [-1; 1] й повинний максимізуватись. В такому випадку, класифікація об'єктів вважається якіснішою, оскільки це свідчить про те, що кожен об'єкт

розташований у безпосередній близькості до власного центру тяжіння (кластера) та на значній відстані від центрів інших кластерів:

– якщо $CM \geq 0{,}5$ – кластеризація об’єктів проведена з високою якістю;

– якщо $0{,}5 > CM \geq 0{,}2$ – кластеризація є прийнятною, а результати групування можна використовувати в подальших дослідженнях;

– якщо $0{,}2 > CM$ – результат кластеризації об’єктів є незадовільним.

Відповідно до методології групування, прийнятої в загальній теорії статистики та із застосуванням формули Стерджесса, оптимальна чисельність груп для сукупності, що складається з 25 регіонів, становить п'ять-шість. Це теоретичне положення було взято до уваги під час обґрунтування значення параметру чіткості класифікації.

Висновки до розділу 2

Досліджено сучасний економіко-математичний інструментарій, що може застосовуватись для забезпечення еколого-економічного розвитку національної економіки, з урахуванням регіональної специфіки. Серед них, розглянуто: модель міжгалузевого балансу Леонт’єва на базі статистичних таблиць «Витрати-випуск»; модель оцінки ефективності еколого-економічного розвитку в умовах циркулярної економіки; метод кластерного аналізу для відокремлення регіональних відмінностей тощо.

Модель Леонт’єва дозволила нам здійснювати економіко-математичний аналіз існуючих технологічних взаємозв’язків на макрорівні, а також розробляти сценарії найбільш вірогідних змін галузевих обсягів кінцевого попиту для розрахунку сукупного випуску продукції. Проте, її значним недоліком є відсутність екологічної складової.

Інтегральний показник в моделі оцінки ефективності еколого-економічного розвитку в умовах циркулярної економіки, ґрунтувався на таких пріоритетних напрямах, як: соціально-економічний розвиток, еколого-економічна ефективність, екологічне навантаження регіонів, природоохоронні

заходи тощо. Для обчислення вагових коефіцієнтів, з метою проведення адитивно-мультиплікативної згортки, використовувався метод парних порівнянь.

Практична імплементація цієї моделі може бути реалізована як на макрорівні національної економіки, так і в регіональному розрізі. У цьому дослідженні запропоновано здійснити науково обґрунтовану класифікацію областей України з метою агрегування однорідних сукупностей, що мають ідентичні характеристики. Для цього було використано метод кластерного аналізу. Валідація якості отриманої класифікації забезпечувалася за допомогою показника силуетної міри. Це забезпечить підґрунтя для розробки цільових рекомендацій, спрямованих на підвищення еколого-економічного розвитку територій зі спільними ознаками.

Практичне використання зазначеної моделі може здійснюватися як на макрорівні, так й в межах адміністративно-територіальних одиниць. В межах даного дослідження було запропоновано провести їхню науково обґрунтовану класифікацію, для чого був застосований метод кластерного аналізу. Для оцінювання якості такої регіональної диверсифікації, використовувався показник силуетної міри. Це створює методологічне підґрунтя для формування рекомендацій, щодо підвищення рівня еколого-економічного розвитку регіонів із подібними характеристиками.

РОЗДІЛ 3
МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОГО ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ ПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

3.1. Аналіз складових еколого-економічного розвитку підприємств переробної промисловості України

Ґрунтуючись на статистичних даних за період 2018-2022 рр. та застосовуючи описану вище модель оцінки ефективності еколого-економічного розвитку в умовах циркулярної економіки, було здійснено розрахунок нормованих значень всіх індивідуальних індикаторів, які складають інтегральний показник, розраховано групові показники згідно з формулами (2.6)-(2.9) та виконано їхню згортку за допомогою рівняння (2.16). Зазначений аналіз проводився як для кожного окремого регіону, так і для України в цілому. На рис. 3.1 відображено динаміку нормованих величин індивідуальних індикаторів по Україні за першим напрямком оцінки – соціально-економічним розвитком.

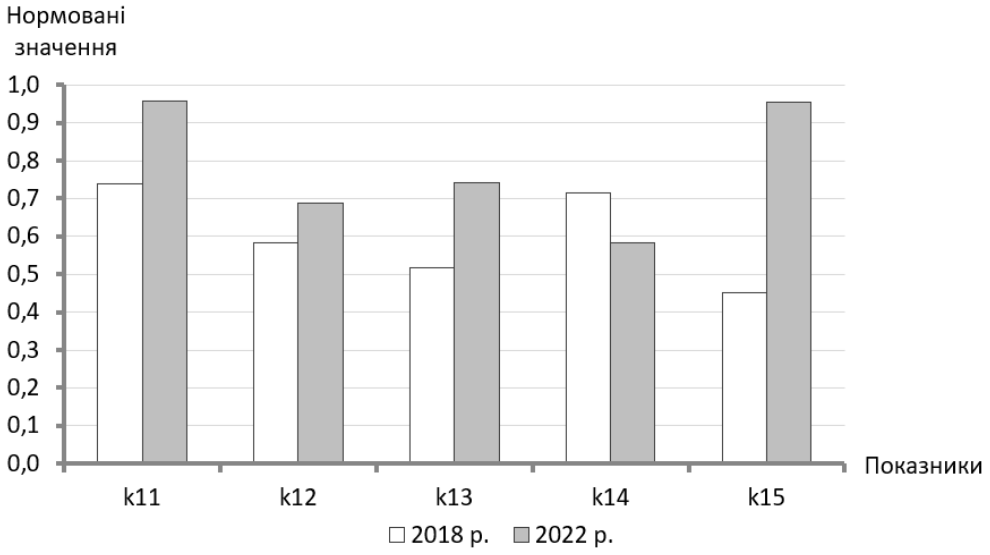


Рисунок 3.1 – Динаміка показників соціально-економічного розвитку

Джерело: побудовано автором на основі власних розрахунків

На протязі 2018-2022 років в Україні відбувався стійкий економічний розвиток, що супроводжувався зростанням фактичних доходів населення. Завдяки цьому, переважна більшість індикаторів першої категорії демонструвала позитивну динаміку. Зокрема, ще на початку даного періоду, річне скорочення валового регіонального продукту відбувалось майже у всіх регіонах України: від -52,3% у Луганській, до -1,3% у Херсонській областях. Проте, вже за результатами 2019 р., лише в Луганській та Херсонській областях було зафіксовано незначне скорочення валового регіонального продукту. Й хоча до кінця періоду кількість таких регіонів зросла до чотирьох (Волинська, Закарпатська, Чернігівська та Хмельницька області), однак, економіка країни в цілому залишалась на траєкторії зростання.

За цей період, зростання доходу на душу населення у порівнянних цінах становило +23,9%. Така загальна тенденція та оптимістичні прогнози зумовили відповідне зростання витрат домогосподарств, темпи яких перевершили темпи зростання доходів. Як наслідок, індикатор k_{14} не тільки погіршив своє значення, але й наприкінці періоду досліджень, вперше з 2015 р. виявився меншим за одиницю. Найбільш несприятлива ситуація спостерігалася у Чернівецькій та Харківській областях.

Незважаючи на вказані особливості, результати обчислень засвідчили, що груповий індикатори соціально-економічного розвитку для всіх регіонів покращили свої значення.

Другим напрямком оцінки, згідно запропонованої багатофакторної моделі, є еколого-економічна ефективність. Динаміка відповідних індикаторів за досліджуваний період, наведена на рис. 3.2. Низький рівень переважної більшості вказаних показників, розрахованих для України в цілому, пов'язаний з певними особливостями розміщення продуктивних сил та регіонального розвитку. Ця специфіка полягає в тому, що територіальне розташування підприємств добувної й важкої промисловості, а також енергетичного сектору, є нерівномірним. Водночас, саме ці види економічної діяльності є найбільшими джерелами забруднення довкілля.

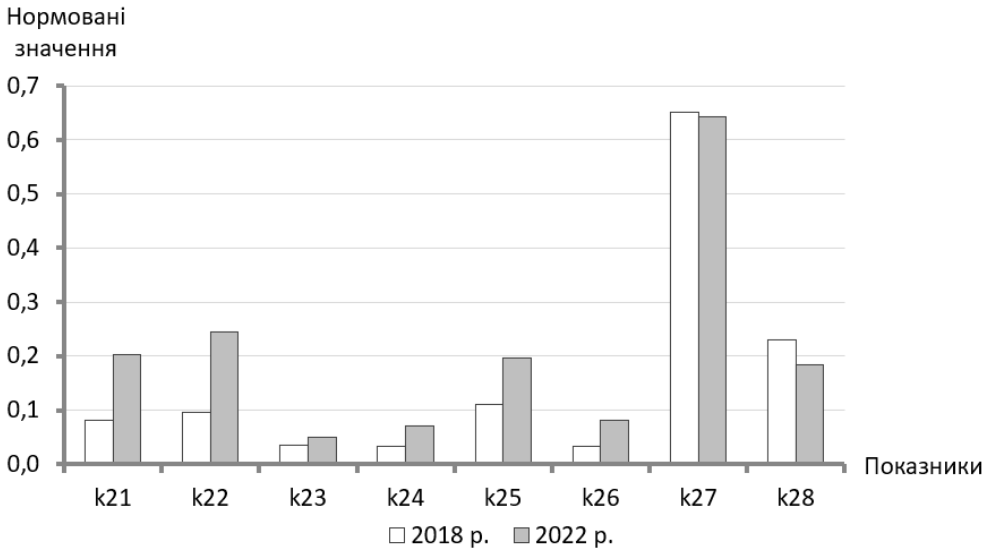


Рисунок 3.2 – Динаміка показників еколого-економічної ефективності

Джерело: побудовано автором на основі власних розрахунків

Тому, діапазон варіативності індикаторів еколого-економічної ефективності за різними областями України є надзвичайно широким:

– співвідношення валового випуску продукції до обсягів викидів забруднювальних речовин наприкінці досліджуваного періоду, коливалось від 0,3 тис. грн./кг у Донецькій області, до 41,3 тис. грн./кг у м. Києві; до викидів діоксиду вуглецю – від 0,007 тис. грн./кг у Івано-Франківській області, до 0,3 тис. грн./кг у Чернівецькій;

– співвідношення валового випуску продукції до обсягів утворення відходів – від 0,002 тис. грн./кг у Дніпропетровській області, до 0,9 тис. грн./кг у м. Києві; до небезпечних відходів – від 0,5 тис. грн./кг у Сумській області, до 370 тис. грн./кг у Чернівецькій;

– співвідношення валового випуску продукції до обсягів забору води – від 0,02 тис. грн./м^3 у Херсонській області, до 1,7 тис. грн./м^3 у Полтавській; до обсягів скидання забруднених вод – від 2 тис. грн./м^3 у Дніпропетровській області, до 124,5 тис. грн./м^3 у Вінницькій.

Враховуючи вищесказане можна констатувати, що декільком регіонам України вдалося досягти високих показників еколого-економічної ефективності. Водночас, це є винятком, а не загальною тенденцією: середні

значення даних індикаторів по інших областях України суттєво поступаються їм. Саме цей чинник й зумовив загальний низький рівень нормованих значень індикаторів, що продемонстровано на рис. 3.2. Проте, позитивним є той факт, що протягом останніх років ситуація повільно покращувалась, за винятком сільського господарства.

Отже, стратегічним пріоритетом подальшого розвитку повоєнної економіки України має стати структурна переорієнтація на високотехнологічне виробництво, розширення експортного потенціалу тощо. Це вимагає значних зовнішніх інвестицій [47, 78]. Водночас, продукцію особливо шкідливих виробництв, поступово слід заміщувати імпортними аналогами.

Результати оцінки екологічного навантаження регіонів за третім напрямком нашої моделі, наведено на рис. 3.3.

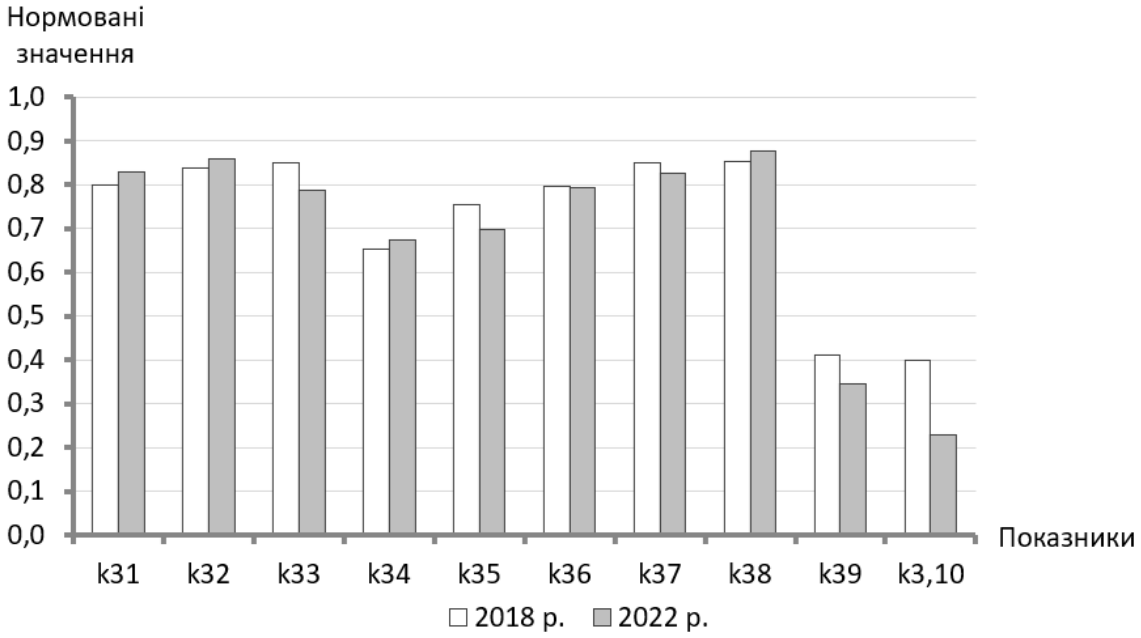


Рисунок 3.3 – Динаміка показників екологічного навантаження регіонів

Джерело: побудовано автором на основі власних розрахунків

Як видно з рис. 3.3, нормовані значення переважної кількості індикаторів даної групи прагнуть до 1. Такі високі значення зумовлені низкою промислових регіонів, де ступінь забруднення у десятки разів перевищує

середні загальнодержавні показники. До складу цих областей слід віднести: Донецьку, Дніпропетровську, Запорізьку та м. Київ.

В основі побудови індивідуальних показників екологічного навантаження, покладена формула (2.8). Її виключною особливістю є те, що в знаменнику фігурують площі регіонів, які залишаються незмінними у часі. Тому, єдиний шлях до оптимізації вказаних показників полягає у зниженні чисельників, тобто, скороченні шкоди для довкілля в абсолютному вимірі. Рис. 3.3 демонструє неоднозначний характер цих змін:

– сукупний обсяг атмосферних викидів скоротився на 13,9%, а діоксиду вуглецю – на 12,7%;

– щорічне збільшення накопичених відходів на 23,1% пояснювалось динамікою двох факторів: зростанням обсягів утворення відходів на 41,4% з одночасним зменшенням утворення небезпечних відходів на 5,8%;

– спостерігалось зростання забору води на 14,6%, з одночасним зниженням обсягів скидання забруднених вод на 15,8%;

– площа вирубки лісів збільшилась на 9,0%, а використання пестицидів – на +25,3%, що негативно вплинуло на даний показник й екологічне навантаження в цілому.

Отже, можна констатувати, що поступове відновлення економічного зростання в країні відбувалось в умовах покращення еколого-економічної ефективності суспільного виробництва. Проте, у деяких випадках це призводило до зростання обсягів забруднення довкілля в абсолютному вимірі. Саме тому особливої уваги потребують природоохоронні заходи, динаміка яких представлена на рис. 3.4.

Головною особливістю є те, що всі індикатори даної групи, протягом досліджуваного періоду, демонстрували регрес:

– трикратне скорочення частки витрат на охорону довкілля у ВВП країни, до 0,42%;

– зниження рівня утилізації відходів на 17,4%, небезпечних відходів – на 14,9%;

– обсяг повторного використання води на початку періоду перевищував забір у 4,2 рази. В кінці періоду, даний показник становив 30, тобто знизився на 26,2%;

– потужність очисних споруд на кінець досліджуваного періоду дорівнювала 99,5% від загального обсягу водовідведення, що на 4,3% менше, ніж на початку;

– співвідношення площі відновлення до площі вирубок лісів зменшилося з 15,1% до 11,2%.

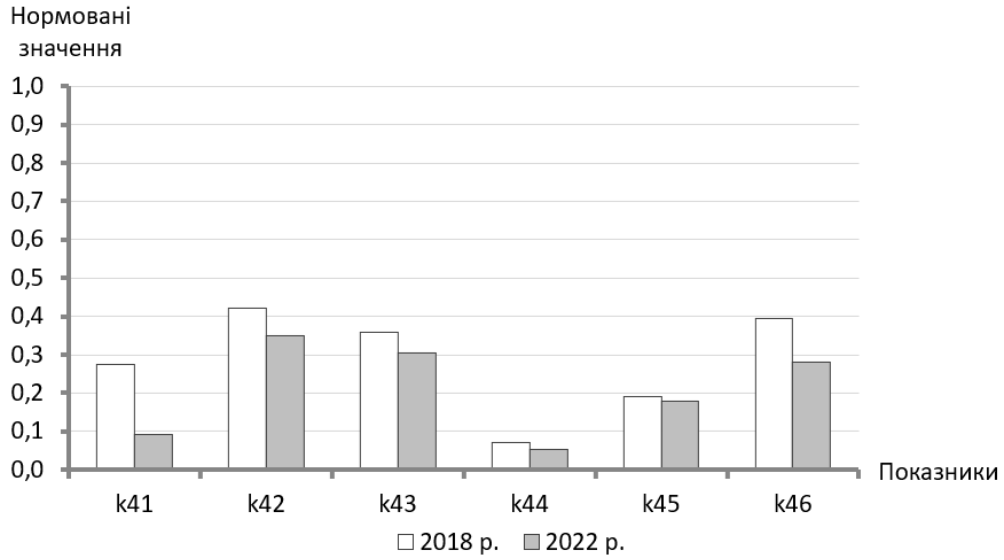


Рисунок 3.4 – Динаміка показників природоохоронних заходів

Джерело: побудовано автором на основі власних розрахунків

Таким чином, стратегія забезпечення сталого розвитку національної економіки, обов’язково повинна включати розробку практичних рекомендацій щодо впровадження комплексу природоохоронних заходів.

На наступному етапі, зважаючи на результати попередніх розрахунків, необхідно здійснити науково обґрунтовану кластеризацію адміністративно-територіальних одиниць.

3.2. Класифікація регіонів України за еколого-економічною ефективністю методом кластеризації

Визначення приналежності кожного регіону до конкретної сукупності однорідних за своїми параметрами адміністративно-територіальних одиниць, здійснювалось за допомогою показника Евклідової відстані між цим регіоном та центральними точками кластерів. Технічним засобом для імплементації даного підходу, виступив табличний процесор Microsoft Excel та спеціалізований програмний компонент, розроблений на базі середовища VBA. Кількісний склад гомогенних об'єднань та фінальний результат кластерного розподілу, перебували під впливом коефіцієнта чіткості класифікації *R*. Вибір його числового значення, в діапазоні від 1 до 10, виконувався експертом на початковому етапі функціонування алгоритму. Збільшення величини даного параметру, підвищує чутливість методу кластеризації до просторової відстані між об'єктами аналізу. Як наслідок, збільшується й число сформованих кластерів. Показник силуетної міри слугує інструментом, для оцінки якості проведеного групування.

Уявлення про загальну тенденцію зміни індексу еколого-економічного розвитку в розрізі його складових елементів, протягом досліджуваного періоду, можна отримати за допомогою рис. 3.5. Як бачимо, незначна позитивна динаміка інтегрального показника *IE* досягалась, переважно, завдяки складовим соціально-економічного розвитку *CEP* та еколого-економічної ефективності *EE*. Водночас, інші компоненти (*EH* та *ПЗ*), фактично нівелювали досягнутий позитивний ефект. Таким чином, вагомим науковим вкладом дійсного дослідження можна вважати практичне застосування моделі інтегральної оцінки ефективності еколого-економічного розвитку в умовах циркулярної економіки, яка на відміну від існуючих, базується на необхідності забезпечення соціально-економічного зростання, еколого-економічної ефективності, зниження екологічного тиску на регіони та впровадження природоохоронних заходів.

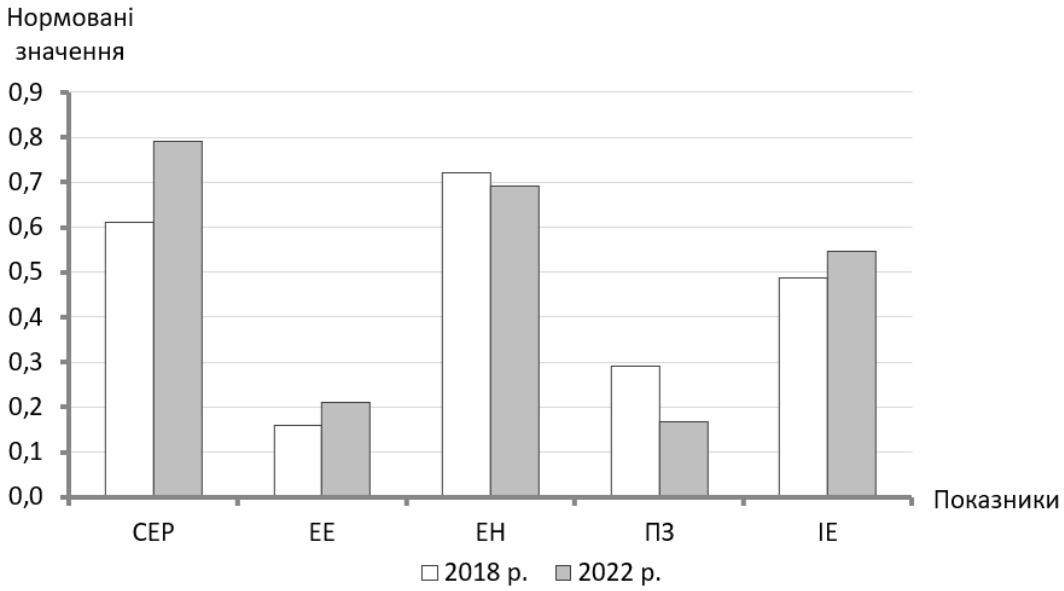
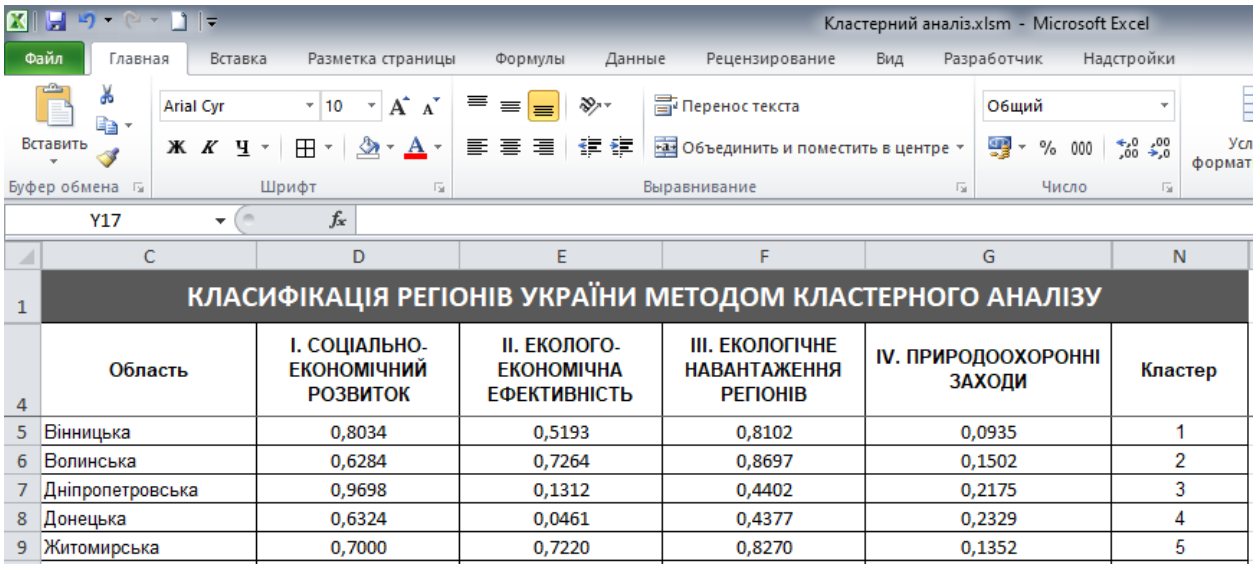


Рисунок 3.5 – Динаміка складових інтегрального показника розвитку національної економіки з урахуванням екологічного аспекту

Джерело: побудовано автором на основі власних розрахунків

Як зазначалось вище, програмним середовищем для практичної реалізації методу кластеризації регіонів, в даному дослідженні є табличний процесор Excel та відповідний редактор коду VBA. Фрагмент його функціонування наведений на рис. 3.6.



	C	D	E	F	G	N
1	КЛАСИФІКАЦІЯ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ МЕТОДОМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ					
4	Область	I. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК	II. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	III. ЕКОЛОГІЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ РЕГІОНІВ	IV. ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ	Кластер
5	Вінницька	0,8034	0,5193	0,8102	0,0935	1
6	Волинська	0,6284	0,7264	0,8697	0,1502	2
7	Дніпропетровська	0,9698	0,1312	0,4402	0,2175	3
8	Донецька	0,6324	0,0461	0,4377	0,2329	4
9	Житомирська	0,7000	0,7220	0,8270	0,1352	5

Рисунок 3.6 – Програмний модуль для проведення класифікації регіонів методом кластеризації

На робочій вкладці, рис. 3.6, наведений перелік адміністративно-територіальних одиниць України та узагальнюючі результати їхньої оцінки за соціально-економічним розвитком в умовах циркулярної економіки та з урахуванням екологічної компоненти. Результат функціонування програмного модуля представлений в останній колонці, де зафіксована належність кожного регіону до відповідного кластера.

Під час проведених обчислень, для чіткості класифікації $R = 8,2$ та п'яти сформованих кластерів, показник силуетної міри *СМ* дорівнював 0,43. Таке значення СМ відповідає достатньому рівню якості кластеризації. Подальше збільшення керуючого параметру R не забезпечило очікуваного зростання силуетної міри:

– при $R = 8,5$ кількість кластерів n = 6, $CM = 0,38$;

– при $R = 8,6$ кількість кластерів n = 7, $CM = 0,40$.

Беручи це до уваги, нами була обрана класифікація об'єктів, що складається з п'яти кластерів. Розглянемо детальніше особливості їхнього формування та внутрішній склад. На рис. 3.7 представлена порівняльна характеристика центрів ваги кожної групи на кінець досліджуваного періоду.

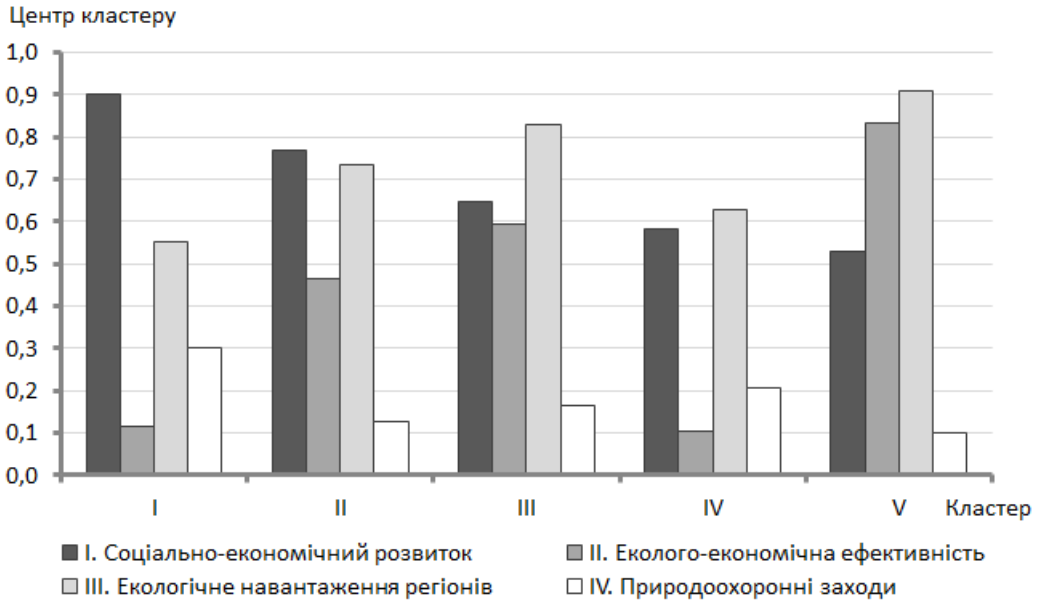


Рисунок 3.7 – Центри ваги кластерів за складовими інтегрального показника розвитку національної економіки

Усі кластери, які представлені на рис. 3.7, впорядковані зліва направо за зниженням рівня соціально-економічного розвитку. З огляду на це, можна виокремити певні закономірності:

– з погіршенням рівня соціально-економічного розвитку за індикатором *СЕР*, рівень еколого-економічної ефективності *ЕЕ* та екологічного навантаження *ЕН*, демонструють тенденцію до покращення своїх значень. Інакше кажучи, гіршому стану економічного розвитку відповідає кращий стан довкілля й навпаки. Винятком є регіони IV кластера, де одночасно зафіксовані низькі рівні цих показників;

– регіональні впровадження природоохоронних заходів у промисловості, протягом всього періоду залишались на стабільно низькому рівні й не корелювали зі станом інших індикаторів. Виняток становлять області, що увійшли до I кластера, де найвищий рівень екологічного навантаження та найгірша еколого-економічна ситуація спричинили зростання показників *ПЗ*.

Беручи до уваги зазначені особливості регіонального розвитку, є можливість розробити й аргументувати практичні рекомендації щодо кожного кластерного регіонального об’єднання, про що зазначається нижче.

3.3. Розробка практичних рекомендації щодо покращення регіонального еколого-економічного розвитку

Всі подальші практичні рекомендації й висновки, щодо стабілізації регіонального еколого-економічного розвитку в Україні, були розроблені з урахуванням проведеного науково-обгрунтованого групування областей, методом кластеризації.

До першого кластеру, на кінець звітного періоду, було віднесено Запорізьку та Дніпропетровську області, табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Перший кластер: регіони з найвищим рівнем СЕР

Область	*СЕР*	*ЕЕ*	*ЕН*	*ПЗ*	*ІЕ*
Дніпропетровська	0,9698	0,1312	0,4402	0,2175	0,5722
Запорізька	0,8291	0,1031	0,6662	0,3831	0,5788
Центр кластеру	0,8994	0,1172	0,5532	0,3003	–

На фоні інших регіонів, Запорізька та Дніпропетровська області на кінець звітного періоду вирізнялися порівняно високим рівнем соціально-економічного розвитку, але одним із найгірших станів довкілля, що є негативним. З цієї причини, рекомендації щодо їх подальшого розвитку будуються на поліпшенні стану довкілля та забезпеченні екологічної безпеки цих територій. Така ситуація склалася через високу вагу важкої промисловості в структурі їхнього валового регіонального продукту. З макроекономіки відомо, що видобуток та первинна переробка природних ресурсів мають низьку додану вартість, порівняно з високотехнологічним виробництвом. В той же час, така традиційна орієнтація на ресурсовитратне виробництво наносить непоправну шкоду природному середовищу. Таку ситуацію можна змінити лише шляхом кардинальної структурної перебудови економіки зазначених регіонів [47, 48].

Серед найбільш гострих екологічних проблем регіонів, що увійшли до складу першого кластеру, слід виділити:

1. Найбільші в Україні обсяги утворення відходів припадають на промисловість Дніпропетровської області й щороку сягають 79,0 тис. тон/га. Це пов’язано з тим, що на території Дніпропетровської області, станом на кінець досліджуваного періоду, зосереджено близько 50% усіх розвіданих природних копалин в Україні. Наприклад, Нікопольський басейн марганцевих руд є найбільшим у світі. Також, Криворізький залізорудний басейн за обсягами розвіданих запасів посідає перше місце в Україні. Тому, головним джерелом утворення відходів у Дніпропетровській області є добувна промисловість. Це призвело до того, що станом на сьогоднішній день тут

накопичилось близько 10690 млн. тон відходів, що складає 70% від усіх відходів по Україні.

2. З іншої сторони, у Запорізькій області зберігаються 7,7 млн. тон, або 63% усіх небезпечних відходів по Україні. На один гектар площі регіону припадає близько 2815 тон відходів I-III класів небезпеки, тоді як середній рівень по країні складає 0,2 тон/га.

3. Виробничі підприємства Запорізької та Дніпропетровської областей є одними з найбільших забруднювачів повітря в Україні, зокрема, за викидами діоксиду вуглецю.

Ефективне природокористування вимагає значних фінансових вкладень на охорону довкілля. По-перше, економія вітчизняних підприємств важкої промисловості на очисних спорудах та очищенні атмосферних викидів є неприпустимою. По-друге, пріоритетом циркулярної економіки, на засадах якої функціонує ЄС, є глибока переробка руди та повна утилізація відходів [17, 19]. Проте, на практиці, впровадження відповідного комплексу заходів може призвести до повної чи часткової втрати конкурентоспроможності продукції українських підприємств через зростання цін на неї. Тому, поступове заміщення важкої промисловості високотехнологічними видами діяльності, в контексті раціонального природокористування, є неминучим. Передумовами для цього повинні бути:

– формування повноцінного конкурентного середовища та забезпечення необмеженого доступу економічних суб’єктів до ринків збуту продукції, підвищення результативності функціонування антимонопольного органу та запобігання ситуаціям, коли власники крупного бізнесу перешкоджають реалізації ініціатив малого й середнього підприємництва;

– забезпечення відкритості національних ринків для зовнішніх інвестицій шляхом упровадження державних механізмів дерегуляції відповідних процедур;

– неухильне виконання вимог національного природоохоронного законодавства та інтенсифікація процесу його гармонізації з екологічними стандартами Європейського Союзу.

Наступний, п’ятий кластер, який підлягає аналізу, становить повну протилежність попередньому. До нього віднесено Закарпатську та Чернівецьку області, табл. 3.2. Їх характерною рисою є найнижчий інтегральний показник соціально-економічного розвитку, що поєднується з найвищими параметрами раціонального використання природних ресурсів та мінімальними рівнями антропогенних забруднень.

Таблиця 3.2 – П’ятий кластер: регіони з найнижчим рівнем СЕР

Область	*СЕР*	*ЕЕ*	*ЕН*	*ПЗ*	*ІЕ*
Закарпатська	0,5449	0,8522	0,9346	0,0675	0,5861
Чернівецька	0,5139	0,8120	0,8850	0,1338	0,5681
Центр ваги	0,5294	0,8321	0,9098	0,1006	–

Зумовлено це переважною спеціалізацією на переробних видах економічної діяльності та послугах, для яких властивий відносно низький рівень екологічного навантаження. До основних проблем цих регіонів, за результатами аналізу, можна віднести:

1. Низький рівень *ВРП* в розрахунку на одну особу, який становив близько 40% від середнього по Україні. Разом із тим, річні доходи на душу населення досягали 65-70% від середнього по країні рівня. У підсумку, наприкінці досліджуваного періоду в цих регіонах сформувалась ситуація, за якої сукупні доходи населення перевищували відповідні обсяги валового регіонального продукту: у Закарпатській області обсяг отриманих доходів становив 77568 млн. грн., що у 1,4 рази перевищувало величину *ВРП*; у Чернівецькій області – 57755 млн. грн. доходів, які у 1,6 рази були вищими за обсяг валового регіонального продукту.

Таким чином, обидва регіони функціонують як дотаційні, формуючи додатковий тиск на державний бюджет, через механізм міжбюджетних

трансфертів. Відповідно до чинних нормативно-правових актів, дотації вирівнювання мають гарантувати уніфікований рівень соціального забезпечення по всій території України.

2. Перевищення сукупних витрат домогосподарств над їх річними доходами у зазначених регіонах також є одним із найвищих в Україні: у Закарпатській області воно досягло 14,1%, тоді як у Чернівецькій – 24,3%. У підсумку, недостатній рівень економічного розвитку зумовлює активізацію трудової міграції.

З урахуванням викладеного, ключовим напрямом державного регулювання має виступати стимулювання економічного розвитку, що забезпечується переважно за рахунок малого та середнього бізнесу.

Наступний, четвертий кластер суттєво вирізняється від інших наявністю об’єктивних чинників, які визначили його сучасний стан, починаючи з 2014 р. До його складу віднесено Донецьку та Луганську області, табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Четвертий кластер: регіони з найнижчим рівнем ІЕ

Область	*СЕР*	*ЕЕ*	*ЕН*	*ПЗ*	*ІЕ*
Донецька	0,6324	0,0461	0,4377	0,2329	0,4111
Луганська	0,5314	0,1623	0,8198	0,1811	0,4506
Центр ваги	0,5819	0,1042	0,6287	0,2070	–

Економіка східних регіонів України зазнала суттєвого руйнування внаслідок тривалої тимчасової окупації. Водночас, їхня галузева орієнтація на важку промисловість формує складну екологічну ситуацію. З урахуванням усіх параметрів, інтегральний показник *ІЕ* протягом досліджуваного періоду виявився найнижчим серед інших регіонів країни. До ключових проблем даного кластерного об’єднання, належать:

1. Обсяг сукупного виробництва у розрахунку на одну особу в Донецькій області становив лише 52% від середнього загальнодержавного показника, тоді як у Луганській області цей показник дорівнював тільки 20%. Аналогічну

пропорцію мали й доходи населення: у Донецькій області вони досягали 52%, а в Луганській – 36% від середнього значення по країні.

2. Майже всі індикатори еколого-економічної ефективності протягом досліджуваного періоду набували одних із найгірших значень по Україні. На додачу до цього, за обсягами екологічного навантаження, Донецька область є однією з найбільш несприятливих.

Довоєнне відновлення економіки східних регіонів та їхньої інфраструктури в поточних умовах є неможливим. Тому, задачею державного управління на післявоєнний період повинна стати гарантування соціальних стандартів життя та підтримка найменш захищених верств населення. Подальша відбудова цих територій можлива лише за рахунок розробки державних програм підтримки та інвестиційних стратегій розвитку.

Отже, було досліджено крайні стани національної економіки за складовими інтегрального показника в останні роки. З однієї сторони, мала місце певна позитивна соціально-економічна динаміка, яка поєднувалась із надмірно шкідливою для навколишнього середовища діяльністю важкої промисловості. З іншої сторони – прийнятний рівень екологічної ситуації пояснювався низьким ВВП на душу населення.

Центри ваги II та III кластерів є проміжними точками між розглянутими вище крайніми випадками. Порівняно з Дніпропетровською та Запорізькою областями, тут показники *CEP* мають нижчі значення, а індикатори раціонального природокористування – вищі.

Другий кластер є найбільш багаточисельним серед інших. Його регіональний склад та оцінки складових інтегрального показника наведені в табл. 3.4.

З огляду на чисельний склад даного кластера можна вважати, що він визначає основні тренди розвитку економіки України та формує середній рівень модельних показників. За даними на кінець досліджуваного періоду, близько 45% валового внутрішнього продукту було отримано саме в цих

регіонах. Тому стратегія розвитку цих областей має бути комплексною і охоплювати всі аспекти життєдіяльності.

Таблиця 3.4 – Другий кластер: регіони зі збалансованим розвитком

Область	*СЕР*	*ЕЕ*	*ЕН*	*ПЗ*	*ІЕ*
Вінницька	0,8034	0,5193	0,8102	0,0935	0,6183
Івано-Франківська	0,7117	0,4079	0,7367	0,2050	0,5644
Київська	0,8326	0,6109	0,7762	0,4140	0,7019
Кіровоградська	0,7263	0,3702	0,8032	0,1143	0,5592
Львівська	0,7258	0,4666	0,8118	0,1112	0,5781
Миколаївська	0,7765	0,2579	0,8558	0,1153	0,5702
Одеська	0,7402	0,5171	0,8612	0,0332	0,5885
Полтавська	0,8760	0,5119	0,5604	0,1106	0,6051
Сумська	0,7506	0,3411	0,6008	0,1195	0,5274
Харківська	0,6926	0,3418	0,7402	0,0822	0,5213
Черкаська	0,6975	0,4739	0,7987	0,1189	0,5661
Чернігівська	0,6688	0,4752	0,8265	0,0857	0,5527
Центр ваги	0,7664	0,4656	0,7330	0,1256	–

Незважаючи на те, що значення групових показників, за якими здійснювалася кластеризація, є відносно близькими до центру ваги (табл. 3.4), окремі регіони мають значні проблеми за певними індикаторами економічного розвитку та впливу на довкілля. Розглянемо ці проблеми більш детально, оскільки їхнє вирішення повинно бути пріоритетом державного регулювання у післявоєнний період.

1. Незважаючи на те, що даний кластер з точки зору соціально-економічного розвитку є відносно благополучним, в порівнянні з іншими, індивідуальні показники все одно мають певну варіацію, що є допустим. Так, за рівнем валового регіонального продукту у розрахунку на одну особу, в Івано-Франківській, Чернігівській, Сумській та Львівській областях наприкінці досліджуваного періоду даний показник складав 75-85%. Водночас, найбільший розрив між річними споживчими витратами та доходами населення, на +15-30%, фіксувався в економічно розвинених регіонах, зокрема у Харківській, Київській та Одеській областях. Це свідчить,

з однієї сторони, про обмежений рівень доходів домогосподарств, а з іншої – про наявність підвищеної споживчої активності населення.

2. Найнижчий рівень показників еколого-економічної ефективності мав місце у Кіровоградській, Миколаївській, Харківській та Сумській областях, хоча вказані проблеми були характерними й іншим регіонам даного кластеру. Насамперед, слід відзначити високі обсяги атмосферних викидів діоксиду вуглецю та інших забруднювальних речовин відносно ВРП в таких областях, як: Вінницька та Івано-Франківська. Також, високий рівень утворення твердих відходів відносно ВРП спостерігався у Сумській, Кіровоградській, Харківській, Полтавській та Миколаївській областях. Також у Миколаївській області зафіксований один із найнижчих по країні темпів вирубки лісів, що дорівнював близько 16 $м^3$/га.

3. Що стосується показників екологічного навантаження регіонів, то найгірша ситуація склалася в Полтавській області. Тут обсяги утворення відходів у розрахунку на одиницю площі були найвищими по всьому кластеру й становили близько 34 тон/га. Відповідно, загальний обсяг накопичених відходів на її території поступався лише Дніпропетровській області й становив 847 тон/га.

4. Обсяги природоохоронних заходів на підприємствах даного кластерного об’єднання залишаються недостатніми. Основним чинником такої ситуації є обмеженість фінансових ресурсів, спрямованих на забезпечення охорони навколишнього природного середовища. Зокрема, у Львівській, Миколаївській, Вінницькій, Кіровоградській, Чернігівській, Одеській, Сумській та Черкаській областях на протязі всього періоду відповідні видатки не перевищували 0,1% ВРП. Водночас безумовним лідером за цим показником, як у межах аналізованого кластеру, так і серед усіх регіонів України, виступає Київська область, де рівень природоохоронних витрат досягав 3,3%.

Повна утилізація, або повторне використання відходів розглядається як одне з ключових завдань моделі економіки замкненого циклу, що системно

імплементується у країнах Європейського Союзу з кінця XX ст. Виконання положень Угоди про асоціацію з ЄС зобов'язує Україну забезпечити реалізацію вимог Директиви 2008/98/ЄС про відходи [19]. За умов, коли середній по Україні рівень утилізації відходів у їх загальному обсязі за останні роки становив близько 25%, у низці областей цього кластеру зазначений показник був істотно нижчим. Так, в Одеській, Київській, Миколаївській, Полтавській та Кіровоградській областях він не перевищував 5%. Водночас позитивним винятком виступає Черкаська область, де частка утилізованих відходів досягала 55,4%.

Безвідповідальне використання водних ресурсів проявляється у недостатній забезпеченості окремих регіонів очисними спорудами. У середньому по Україні такі споруди охоплюють 99,5% загального обсягу водовідведення. Водночас у Київській області цей показник не перевищував 30%, а у Миколаївській та Черкаській дорівнював 70-75%. Найвищі показники економії води за рахунок її повторного використання, відносно загального обсягу забору, мали місце в Івано-Франківській (20 разів), Миколаївській та Вінницькій (до 15 разів) областях. Натомість, майже повна відсутність повторного використання водних ресурсів мала місце в Одеській та Кіровоградській областях.

Отже, за умов відносної близькості значень групових індикаторів, спостерігається наявність окремих регіональних диспропорцій, що стосуються раціонального використання природних ресурсів. Витоки такої ситуації зумовлені особливостями господарської спеціалізації, рівнем промислового розвитку та іншими структурними характеристиками економічної діяльності. Комплексне поліпшення наявного стану має передбачати реалізацію таких заходів:

– економічне зростання має трансформуватись не лише у зміцнення соціальної сфери, але й у модернізацію виробничих потужностей. Зміна товарної спеціалізації та поступовий відхід від сировинної моделі на користь високотехнологічного виробництва виступають ключовою умовою

забезпечення довгострокової конкурентоспроможності економіки в умовах глобалізованого світу та міжнародної торгівлі;

– процес залучення зовнішніх джерел фінансування інвестиційних проектів повинний супроводжуватись поступовою ліквідацією монополістичних й олігополістичних структур на внутрішньому ринку;

– необхідним є докорінне переосмислення споживацького підходу до використання природних ресурсів та стану довкілля. Пріоритетними заходами мають стати суттєве збільшення фінансування на природоохоронну діяльність.

В табл. 3.5 наведений регіональний склад останнього, третього кластера, до складу якого увійшли: Херсонська, Волинська, Тернопільська, Житомирська, Хмельницька та Рівненська області.

Таблиця 3.5 – Третій кластер: регіони зі збалансованим розвитком

Область	*СЕР*	*ЕЕ*	*ЕН*	*ПЗ*	*ІЕ*
Волинська	0,6284	0,7264	0,8697	0,1502	0,6024
Тернопільська	0,6219	0,4481	0,8208	0,1505	0,5382
Херсонська	0,5958	0,5341	0,8087	0,0915	0,5296
Хмельницька	0,6563	0,5589	0,8044	0,2953	0,5981
Житомирська	0,7000	0,7220	0,8270	0,1352	0,6220
Рівненська	0,6865	0,5635	0,8439	0,1605	0,5943
Центр ваги	0,6482	0,5922	0,8291	0,1639	–

На відміну від попередніх кластерних об’єднань, ці регіони поступаються іншим за індикаторами соціально-економічного розвитку (*СЕР*), проте мають значно кращі позиції у сфері еколого-економічної ефективності (*ЕЕ*) та екологічного навантаження (*ЕН*), що є позитивним явищем.

Головною проблемою регіонів цієї групи є низький рівень валового регіонального продукту на одну особу. Даний показник не перевищував рівень 55-65% від середнього значення по Україні в таких областях, як: Тернопільській, Волинській, Херсонській та Рівненській. Відповідно, інші диспропорції соціально-економічного розвитку були похідними від цієї

структурної проблеми. На відміну від регіонів ІІ кластеру, обсяги промислових викидів та рівень антропогенного навантаження на довкілля тут були значно нижчими. Екологічні проблеми також наявні, проте їх масштаб є істотно меншим. Так, у Херсонській області співвідношення ВРП до обсягів утворення небезпечних відходів у 2,5 рази нижче за середній показник по Україні. Тому, ключовою рекомендацією є стимулювання економічного розвитку регіонів з одночасним дотриманням екологічних нормативів.

Узагальнюючи отримані результати розрахунків, можна констатувати, що протягом досліджуваного періоду, для більшості регіонів України характерними залишаються низький рівень еколого-економічної ефективності та недостатні обсяги впровадження природоохоронних заходів через відсутність належного фінансування. Водночас важливо підкреслити, що стратегічний розвиток національної економіки має ґрунтуватися на диверсифікованому підході, який враховує специфіку кожного окремого регіону. Додатково структурна трансформація економіки повинна забезпечувати перехід до більш продуктивних та екологічно орієнтованих видів діяльності.

Висновки до розділу 3

Проведений кластерний аналіз дав змогу ідентифікувати територіальні угрупування, спільні за умовами функціонування та станом, а також розробити практичні рекомендації щодо пріоритетних заходів державного регулювання для поліпшення еколого-економічної ефективності на регіональному та загальнодержавному рівні. Верифікація якості кластеризації здійснювалася за допомогою показника силуетної міри. З його допомогою було обґрунтовано оптимальну кількість регіонів, яка дорівнювала п’яти.

В результаті практичної реалізації моделі оцінки ефективності еколого-економічного розвитку в умовах циркулярної економіки, а також порівняльного аналізу її складових було встановлено, що з погіршенням рівня

соціально-економічного розвитку за індикатором *СЕР*, рівень еколого-економічної ефективності *ЕЕ* та екологічного навантаження *ЕН*, демонструють тенденцію до покращення своїх значень. Винятком є регіони IV кластера, де одночасно зафіксовані низькі рівні цих показників.

До І кластера було віднесено Дніпропетровську та Запорізьку області. Поступове заміщення важкої промисловості високотехнологічними видами діяльності є неминучим. Умовами для цього мають бути: формування конкурентного середовища та вільний доступ до внутрішніх й зовнішніх ринків збуту, ефективне функціонування антимонопольного комітету та унеможливлення блокування власниками великого бізнесу ініціатив малого та середнього підприємництва; забезпечення відкритості ринків для зовнішніх інвестицій через державне дерегулювання цих процесів; дотримання норм вітчизняного природоохоронного законодавства та прискорення його гармонізації з нормативами ЄС.

До складу ІІІ кластера увійшли Житомирська, Тернопільська, Херсонська, Хмельницька, Рівненська та Волинська області. Необхідним є подальший розвиток економіки цих регіонів із дотриманням екологічних стандартів та з урахуванням рекомендацій, розроблених для першого кластера.

IV кластер охоплює Донецьку та Луганську області. Довоєнне відновлення економіки східних регіонів та їхньої інфраструктури в поточних умовах є неможливим. Тому, задачею державного управління на післявоєнний період повинна стати гарантування соціальних стандартів життя та підтримка найменш захищених верств населення. Подальша відбудова цих територій можлива лише за рахунок розробки державних програм підтримки та інвестиційних стратегій розвитку.

До V кластеру увійшли Чернівецька та Закарпатська області. Пріоритетом державного управління має стати стимулювання розвитку малого та середнього підприємництва.

До складу ІІ кластера увійшли всі інші регіони України. Їхній економічний розвиток має трансформуватись не лише у соціальну сферу, але

й у технологічне переоснащення. Відхід від сировинного виробництва на користь технологічного з одночасною зміною товарної орієнтації є обов'язковою умовою збереження конкурентоспроможності національної економіки й її післявоєнного відновлення в умовах глобалізації. Кардинальних змін вимагає споживацьке ставлення до природних ресурсів та навколишнього середовища тощо.

ВИСНОВКИ

Динамічний розвиток світової економіки, зростаюче неконтрольоване використання природних ресурсів і поглиблення екологічних загроз засвідчили, що лінійна модель розширеного відтворення створює суттєві ризики та ресурсні обмеження не лише для окремих країн, а й для глобальної екосистеми. Альтернативою такій траєкторії сьогодні виступає циркулярна економіка, або економіка замкненого циклу, концептуальним ядром якої є принцип повернення продуктів та матеріалів у повторний обіг. У результаті досягається скорочення обсягів відходів від господарської діяльності, зменшення навантаження на природні ресурси, перехід до поновлюваних матеріалів і джерел енергії, а також знижується екологічний тиск і накопичення відходів, що сприяє збереженню біорізноманіття. Тому формування замкнутого еколого-економічного циклу в Україні, у контексті сталого розвитку та відповідності європейським стандартам, є актуальним і обґрунтованим завданням. Водночас на методичному рівні постає проблема наявних міжгалузевих взаємозв’язків, через що структурні перетворення у виробничій системі не можуть стосуватися лише окремої галузі, а мають охоплювати економіку в цілому.

Досліджено сучасний економіко-математичний інструментарій, що може застосовуватись для забезпечення еколого-економічного розвитку національної економіки, з урахуванням регіональної специфіки. Серед них, розглянуто: модель міжгалузевого балансу Леонт’єва на базі статистичних таблиць «Витрати-випуск»; модель оцінки ефективності еколого-економічного розвитку в умовах циркулярної економіки; метод кластерного аналізу для відокремлення регіональних відмінностей тощо.

Статистичний аналіз таблиць «Витрати-випуск» підтвердив, що в Україні існують значні можливості зростання валового внутрішнього продукту шляхом реалізації підходів ресурсоефективності. В моделі

інтегральної оцінки обгрунтовано основні напрямки: соціально-економічний розвиток, еколого-економічна ефективність, екологічне навантаження регіонів та природоохоронні заходи. Практична імплементація цієї моделі та подальший кластерний аналіз забезпечили підґрунтя для розробки цільових рекомендацій, спрямованих на підвищення еколого-економічного розвитку територій зі спільними ознаками.

До І кластера було віднесено Дніпропетровську та Запорізьку області. Поступове заміщення важкої промисловості високотехнологічними видами діяльності є неминучим.

До складу ІІІ кластера увійшли Житомирська, Тернопільська, Херсонська, Хмельницька, Рівненська та Волинська області. Необхідним є подальший розвиток економіки цих регіонів із дотриманням екологічних стандартів та з урахуванням рекомендацій, розроблених для першого кластера.

IV кластер охоплює Донецьку та Луганську області. Довоєнне відновлення економіки східних регіонів та їхньої інфраструктури в поточних умовах є неможливим. Подальша відбудова цих територій можлива лише за рахунок розробки державних програм підтримки та інвестиційних стратегій розвитку.

До V кластеру увійшли Чернівецька та Закарпатська області. Пріоритетом державного управління має стати стимулювання розвитку малого та середнього підприємництва.

До складу ІІ кластера увійшли всі інші регіони України. Їхній економічний розвиток має трансформуватись не лише у соціальну сферу, але й у технологічне переоснащення.

Загальними рекомендаціями на державному рівні є: формування конкурентного середовища та вільний доступ до ринків збуту; забезпечення відкритості ринків для зовнішніх інвестицій через дерегулювання цих процесів; прискорення гармонізації вітчизняного природоохоронного законодавства з нормативами ЄС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Прушківська Е.В. Еволюція концепцій структурування національної економіки / Е. В. Прушківська // Проблеми економіки. - 2013. - № 2. - С. 87-94. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pekon_2013_2_14

2. Тищенко О.П. Структуризація національної економіки та теоретичні підходи до управління її регіональним розвитком / О. П. Тищенко. // Ефективна економіка. – 2013. – № 1. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2013_1_63

3. Градов А.П. Национальная экономика / А.П. Градов. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2015. – 240 с.

4. Економічний енциклопедичний словник: у 2 т. Т.1./ С.В. Мочерний, Я.С. Ларіна, О.А.Устенко, С.І. Юрій; За ред. С.В. Мочерного. – Львів: Світ, 2015. – 616 с.

5. Гринів Л.С. Національна економіка: Навч. посібник / Л.С. Гринів, М.В. Кічурчак. – Львів: «Магнолія 2006», 2008 – 464 с.

6. Оголь Д.О. Економічне зростання: сутність, якість і стійкість / Д.О. Оголь // Актуальні проблеми економіки. – 2015. – № 2. – С. 67-72. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ape_2015_2_11

7. Попович З. Економічне зростання і перспективи інноваційного розвитку // Економіка України. – 2016. – № 12. – С. 41-48

8. Сімків Л.Є. Якісне економічне зростання в Україні, його оцінка та шляхи забезпечення / Л.Є. Сімків // Інноваційна економіка. – 2014. – № 2. – С. 21-25. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/inek_2014_2_4

9. Скрипник Н.Є. Фактори та передумови економічного зростання в Україні / Н.Є. Скрипник, А.В. Булигіна // Східна Європа: економіка, бізнес та управління. – 2017. – № 6. – С. 11-15.

10. Гахович Н.Г. Екологізація промислового виробництва як необхідна умова подолання диспропорційності / Н.Г. Гахович // в кн. Світогосподарська диспропорційність: особливості, тенденції, вплив на економіку України:

наукова доповідь / за ред. чл.–кор. НАН України Л.В. Шинкарук; НАН України, Ін–т екон. та прогнозув. НАН України. – К., 2020. – С. 94-98.

11. Логутова Т.Г. Проблема ресурсного забезпечення у світовій економіці / Т.Г. Логутова, О.В. Полторацька // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності : збірник наукових праць : у 2-х вип. ; ПДТУ. – Мариуполь, 2020. – Вип. 1. – Т. 1. – С. 205–211.

12. Сергієнко-Бердюкова Л.В. Передумови формування та впровадження концепції циркулярної економіки / Л.В. Сергієнко-Бердюкова // Проблеми, теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу. – 2015. – № 3 (33). – С. 327-350.

13. Осауленко О. Г. Оцінка ефективності міжгалузевих зрушень в промисловості в перехідний період / О. Г. Осауленко // Статистика України. - 2018. - № 3. - С. 8 - 14.

14. Славов В.П. Ресурсозбереження як важливий чинник розвитку виробничих систем / В.П. Славов, О.В. Коваленко // Агроінком. – 2017. – № 7-8. – С.52-57.

15. Статистичний збірник «Довкілля України за 2022 рік». – Державна служба статистики України. – К., 2022 р. – 142 с. – Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publnav_ser_u.htm

16. Зварич І.Я. Глобальна циркулярна економіка як засіб побудови нового екологічно стійкого суспільства / І.Я. Зварич // Світ фінансів. – 2016. – Вип. 4. – С. 148-155. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/svitfin_2016_4_15

17. Орловська Ю.В. Зелене будівництво як складова політики ЄС щодо розвитку циркулярної економіки / Ю.В. Орловська, Т.Ф. Яковишина, Є.С. Орловський // Східна Європа : економіка, бізнес та управління. – 2016. – № 5 (05). – С. 365-371.

18. Малєй О.В. Щодо питання розвитку сучасної системи поводження з відходами в Україні / О.В. Малєй, А.О. Ключка // Екологічний менеджмент у загальній системі управління: збірник тез доповідей Тринадцятої щорічної

всеукраїнської наукової конференції, м. Суми, 17-18 квітня 2013 р. / Відп. за вип. О.М. Теліженко. – Суми : СумДУ, 2013. – С. 91-94.

19. Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://menr.gov.ua/news/31288.html

20. Зайцева В.Г. Система управління відходами в Україні. / В.Г. Зайцева, О.В. Нестеренко, Н.Г. Онищенко // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХНУБА, 2017. – Вип.2. Том 88 – С. 272-276.

21. Економічна статистика. Діяльність підприємств. – Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/sze.htm

22. Валовий внутрішній продукт у фактичних цінах. Архів [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2003/vvp/vvp_kv/vvp_kv_u/arh_vvp_kv.html

23. Грінченко Р.В. Сучасні тенденції структурних зрушень в економіці України / Р.В. Грінченко // Вісник соціально-економічних досліджень. − 2019. − №4(51). − С. 217-221.

24. Коломицева О.В. Структурні зрушення в економіці: сутність і напрями трансформації / О.В. Коломицева // Продуктивні сили і регіональна економіка. − 2018. − Ч. 2. − С. 186-191.

25. Крапивний І.В. Конкурентоспроможність економіки та чинники її зростання / І.Крапивний, Н.Нілова // Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка. − 2020. − №6(65). − С.12-16.

26. Дикань В.Л. Сутнісні аспекти конкурентоспроможності національної економіки / В.Л. Дикань, О.Г. Кірдіна // Вісник економіки транспорту і промисловості. Збір наук. праць. – Харків, УкрДАЗТ. – 2019. – № 28. – 320 с.

27. Статистичний збірник «Регіони України за 2021 рік. Частина 1». – державна служба статистики України. – К., 2022 р. – 276 с. – Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ2_u.htm

28. Гуторов О.І. Сучасний стан та основні пріоритети державного регулювання соціально-економічного розвитку національної економіки / Гуторов О.І., Лозова О.В. // Вісник Харківського національного аграрного

університету ім. В. Докучаєва. – Серія: Економічні науки. – Х., 2013. – №4. – С. 9-20.

29. Малий І.Й. Держава і ринок: філософія взаємодії: Монографія / І.Й. Малий, М.І. Диба, М.К. Галабурда // за ред. д.е.н. проф. І.Й. Малого. – К.: КНЕУ, 2015. – 358 с.

30. Сенишин О.С. Державне регулювання економіки: навч. посібник / О.С. Сенишин, М.О. Горинь, О.О. Кундицький. – Львів: Львівський національний університет ім. Івана Франка, 2014. – 334 с.

31. Криленко В.І. Сучасні підходи до оцінки ефективності регуляторної політики / В. І. Криленко // Бухгалтерський облік, аналіз та аудит: проблеми теорії, методології, організації. - 2014. - № 1. - С. 144-151. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/boaa_2014_1_18.

32. Global Competitiveness Index (GCI) 4.0 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://data360.worldbank.org/en/dataset/WEF_GCI

33. Doing Business 2020. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://documents1.worldbank.org/curated/en/688761571934946384/pdf/Doing-Business-2020-Comparing-Business-Regulation-in-190-Economies.pdf

34. Economic Freedom of the World 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.fraserinstitute.org/sites/default/files/2025-09/economic-freedom-of-the-world-2025-annual-report_1.pdf

35. International Property Rights Index 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://internationalpropertyrightsindex.org/

36. Global Innovation Index 2024. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2024/en/gii-2024-at-a-glance.html

37. Bloomberg Innovation Index [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ec.europa.eu/newsroom/rtd/items/713430/en

38. Social Progress Index 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.socialprogress.org/social-progress-index

39. The Legatum Prosperity Index 2023. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://index.prosperity.com/rankings

40. Статистичні таблиці «Витрати-випуск» за 2003-2021 рр. – Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://stat.gov.ua/uk/datasets/tablytsya-vytraty-vypusk

41. Ляшенко І.М. Прямі та двоїсті балансові моделі "витрати-випуск" / І.М. Ляшенко, А.М. Онищенко // Економічна кібернетика. – Донецьк, 2009. – №1. С. 55-63.

42. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2003. – 407 с.

43. Пирог О. В. Стратегічні перспективи економічного розвитку національної економіки України / О. В. Пирог //Бізнес інформ. – 2017. – №11. – С. 32-34.

44. Попова О.Ю. Економічні механізми забезпечення екологічної спрямованості розвитку суб'єктів господарювання: монографія / О. Ю. Попова. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2020. – 430 с.

45. Євсєєва О. О. Методичний підхід до розробки системи індикаторів і прогнозування соціально-економічного розвитку регіону / О. О. Євсєєва // Економічний простір. – 2021. – № 46. – С. 62-73.

46. Пістунов І. М. Кластерний аналіз в економіці : навч. посіб. / І. М. Пістунов, О. П. Антонюк, І. Ю. Турчанінова. – Дніпропетровськ : Нац. гірн. ун-т, 2008. – 84 с.

47. Анпілогова Ж. Д. Галузева структура сучасної промисловості й динаміка її розвитку в Україні / Ж. Д. Анпілогова // Інвестиції: практика та досвід. – 2012. – № 11. – С. 90–93.

48. Бойко О.М. Особливості розвитку структурно-динамічних зрушень в економіці України / О.М. Бойко // Національне господарство України: теорія та практика управління: зб. наук. праць. – К.: Рада з вивчення продуктивних сил України, 2018. – С. 29–36.