

УДК 620.9,620.9:338;620.9:658;620.9:338.26;620.9.001.18

УКПІ

№ державної реєстрації 0120U102002

Інв. №

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет (СумДУ)  
40007, м. Суми, вул. Р.-Корсакова, 2, тел. (0542) 66-51-10, факс (0542) 33-40-49

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи  
д-р. фіз.-мат. наук, професор  
\_\_\_\_\_ А.М. Черноус

ЗВІТ  
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

Моделювання механізмів мінімізації розривів енергоефективності в контексті  
Цілей сталого розвитку: комунікативна мережа взаємодії стейкхолдерів

**МЕТОДИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ УЗГОДЖЕННЯ СОЦІО-ЕКОЛОГО-  
ЕКОНОМІЧНИХ ПРОТИРІЧ ПРИ МІНІМІЗАЦІЇ РОЗРИВІВ  
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ**  
(проміжний)

Керівник НДР  
доктор. екон. наук

Ю. В. Білан

2021

Рукопис закінчено «\_\_\_» грудня 2021 р.

Результати роботи розглянуто науковою радою СумДУ, протокол від 23 грудня 2021 р. № 7

## СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР Виконавець за договором підряду, доктор екон. наук, доцент	<hr/> (22.12.2021)	Ю. В. Білан (розділи 1, вступ, висновки)
Провідний науковий співробітник, доктор екон. наук, професор	<hr/> (22.12.2021)	О. В. Люльов (розділи 2, 3, вступ, висновки)
Провідний науковий співробітник, доктор екон. наук, доцент	<hr/> (22.12.2021)	Т. В. Пімоненко (розділи 1, 2, вступ, висновки)
Старший науковий співробітник, доктор екон. наук, доцент	<hr/> (22.12.2021)	О. М. Олефіренко (розділ 1)
Старший науковий співробітник, доктор екон. наук, доцент	<hr/> (22.12.2021)	О. Ю. Чигрин (розділ 1)
Молодший науковий співробітник, кандидат екон. наук, фахівець	<hr/> (22.12.2021)	О. М. Коробець (розділ 1)
Виконавець за договором підряду, кандидат екон. наук, фахівець	<hr/> (22.12.2021)	Є. А. Зябіна (розділ 2)
Виконавець за договором підряду, аспірант	<hr/> (22.12.2021)	М.Ю. Герасименко (розділ 1)
Виконавець за договором підряду, аспірант	<hr/> (22.12.2021)	Г. С. Пономарьова (розділ 2)
Виконавець за договором підряду, студент	<hr/> (22.12.2021)	А. П. Назаренко (розділ 1)
Виконавець за договором підряду, студент	<hr/> (23.12.2021)	Т. М. Василина (розділ 1)
Виконавець за договором підряду, студент	<hr/> (22.12.2021)	А. С. Волк (розділ 1)

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 70 с., 24 рис., 35 табл., 15 форм., 30 джерел.

### НАЦІОНАЛЬНА ЕКОНОМІКА, РОЗРИВИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, СОЦІО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ВІДНОСИНИ, СТЕЙКХОЛДЕРИ

Об'єкт дослідження – система соціо-еколого-економічних відносин, які виникають при мінімізації розривів енергоефективності. Метою дослідження – формування методичного інструментарію узгодження соціо-еколого-економічних протиріч для забезпечення мінімізації розривів енергоефективності країни на основі економіко-математичного моделювання причинно-наслідкових комунікативних зв'язків стейкхолдерів при прийнятті енергоефективних рішень. Методи дослідження – використано економіко-математичне моделювання при оцінюванні та опису причинно-наслідкових соціо-економіко-екологічних взаємозалежностей при прийнятті раціональних енергоефективних рішень.

У результаті виконання роботи було удосконалено науково-методичний підхід до формування матриці витрат та ефектів для стейкхолдерів при реалізації енергоефективних проектів для досягнення балансу між оптимальним та фактичним рівнями енергоефективності на основі методу PLS-PM. Розроблено економіко-математичну модель для опису коінтеграційних зв'язків у ланцюзі «якість інституційного середовища ↔ обсяг залучених зелених інвестицій в енергетику ↔ рівень енергоефективності», що базується на системному поєднанні інструментарію VEC-моделювання та тестування Йохансена. Удосконалено концептуальні основи формування та реалізації державної політики підвищення енергоефективності країни, що відрізняються від існуючих формалізацією її цільових орієнтирів згідно з індикаторами вуглецево-нейтральної моделі розвитку національної економіки, а також обґрунтуванням принципів, механізмів та інструментів підвищення енергоефективності країни.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	с. 5
1 Матриця витрат та ефектів для стейкхолдерів при реалізації енергоефективних проектів для мінімізації розривів енергоефективності ....	7
2 Система критеріїв та таргетів прийняття енергоефективних рішень для досягнення балансу між оптимальним та фактичним рівнями енергоефективності .....	22
3 Економіко-математична модель для опису причинно-наслідкових соціо-економіко-екологічних взаємозалежностей при прийнятті раціональних енергоефективних рішень .....	51
ВИСНОВКИ .....	66
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	67

## ВСТУП

Розвиток вітчизняного промислового виробництва супроводжується зростанням його екодеструктивного впливу на навколишнє природне середовище, що обумовлено високим рівнем морального та фізичного спрацювання основних фондів, відсутністю інтегрованої стратегії екоорієнтованого розвитку, обмеженням фінансових ресурсів на впровадження зелених інноваційних технологій тощо. Це провокує зростання ймовірності виникнення екологічних ризиків на підприємстві та загострення екологічних конфліктів стейкхолдерів. Ці тенденції обумовлюють трансформацію моделі розвитку національної економіки від традиційної до екологоорієнтованої, в якій входження екологічного фактору до стратегії розвитку підприємства є ключовою детермінантою зниження ймовірності виникнення екологічних ризиків, зростання рівня прибутковості підприємства та його зеленої конкурентоспроможності на вітчизняному та міжнародних ринках. Відповідно, Євроінтеграційний вектор розвитку національної економіки передбачає синхронізацію вітчизняної енергетичної політики зі стратегічними орієнтирами Європейського Союзу щодо переходу до циркулярної та вуглецево-нейтральної економіки. Рівень енергетичної ефективності та моніторинг динаміки розвитку цього індикатора на сьогодні стали ключовими напрямками в процесі формування енергетичної стратегії багатьох країн світу, зокрема і України.

Об'єкт дослідження – система соціо-еколого-економічних відносин, які виникають при мінімізації розривів енергоефективності

Метою дослідження – формування методичного інструментарію узгодження соціо-еколого-економічних протиріч для забезпечення мінімізації розривів енергоефективності країни на основі економіко-математичного моделювання причинно-наслідкових комунікативних зв'язків стейкхолдерів при прийнятті енергоефективних рішень.

Методи дослідження – використано економіко-математичне моделювання при оцінюванні та опису причинно-наслідкових соціо-економіко-екологічних взаємозалежностей при прийнятті раціональних енергоефективних рішень.

У результаті виконання роботи було удосконалено науково-методичний підхід до формування матриці витрат та ефектів для стейкхолдерів при реалізації енергоефективних проєктів для досягнення балансу між оптимальним та фактичним рівнями енергоефективності на основі методу PLS-PM, що відрізняється від існуючих врахуванням явних та латентних ефектів, які виникають внаслідок ірраціональної поведінки стейкхолдерів під час прийняття енергоефективних рішень.

Розроблено економіко-математичну модель для опису коінтеграційних зв'язків у ланцюзі «якість інституційного середовища ↔ обсяг залучених зелених інвестицій в енергетику ↔ рівень енергоефективності», що базується на системному поєднанні інструментарію VEC-моделювання та тестування Йохансена. Це дозволило обґрунтувати таргети інвестиційних та інституційних детермінант, досягнення яких обумовлює щорічне підвищення рівня енергоефективності країни.

Удосконалено концептуальні основи формування та реалізації державної політики підвищення енергоефективності країни, що відрізняються від існуючих формалізацією її цільових орієнтирів згідно з індикаторами вуглецево-нейтральної моделі розвитку національної економіки, а також обґрунтуванням принципів, механізмів та інструментів підвищення енергоефективності країни.

## **1. МАТРИЦЯ ВИТРАТ ТА ЕФЕКТІВ ДЛЯ СТЕЙКХОЛДЕРІВ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ПРОЕКТІВ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ РОЗРИВІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ**

Управління витратами при реалізації енергоефективних проектів є одним з ключових інструментів при мінімізації розривів енергоефективності. При цьому, традиційне управління ризиками довгий час вважалось додатковою функцією. Такий спосіб управління не можна відокремити від операційної діяльності підприємства. Перехід від традиційного до сучасного (сталого) ведення господарської діяльності призвів до зміни позицій систем корпоративного управління, коли власники підприємств намагаються до першості не лише за економічними та фінансовими показниками, а і збільшити попит на виготовлену продукцію в умовах зеленої економіки [25].

Сьогодні, у зв'язку з розвитком несприятливих глобальних економічних, соціальних та політичних тенденцій підприємства з особливою увагою розглядають вплив екологічних ризиків на власну діяльність [19]. Про це говорять чисельні дослідження відображені в звітах про глобальні ризики. Ряд катастрофічних подій останніх років вказує на те, що рівень стійкості екологічних ризиків набуває нових вимірів та значно може розширитися в майбутньому. Все це свідчить про те, що в сучасних ринкових умовах управління ризиками має переходити до інтегрального підходу в управлінні. При чому, важливою умовою повинно стати врахування основних принципів екологічного виробництва [24]:

- орієнтація на довгострокові цілі;
- розширення асортименту продукції в перспективному напрямку;
- отримання додаткових конкурентних переваг;
- доступ до нового високорентабельного сегменту споживачів, що розвивається в екологоорієнтованому напрямку;
- відповідність міжнародним стандартам управління та додатковий контроль за якістю;
- формування позитивного іміджу серед стейкхолдерів, тощо.

Питання вимірювання впливу системи управління екологічними ризиками на діяльність підприємства, як і оцінювання її ефективності також є мало вивченим.

Більшість вчених та аналітиків при вивченні методичних рекомендацій впровадження системи управління ризиками в роботу підприємства, відзначають, що вона не повинна перешкоджати господарській діяльності підприємства та негативно впливати на її ключові показники. Тобто, управління ризиками повинно служити не лише для зменшення збитків підприємства, але і для виявлення можливостей [1]. Модернізуючи процеси і технології, підприємство не повинно втрачати жодних зацікавлених сторін або прибуток, через формальності, що виникають в процесі реалізації системи управління екологічними ризиками. Ключові показники ефективності діяльності підприємства повинні мати лише позитивну динаміку після впровадження системи управління екологічними ризиками.

Аналіз досвіду діяльності європейських та американських підприємств також засвідчив, що впровадження системи управління екологічними ризиками дозволило отримати не лише прямі екологічні ефекти, а й є каталізатором підвищення прибутковості.

Узагальнення результатів аналізу досвіду попередніх досліджень, було зроблено висновок, що ефективність систем управління екологічними ризиками доцільно оцінювати через позитивну динаміку показників, які демонструють результативність господарської діяльності підприємства при реалізації процесів управління екологічними ризиками. В роботі, в якості показників, що будуть визначати ефективність системи управління екологічними ризиками підприємства запропоновано використовувати динаміку наступних показників: рівень прибутковості підприємства, ефективність процесу управління екологічними ризиками, вплив на стейкхолдерів на екологоорієнтовану діяльність підприємства [25].

У даному контексті була висунута та перевірена гіпотеза, що ефективна система управління екологічними ризиками, з одного боку, забезпечує



врегулювання конфліктів стейкхолдерів щодо екоорієнтованого розвитку підприємства, а з іншого – створює додаткову цінність для стейкхолдерів підприємства шляхом зниження ймовірності виникнення екологічного ризику та втрати прибутку.

Однак, опираючись на наукових положеннях неокласичної теорії Кобба – Дугласа, до аналізуємих показників було включено масштаб підприємства, що розглядається через обсяг активів та кількість працівників.

Для перевірки висунутої гіпотези було визначено такий алгоритм оцінювання ефективності системи управління екологічними ризиками на підприємстві (рисунок 1.1), що включає такі етапи:

- визначення наявності, напряму та сили впливу ефективності системи управління екологічними ризиками на рівень прибутковості підприємства;
- визначення критерію ефективності ухвалення рішень щодо екологоорієнтованого розвитку підприємства;
- диференціація типів процесів управління екологічними ризиками підприємства.

Важливим аргументом запровадження системи управління екологічними ризиками на підприємстві є вплив її ефективності на результативність діяльності підприємства за певним переліком чинників. Це говорить про наявність причинно-наслідкових зв'язків, що складаються з внутрішніх та зовнішніх факторів.

З метою дослідження впливу ефекту від запровадження системи управління екологічними ризиками на прибутковість підприємства, у роботі розроблено модель PLS-SEM (Partial Least Squares Structural Equation Modeling).

Ця модель вперше була запропонована Г. Волдом та використовувалась в економічному аналізі, економетриці та хемометриці. Вона входить до групи методів структурного моделювання SEM (Structural Equation Modeling) [12]. Сьогодні алгоритм даної моделі найчастіше використовується в таких напрямках як стратегічне та операційне управління, маркетинг, фінансовий облік, управління персоналом, туризм, та ін. Основними причинами зростаючої

популярності до PLS-SEM-моделювання є здатність оцінювати складні моделі та спрощені вимоги до даних.

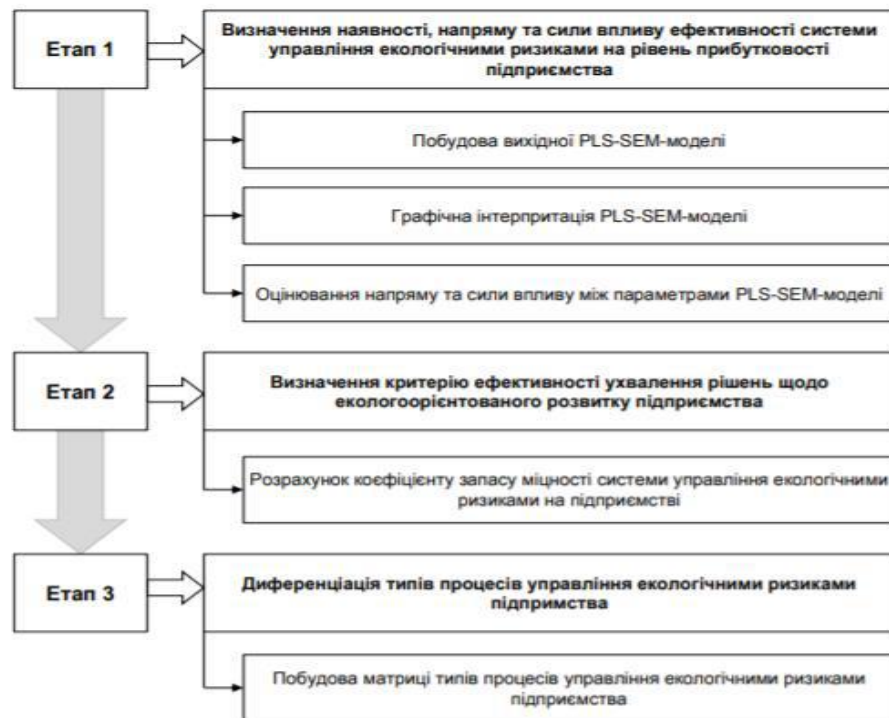


Рисунок 1.1 – Основні етапи оцінювання ефективності системи управління екологічними ризиками на підприємстві. Джерело: [25]

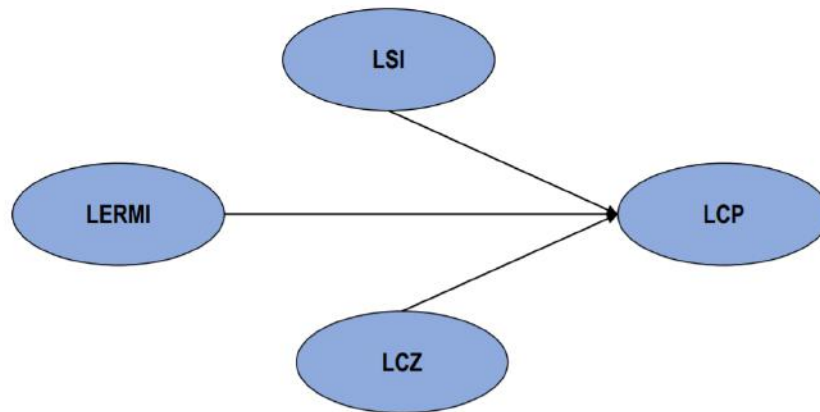
На відміну від звичайної SEM-моделі, PLS-SEM-модель здатна моделювати та оцінювати складні моделі причинно-наслідкових зв'язків з прихованими (латентними) та явними змінними. Латентні змінні втілюють в себе явища, що не піддаються спостереженню. Вони визначаються через ряд явних змінних. PLS-SEM-модель оцінює взаємозв'язок між сильними сторонами латентних змінних та визначає, наскільки добре модель пояснює сформовані цільові конструкції [25].

Латентними змінними оцінювання ефективності системи управління екологічними ризиками на підприємстві є:

- ефективність процесу управління екологічними ризиками на підприємстві;
- сила тиску стейкхолдерів на екоорієнтовану діяльність підприємства;

- масштаб підприємства;
- рівень прибутковості підприємства.

Графічна інтерпретація напрямів взаємодії латентних змінних ефективності системи управління екологічними ризиками підприємства представлена на рисунку 1.2.



LERMI – латентна змінна ефективності процесу управління екологічними ризиками на підприємстві;  
 LSI – латентна змінна сили тиску стейкхолдерів на екоорієнтовану діяльність підприємства;  
 LCZ – латентна змінна масштабу підприємства;  
 LCP – латентна змінна рівня прибутковості підприємства

Рисунок 1.2 – Графічна інтерпретація взаємозв’язку латентних змінних системи управління екологічними ризиками підприємства. Джерело: [25]

Алгоритм побудови вихідної PLS-SEM-моделі буде складатися з декількох етапів. На першому етапі відбувається побудова PLS-SEM-моделей для визначення латентних змінних.

1. PLS-SEM-модель для визначення сили тиску стейкхолдерів на екологоорієнтовану діяльність підприємства.

Для даної моделі використовується зовнішня модель формативного типу. У даному випадку, латентна змінна «сила тиску стейкхолдерів на екологорієнтовану діяльність» сформована під дією таких явних змінних:

- постачальники;
- посередники;
- профспілка;
- інвестори;

- акціонери;
- екологічні рейтингові агенції;
- громадськість;
- споживачі.

Формульний вигляд PLS-SEM-моделі формативного типу для визначення сили тиску стейкхолдерів на екологієорієнтовану діяльність підприємства буде представлена у вигляді формули (1.1):

$$LSI = \mu_{0j} + \mu_{jk}SI_{jk} + \varepsilon_j, \quad (1.1)$$

де  $\mu_{0j}$  – вільна змінна;

$\mu_{jk}$  – коефіцієнт навантаження та напрямку зв'язку;

$SI_{jk}$  – явні змінні стейкхолдерів (постачальники, посередники, профспілка, інвестори, акціонери, екологічні рейтингові агенції, громадськість, споживачі відповідно),  $SI = [1; 5]$ , коефіцієнт Кронбаха становить 0,95;

$\varepsilon_j$  – стандартна похибка;

$j$  – блок відповідних змінних за  $t$ -період;

$k$  – кількість змінних.

Графічна інтерпретація PLS-SEM-моделі визначення сили тиску стейкхолдерів на екологієорієнтовану діяльність підприємства представлено на рисунку 1.3.

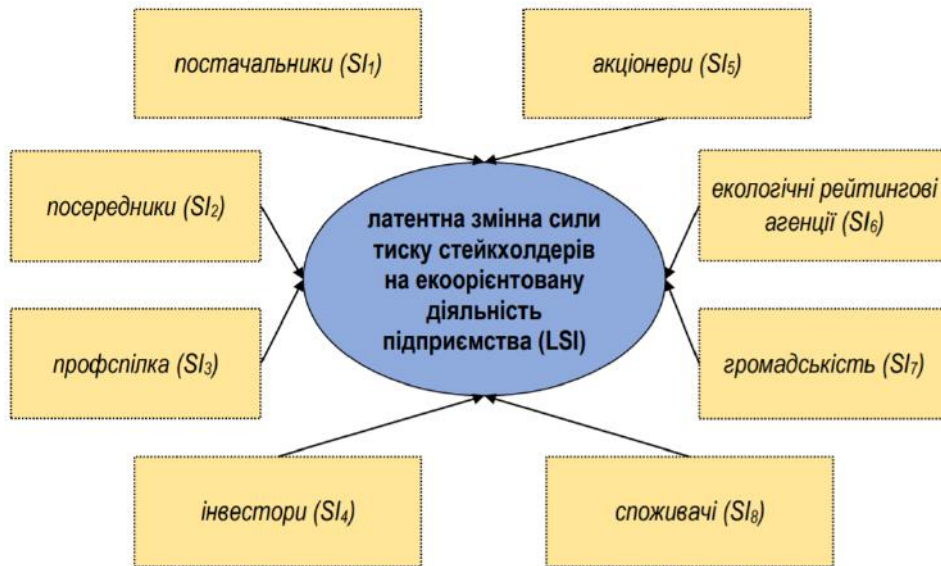


Рисунок 1.3 – Графічна інтерпретація PLS-SEM-моделі визначення сили тиску стейкхолдерів на екологієнтовану діяльність підприємства. Джерело: [25]

2. PLS-SEM-модель для визначення ефективності процесу управління екологічними ризиками.

При побудові даної моделі формується зовнішня модель рефлексивного типу. Це означає, що латентна змінна «ефективність процесу управління екологічними ризиками» являється причиною наступних явних змінних:

- оперативні цілі;
- стратегічні цілі;
- прозорість і прозорість звітності підприємства;
- дотримання чинних законодавчих норм у сфері охорони навколишнього природного середовища [25].

При цьому формульний вигляд PLS-SEM-моделі визначення ефективності процесу управління екологічними ризиками можна записати формулою (1.2):

$$LERMI = \mu_{0j} + \mu_{jk}Strat_{Ecjk} + \mu_{jk}Operat_{Envjk} + \mu_{jk}Transp_{Mjk} + \mu_{jk}Compl_{Sjk} + \varepsilon_j, (1.2)$$

де  $\mu_{0j}$  – вільна змінна;

$\mu_{jk}$  – коефіцієнт навантаження та напрямку зв'язку;

*Operat* – явна змінна екологічних ризиків підприємства – операційні цілі;

*Strat* – явна змінна екологічних ризиків підприємства – стратегічні цілі;

*Transp* – явна змінна екологічних ризиків підприємства – транспарентність і транспарентність звітності підприємства;

*Compl* – явна змінна екологічних ризиків підприємства – додержання чинних законодавчих норм у сфері охорони навколишнього природного середовища;

$\varepsilon_j$  – стандартна похибка;

$j$  – блок відповідних змінних за  $t$ -період;

$k$  – кількість змінних.

Графічна інтерпретація PLS-SEM-моделі визначення ефективності процесу управління екологічними ризиками представлено на рисунку 1.4.

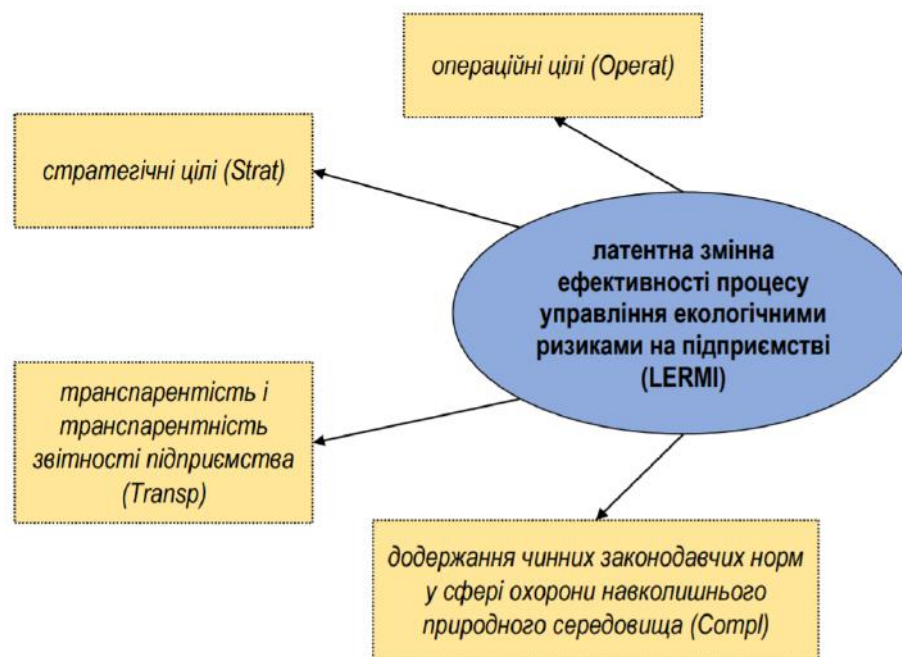


Рисунок 1.4 – Графічна інтерпретація PLS-SEM-моделі визначення ефективності процесу управління екологічними ризиками. Джерело: [25]

### 3. PLS-SEM-модель для визначення масштабності підприємства.

Данна модель передбачає побудову зовнішньої моделі формативного типу.

При цьому, на латентну змінну «масштабність підприємства» впливають такі явні змінні:

- обсяг активів;
- кількість працівників.

Модель набуває вигляду формули (1.3):

$$LSZ = \mu_{0j} + \mu_{jk} CZ_{jk} + \varepsilon_j, \quad (1.3)$$

де  $\mu_{0j}$  – вільна змінна;

$\mu_{jk}$  – коефіцієнт навантаження та напрямку зв'язку;

$CZ_{jk}$  – явні змінні масштабності підприємства (обсяг активів, кількість працівників відповідно);

$\varepsilon_j$  – стандартна похибка;

$j$  – блок відповідних змінних за  $t$ -період;

$k$  – кількість змінних.

Графічна інтерпретація PLS-SEM-моделі визначення масштабності підприємства представлено на рисунку 1.5.

### 4. PLS-SEM-модель для визначення рівня прибутковості підприємства.

Модель будується на основі зовнішньої моделі формативного типу. На латентну змінну «рівень прибутковості підприємства» впливають такі явні змінні:

- прибуток підприємства до оподаткування;
- середньозважена вартість капіталу;
- обсяг інвестованого капіталу.

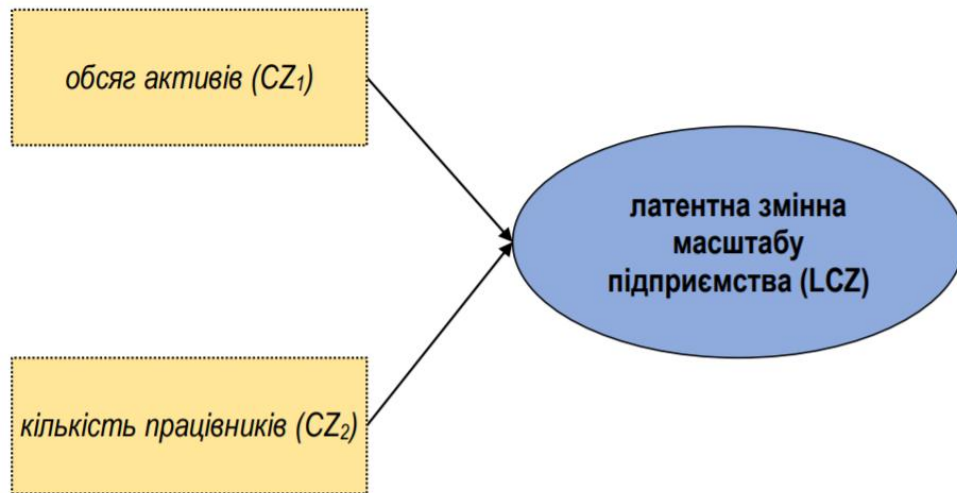


Рисунок 1.5 – Графічна інтерпретація PLS-SEM-моделі визначення масштабності підприємства. Джерело: [25]

Формульний вигляд моделі представлений формулою (1.4):

$$LCP = \mu_{0j} + \mu_{jk}P_{jk} + \varepsilon_j, \quad (1.4)$$

де  $\mu_{0j}$  – вільна змінна;

$\mu_{jk}$  – коефіцієнт навантаження та напряму зв'язку;

$P_{jk}$  – явні змінні прибутковості підприємства (прибуток підприємства до оподаткування, середньозважена вартість капіталу, обсяг інвестованого капіталу відповідно);

$\varepsilon_j$  – стандартна похибка;

$j$  – блок відповідних змінних за  $t$ -період;

$k$  – кількість змінних.

Графічна інтерпретація PLS-SEM-моделі визначення рівня прибутковості підприємства представлено на рисунку 1.6.



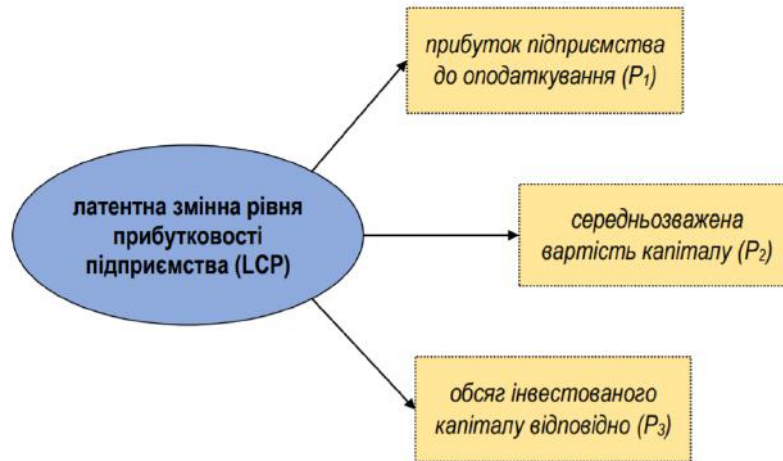


Рисунок 1.6 – Графічна інтерпретація PLS-SEM-моделі визначення рівня прибутковості підприємства. Джерело: [25]

На другому етапі побудови PLS-SEM-моделі необхідно перевірити наявність, напрям та силу впливу між якісними та латентними змінними моделі.

Для цього було проведено формалізацію взаємозв'язків побудованих моделей, після чого загальна модель набуває вигляду системи рівнянь взаємозалежностей між явними та латентними змінними формативного і рефлексивного типів.

Узагальнені моделі впливу якісних змінних на латентні змінні системи управління екологічними ризиками підприємства представлена формулою (1.5).

$$\left\{ \begin{array}{l} LCP = \mu_{0j} + \mu_{jk} LERMI_{jk} + \mu_{jk} LSI_{jk} + \mu_{jk} LCZ_{jk} \varepsilon_j, \\ LSI = \mu_{0j} + \mu_{jk} SI_{jk} + \varepsilon_j, \\ LERMI = \mu_{0j} + \mu_{jk} Strat_{Ecjk} + \mu_{jk} Operat_{Envjk} + \mu_{jk} Transp_{Mjk} + \mu_{jk} Compl_{Sjk} + \varepsilon_j, \\ LCZ = \mu_{0j} + \mu_{jk} CZ_{jk} + \varepsilon_j, \\ LCP = \mu_{0j} + \mu_{jk} P_{jk} + \varepsilon_j, \end{array} \right. (1.5)$$

де  $LSI$  – латентна змінна сили тиску стейкхолдерів на екологоорієнтовану діяльність підприємства;

$LERMI$  – латентна змінна ефективності процесу управління екологічними ризиками підприємства;

$LCZ$  – латентна змінна масштабу підприємства;

*LCP* – латентна змінна рівня прибутковості компанії

З метою апробації запропонованого підходу до визначення впливу ефективності системи управління екологічними ризиками підприємства на рівень прибутковості було проведено розрахунок на основі підприємств: ПАТ «Арселорміттал Кривий Ріг», ПрАТ «Запоріжжкокс», ПрАТ «Дніпроспецсталь», ПАТ «Дніпровський металургійний комбінат», ПрАТ «Нікопольський завод феросплавів» за період з 2012 по 2019 роки [25].

Емпіричні дані щодо оцінювання напряму та сили впливу між параметрами PLS-SEM-моделі наведено у таблиці 1.1.

Відповідно до емпіричних розрахунків графічна інтерпретація PLS-SEM моделі взаємозв'язку між досліджуваними явними та латентними змінними представлено на рисунку 1.7.

Таблиця 1.1 – Оцінювання напряму та сили впливу між параметрами моделі PLS-SEM. Джерело: [25]

Зв'язок	Значення	p-value
1	2	3
латентна змінна ефективності процесу управління екологічними ризиками на підприємстві		
LERMI → Operat	0,879	0,00*
LERMI → Strat	0,935	0,00*
LERMI → Transp	0,829	0,00*
LERMI → Compl	0,836	0,00*
латентна змінна сили тиску стейкхолдерів на екоорієнтовану діяльність підприємства		
LSI → SI <sub>1</sub>	0,867	0,00*
LSI → SI <sub>2</sub>	0,778	0,00*
LSI → SI <sub>3</sub>	0,638	0,00*
LSI → SI <sub>4</sub>	0,897	0,00*
LSI → SI <sub>5</sub>	0,903	0,00*
LSI → SI <sub>6</sub>	0,726	0,00*
LSI → SI <sub>7</sub>	0,634	0,00*
LSI → SI <sub>8</sub>	0,834	0,00*

## Продовження таблиці 1.1

1	2	3
латентна змінна масштабу підприємства		
LCZ → CZ <sub>1</sub>	0,889	0,00*
LCZ → CZ <sub>2</sub>	0,851	0,00*
латентна змінна рівня прибутковості підприємства		
LCP → P <sub>1</sub>	0,863	0,00*
LCP → P <sub>2</sub>	0,831	0,00*
LCP → P <sub>3</sub>	0,805	0,00*
зв'язав між латентними змінними		
LCZ → LCP	0,201	0,00*
LSI → LCP	0,116	0,00*
LERMI → LCP	0,497	0,00*

*p-value* – рівень статистичної значущості; \* – *p-value* на рівні 1 %

Емпіричні результати оцінювання наведені в таблиці 1.1 засвідчили наявність позитивного статистично значущого зв'язка між латентними змінними та рівнем прибутковості підприємства.

Було виявлено, що найсильніший значущий ефект на рівень прибутковості підприємства має ефективність процесу управління екологічними ризиками (0,497). Менше значимими є масштабність підприємства (0,201), та сила тиску стейкхолдерів на екологорієнтовану діяльність (0,116).

Отримані результати підтверджують висунуту на початку дослідження гіпотезу, що запровадження ефективної системи управління не лише здатне знизити ймовірність виникнення екологічних ризиків, а і підвищити результативність діяльності підприємства.

В результаті дослідження латентної змінної «сила тиску стейкхолдерів на екологорієнтовану діяльність» було помічено, що явні змінні даного компоненту мають рівнозначний статистично значущий вплив. Цей фактор свідчить про те, що усі групи стейкхолдерів є зацікавленим у запровадженні збалансованої системи управління екологічними ризиками.

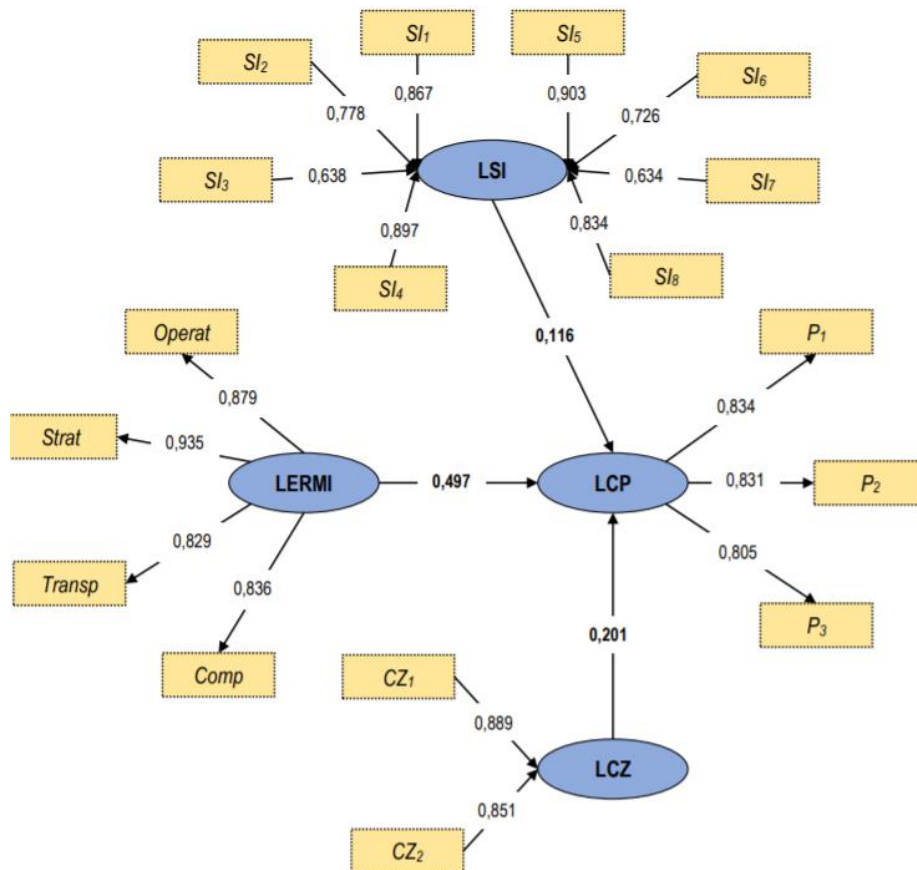


Рисунок 1.7 – Графічна інтерпретація впливу якісних змінних на латентні змінні ефективності системи управління екологічними ризиками підприємства, масштабності підприємства, рівня впливу стейкхолдерів на діяльність підприємства, рівня його прибутковості. Джерело: [25]

При дослідженні латентної змінної «ефективність процесу управління екологічними ризиками» слід виділити змінну «стратегічних цілей», оскільки на неї спрямований найсильніший вплив (0,935) серед інших змінних. Найменший вплив був виявлений на явну змінну «транспарентності і транспарентності звітності підприємства» (0,829).

Сила впливу на латентну змінну «масштаб підприємства» явних змінних «обсяг активів» та «кількість працюючих» також є рівнозначною (0,889 та 0,851 відповідно).

Отже, виявлені позитивні зв'язки при формуванні ефективної системи управління екологічними ризиками дозволяють підприємству одержати синергетичний ефект щодо підвищення рівня його прибутковості.

## 2. СИСТЕМА КРИТЕРІВ ТА ТАРГЕТІВ ПРИЙНЯТТЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ БАЛАНСУ МІЖ ОПТИМАЛЬНИМ ТА ФАКТИЧНИМ РІВНЯМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Результати систематизації науково-методичних підходів до оцінювання рівня енергетичної ефективності національної економіки свідчать про відсутність єдиного уніфікованого та загально прийнятного інструментарію оцінювання енергоефективності. Це пов'язано з міждисциплінарною природою показника, а також векторами розвитку досліджуваних країн.

Таким чином, було обрано науково-методичний підхід, що дозволяє оцінювати дивергентні та конвергентні складові енергетичної ефективності національної економіки України порівняно з країнами-членами Європейського Союзу, адже Україна дотримується вектора євроінтеграції та підтримує співпрацю в межах Європейської зеленої угоди, що обумовлює формування конвергентної політики загалом і в сфері енергетичної ефективності [21].

Авторами розроблена послідовна модель оцінювання дивергентних та конвергентних складових енергетичної ефективності національної економіки (рисунок 2.1).

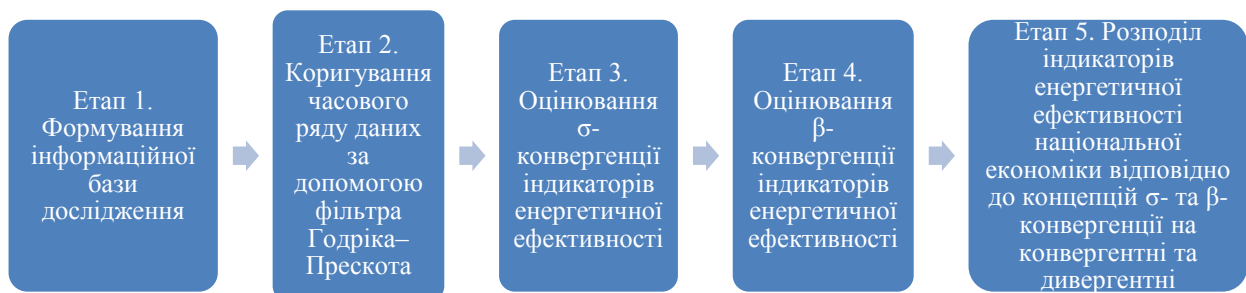


Рисунок 2.1 – Основні етапи ідентифікації рівня асинхронності й швидкості реагування державної енергетичної політики на екзогенні та ендогенні зміни в національній економіці. Джерело: [21].

Відповідно на першому етапі за основу для формування інформаційної бази дослідження було обрано концепцію формування Індексу енергетичної трилеми (Energy Trilemma Index), яка інтегрує енергетичні, економічні й екологічні індикатори 128 країн світу за основними глобальними та національними показниками, що дає можливість сформувати портрет країни за трьома основними вимірами – рівнями енергетичної безпеки, енергетичної справедливості та екологічної стійкості [15].

Інформаційна база дослідження представлена в Україні й країнах-членах Європейського Союзу (27 країн) в період 2000–2020 рр. та поділена на три сектори за сферами впливу.

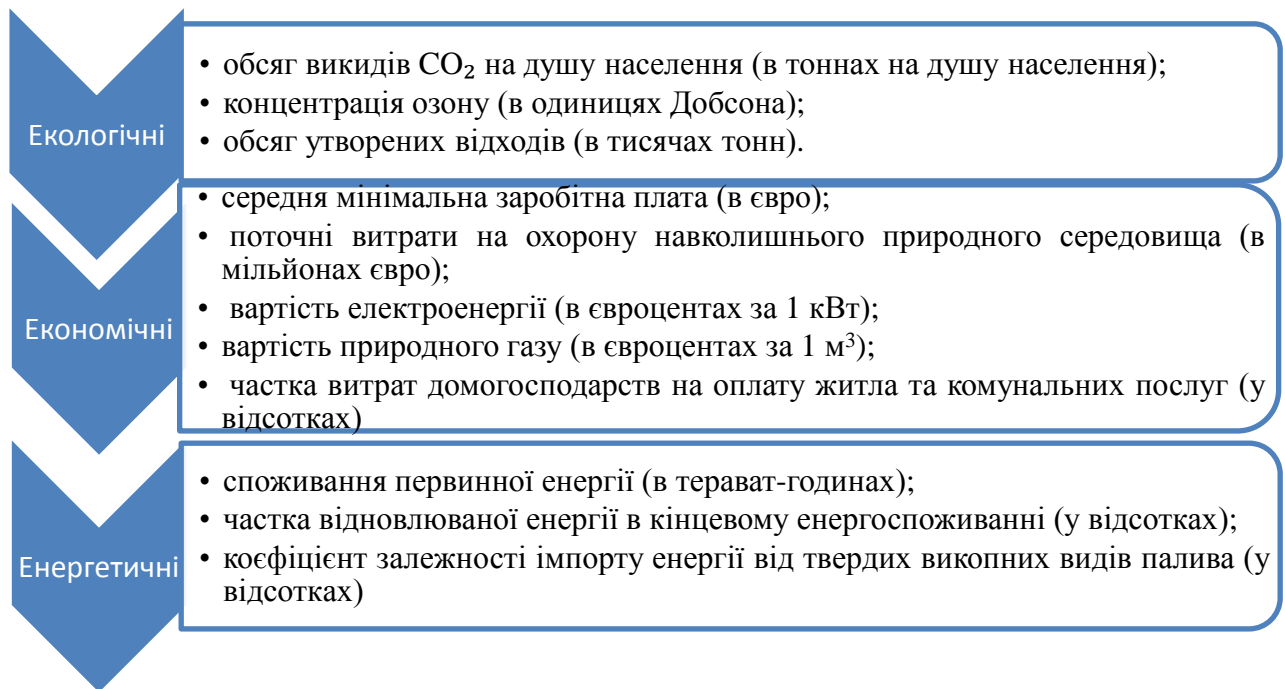


Рисунок 2.2 – Складові інформаційної бази дослідження для оцінювання рівня енергетичної ефективності національної економіки. Джерело: [23]

На другому етапі провели коригування часового ряду даних за допомогою фільтра Годріка – Прескота [26]:

$$y_t = y_t^{trend} + y_t^{cycle}, \quad (2.1)$$

$$y_t^{cycle} = \sum w_t(s)y_{t-s}, \quad (2.2)$$

де  $y_t^{trend}$ ,  $y_t^{cycle}$  – трендова та циклічна складові;

$t$  – період часу;

$w_t(s)$  – ваговий коефіцієнт мінливості в часі або інваріантності;

$y_t$  – часовий ряд даних;

$s$  – період згладжування.

Коригування часового ряду даних дозволяє за допомогою середньоквадратичного відхилення змінних нівелювати негативні тенденції та виділити трендову складову.

На третьому етапі провели оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за формулою

$$\sigma_t^c = (1/n \sum_{i=1}^n (\ln DEF_{i,t}^c - \overline{\ln DEF_{i,t}^c})^2)^{1/2} \quad (2.3)$$

де  $DEF_{i,t}^c$  – детермінанта енергетичної ефективності країни в  $t$ -му році;

$n$  – кількість країн для розрахунку групової конвергенції.

Для наочного зображення побудуємо графіки за кожною екологічною складовою, що дасть можливість відзначити конвергентність чи дивергентність досліджуваних країн-членів Європейського Союзу з Україною (рисунки 2.3–2.5).

Результати розрахованої  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за обсягами викидів  $CO_2$  на душу населення з таблиці 2.1 та рисунка 2.3 свідчать про дивергентну політику України порівняно з політикою країн-членів Європейського Союзу.



Таблиця 2.1 – Результати розрахунку оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикатора енергетичної ефективності екологічної складової – обсяг викидів CO<sub>2</sub> на душу населення. Джерело: [23]

Рік	Обсяг викидів CO <sub>2</sub> на душу населення		
	Україна	країни ЄС	Україна та ЄС
2000	0,2248	0,4187	0,4133
2002	0,2153	0,4087	0,4033
2004	0,2052	0,3997	0,3943
2006	0,1952	0,3917	0,3864
2008	0,1861	0,3850	0,3796
2010	0,1785	0,3796	0,3742
2012	0,1727	0,3756	0,3702
2014	0,1688	0,3734	0,3680
2016	0,1656	0,3733	0,3679
2018	0,1618	0,3757	0,3702
2020	0,1566	0,3813	0,3755

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикатора енергетичної ефективності екологічної складової – концентрація озону. Джерело: [23]

Рік	Концентрація озону		
	Україна	країни ЄС	Україна та ЄС
2000	0,0067	0,1465	0,1439
2002	0,0021	0,1435	0,1409
2004	0,0023	0,1409	0,1383
2006	0,0066	0,1387	0,1362
2008	0,0106	0,1369	0,1344
2010	0,0143	0,1354	0,1330
2012	0,0178	0,1343	0,1319
2014	0,0211	0,1334	0,1311
2016	0,0245	0,1330	0,1307
2018	0,0278	0,1329	0,1306
2020	0,0311	0,1331	0,1308

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикатора енергетичної ефективності екологічної складової – обсяг утворених відходів. Джерело: [23]

Рік	Обсяг утворених відходів		
	Україна	країни ЄС	Україна та ЄС
2000	4,0114	1,5664	1,7089
2002	2,7415	1,5578	1,6122
2004	2,1987	1,5529	1,5786
2006	1,8409	1,5512	1,5611
2008	1,5684	1,5521	1,5517
2010	1,3474	1,5549	1,5473
2012	1,1651	1,5592	1,5463
2014	1,0113	1,5650	1,5482
2016	0,8758	1,5731	1,5533
2018	0,7492	1,5856	1,5632
2020	0,6224	1,6063	1,5816

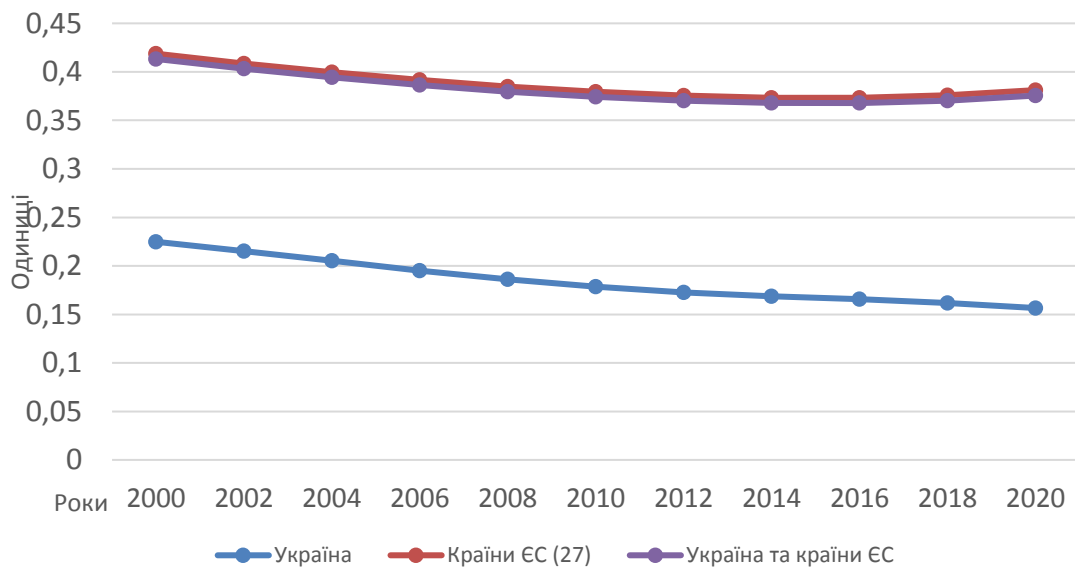


Рисунок 2.3 – Візуалізація оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за обсягами викидів  $\text{CO}_2$  на душу населення. Джерело: [23]

Це спричинено насамперед активним упровадженням країнами Європейського Союзу відновлюваних джерел енергії в структуру енергетичного сектору, встановленням жорстких умов для промислового сектору щодо

забезпечення належними (що відповідають стандартам) очисними технологіями виробництва, а також змінами структури транспортної системи, впроваджуючи більш екологічно безпечні електрокари.

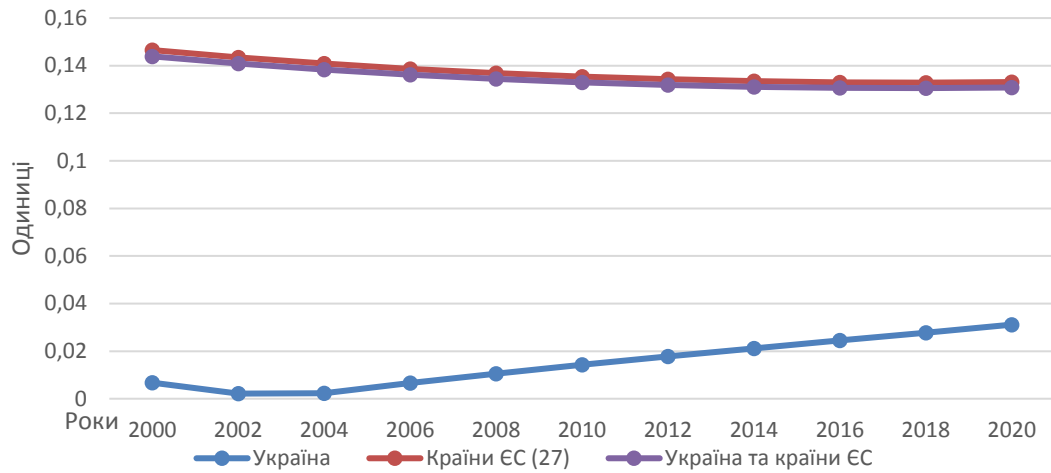


Рисунок 2.4 – Візуалізація оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за концентрацією озону. Джерело: [23]

Ураховуючи розрахункові дані таблиці 2.2 та інтерпретацію рисунка 2.4, необхідно зробити висновок щодо конвергентної політики України та країн Європейського Союзу.

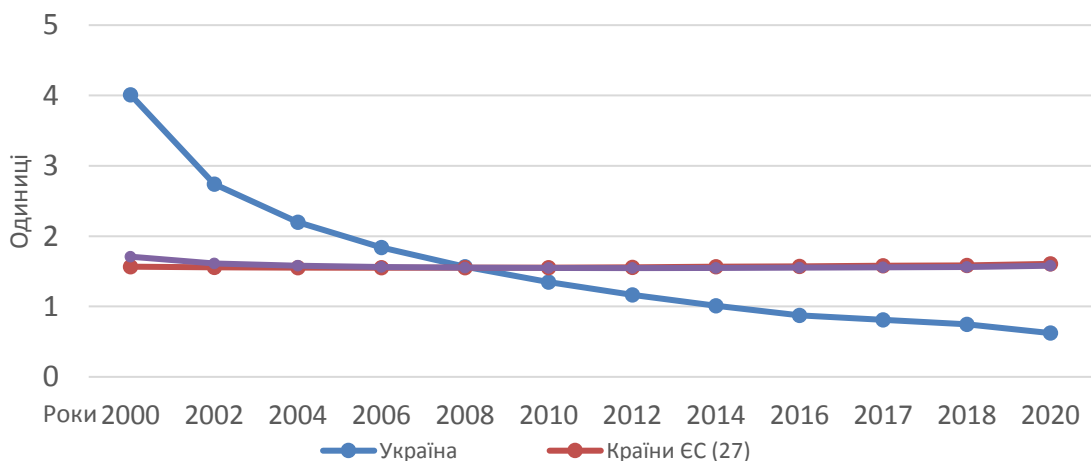


Рисунок 2.5 – Візуалізація оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за обсягом утворених відходів. Джерело: [23]

Необхідно відзначити великий розрив між показниками досліджуваних напрямів, і тенденцію до спільного розвитку цієї політики щодо стабілізації концентрації озону.

Результати розрахованої  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за обсягом утворених відходів із розрахунків, наведених у таблиці 2.3 та на рисунку 2.5, свідчать про формування конвергентної політики України країнами-членами Європейського Союзу. Все ж таки існують певні занепокоєння щодо зміни на дивергентний напрямок, але це можливо лише за умови незацікавленості України в розвитку формування економіки закритих циклів виробництва, а також регулювання обсягів утворених відходів за чинними міжнародними стандартами. Україна насамперед зацікавлена в перегляді політики щодо регуляції та перетворення утворених відходів, що позитивно вплине на рівень енергетичної ефективності національної економіки і передусім на екологічний стан навколишнього природного середовища.

Результати розрахунків оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності економічної складової наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикатора енергетичної ефективності економічної складової – поточні витрати на охорону навколишнього природного середовища. Джерело: [23]

Рік	Поточні витрати на охорону навколишнього природного середовища		
	Україна	країни ЄС	Україна та ЄС
2000	7,60	2,17	2,56
2002	7,63	2,05	2,46
2004	7,62	1,99	2,41
2006	7,61	1,95	2,38
2008	7,59	1,92	2,35
2010	7,58	1,91	2,34
2012	7,56	1,91	2,34
2014	7,55	1,92	2,35
2016	7,53	1,95	2,37
2018	7,50	2,01	2,42
2020	7,37	2,30	2,64

Таблиця 2.5 – Результати розрахунку оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикатора енергетичної ефективності економічної складової – середня мінімальна заробітна плата. Джерело: [23]

Рік	Середня мінімальна заробітна плата		
	Україна	країни ЄС	Україна та ЄС
2000	2,698	1,87	1,90
2002	2,57	1,10	1,18
2004	2,40	0,96	1,04
2006	2,29	0,87	0,95
2008	2,20	0,81	0,89
2010	2,14	0,76	0,84
2012	2,09	0,72	0,80
2014	2,05	0,68	0,77
2016	2,02	0,65	0,74
2018	1,99	0,63	0,72
2020	1,96	0,60	0,70

Таблиця 2.6 – Результати розрахунку оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикатора енергетичної ефективності економічної складової – вартість електроенергії. Джерело: [23]

Рік	Вартість електроенергії		
	Україна	країни ЄС	Україна та ЄС
2000	1,78	0,63	0,70
2002	1,71	0,49	0,58
2004	1,64	0,41	0,50
2006	1,58	0,35	0,45
2008	1,51	0,30	0,41
2010	1,44	0,27	0,38
2012	1,38	0,24	0,35
2014	1,32	0,23	0,33
2016	1,26	0,22	0,32
2018	1,21	0,22	0,31
2020	1,15	0,23	0,31

Таблиця 2.7 – Результати розрахунку оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикатора енергетичної ефективності екологічної складової – вартість природного газу. Джерело: [23]

Рік	Вартість природного газу		
	Україна	країни ЄС	Україна та ЄС
2000	1,69	0,77	0,81
2002	1,56	0,65	0,70
2004	1,42	0,58	0,63
2006	1,30	0,53	0,57
2008	1,19	0,49	0,53
2010	1,08	0,45	0,48
2012	0,97	0,42	0,45
2014	0,87	0,39	0,41
2016	0,77	0,37	0,39
2018	0,67	0,35	0,37
2020	0,57	0,36	0,37

Таблиця 2.8 – Результати розрахунку оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикатора енергетичної ефективності економічної складової – частка витрат домогосподарства на оплату житла та комунальних послуг. Джерело: [23]

Рік	Частка витрат домогосподарства на оплату житла та комунальних послуг		
	Україна	країни ЄС	Україна та ЄС
2000	0,60	0,21	0,23
2002	0,58	0,19	0,22
2004	0,55	0,18	0,20
2006	0,53	0,17	0,19
2008	0,50	0,16	0,18
2010	0,47	0,16	0,18
2012	0,43	0,15	0,17
2014	0,38	0,15	0,16
2016	0,33	0,15	0,16
2018	0,29	0,15	0,16
2020	0,24	0,16	0,16

Графічну інтерпретацію за кожною економічною складовою наведено на рисунках 2.5–2.9, що відображає конвергентність чи дивергентність досліджуваних країн-членів Європейського Союзу з Україною.

Урахувавши розрахунки оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за середньою мінімальною заробітною платою (таблиця 2.5) та побудувавши графіки з одержаними даними (рисунок 2.6), можна зробити висновок щодо дивергентної політики України порівняно з політикою країн-членів Європейського Союзу.

На сьогодні Україна регламентує одну з найменших мінімальних заробітних плат серед країн Європейського Союзу, водночас підвищення досліджуваного показника нерегулярне та неістотне, що не можна сказати про країни Європейського Союзу.

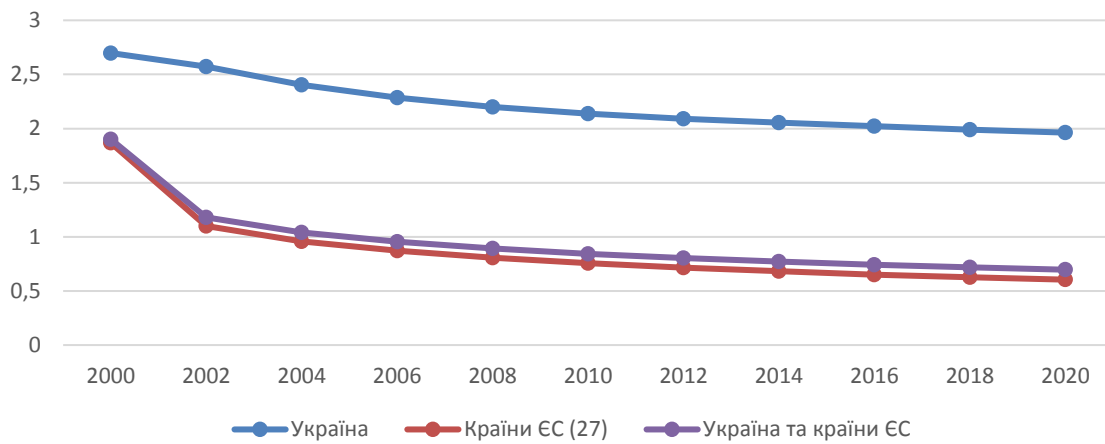


Рисунок 2.6 – Візуалізація оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за середньою мінімальною заробітною платою. Джерело: [23]

За результатами розрахунків оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за поточними витратами на охорону навколишнього середовища можна зробити висновок, що політика щодо поточних витрат на охорону навколишнього середовища має дивергентний характер.

Це спричинено насамперед фінансовою неспроможністю в належній кількості розподіляти кошти на охорону навколишнього середовища, а також розвиненим бюрократично-корупційним механізмом, що блокує ефективну діяльність забезпечення охорони навколишнього середовища грошовою підтримкою.

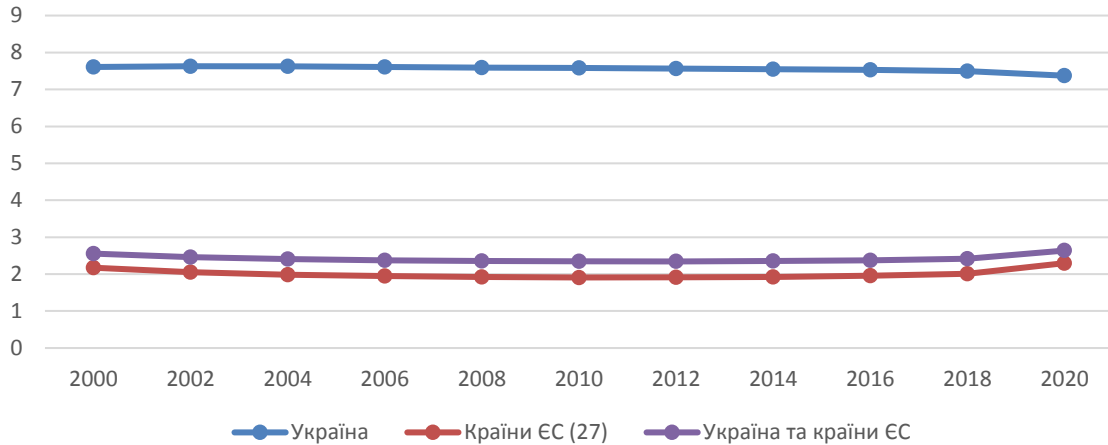


Рисунок 2.7 – Візуалізація оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за поточними витратами на охорону навколишнього середовища.

Джерело: [23]

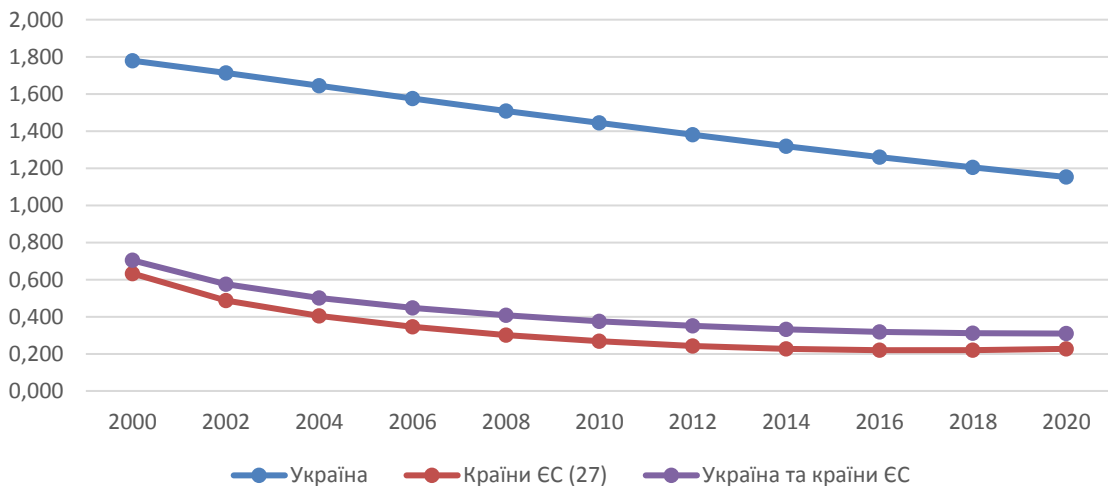


Рисунок 2.8 – Візуалізація оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за вартістю електроенергії. Джерело: [23]

Ураховавши розрахунки оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за вартістю електроенергії та природного газу (таблиці 2.7–2.8) та побудувавши графіки з одержаними даними (рисунки 2.8–2.9) можна зробити висновок щодо дивергентної політики України порівняно з країнами Європейського Союзу.



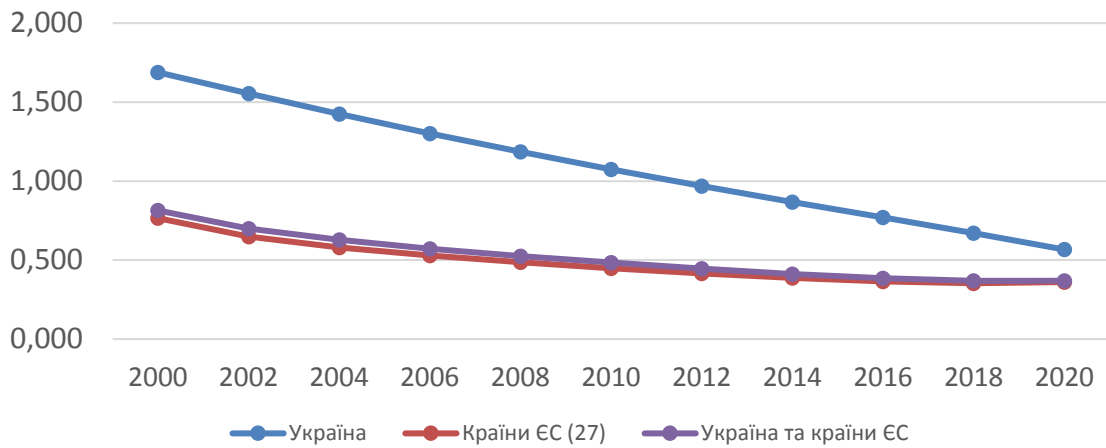


Рисунок 2.9 – Візуалізація оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за вартістю природного газу. Джерело: [23]

Основною причиною дивергентної політики є різновекторність політик у процесі ціноутворення енергетичних ресурсів, зокрема, позиція Європейського Союзу – здороження енергоносіїв спричинене виробництвом їх із максимально можливої відновлюваної енергії, що не може буди дешевою, та невизнання субсидювання, тому що це нераціональний підхід до енергоефективного заощадження.

Водночас в Україні основна тема – це зниження вартості на комунальні послуги та розширення субсидій, що є причинами неефективного використання енергії та нераціонального використання коштів.

За результатами розрахунків оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за часткою витрат домогосподарства на оплату житла та комунальних послуг (таблиця 2.8 і рисунок 2.10) можна зробити висновок, що політика України конвергентна з політикою країн-членів Європейського Союзу.

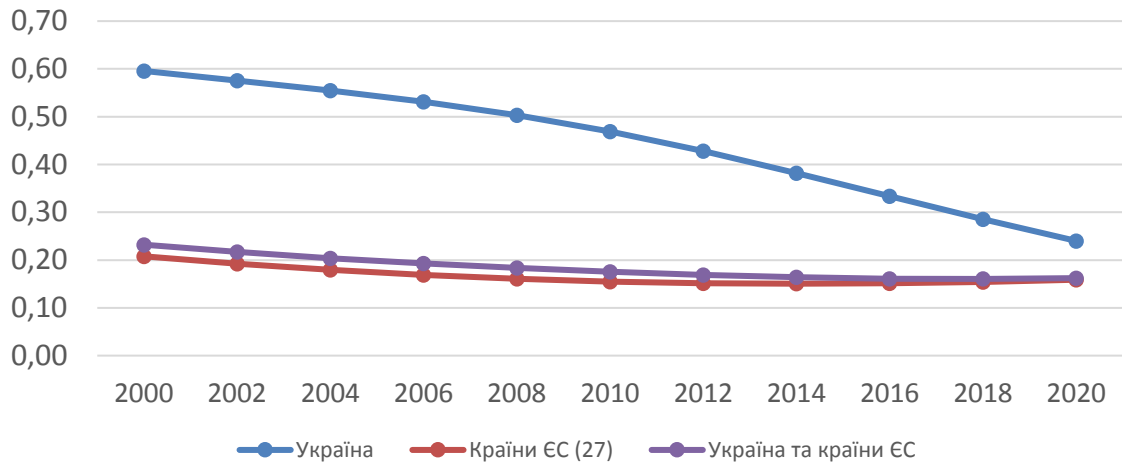


Рисунок 2.10 – Візуалізація оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за часткою витрат домогосподарства на оплату житла та комунальних послуг. Джерело: [23]

Таблиця 2.9 – Результати розрахунку оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикатора енергетичної ефективності енергетичної складової – споживання первинної енергії. Джерело: [23]

Рік	Споживання первинної енергії		
	Україна	країни ЄС	Україна та ЄС
2000	1,7595	1,3869	1,4005
2002	1,7244	1,3764	1,3890
2004	1,6882	1,3667	1,3781
2006	1,6499	1,3577	1,3679
2008	1,6086	1,3494	1,3583
2010	1,5631	1,3418	1,3492
2012	1,5123	1,3348	1,3405
2014	1,4551	1,3282	1,3319
2016	1,3914	1,3218	1,3234
2018	1,3215	1,3157	1,3150
2020	1,2450	1,3099	1,3069

Таблиця 2.10 – Результати розрахунку оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикатора енергетичної ефективності енергетичної складової – частка відновлюваної енергії в кінцевому енергоспоживанні Джерело: [23]

Рік	Частка відновлюваної енергії в кінцевому енергоспоживанні		
	Україна	країни ЄС	Україна та ЄС
2000	2,1088	1,1986	1,2404
2002	1,9025	1,0223	1,0642
2004	1,7132	1,1003	1,1263
2006	1,6623	0,8987	0,9349
2008	1,6119	0,7930	0,8341
2010	1,5693	0,7244	0,7686
2012	1,5341	0,6733	0,7199
2014	1,5042	0,6333	0,6817
2016	1,4784	0,6011	0,6509
2018	1,4558	0,5747	0,6257
2020	1,4360	0,5528	0,6048

Таблиця 2.11 – Результати розрахунку оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикатора енергетичної ефективності енергетичної складової – коефіцієнт залежності імпорту енергії від твердих викопних видів палива. Джерело: [23]

Рік	Коефіцієнт залежності імпорту енергії від твердих викопних видів палива		
	Україна	країни ЄС	Україна та ЄС
2000	3,8159	0,7050	0,9903
2002	2,7579	0,7248	0,8767
2004	2,2414	0,7491	0,8451
2006	1,8851	0,7779	0,8402
2008	1,6021	0,8114	0,8504
2010	1,3574	0,8501	0,8719
2012	1,1349	0,8953	0,9041
2014	0,9282	0,9504	0,9491
2016	0,7344	1,0231	1,0139
2018	0,5456	1,1325	1,1167
2020	0,3276	1,3596	1,3365

Для наочного зображення побудуємо графіки за кожною енергетичною складовою, що дасть можливість відзначити конвергентність чи дивергентність

досліджуваних країн-членів Європейського Союзу з Україною (рисунки 2.11–2.13).

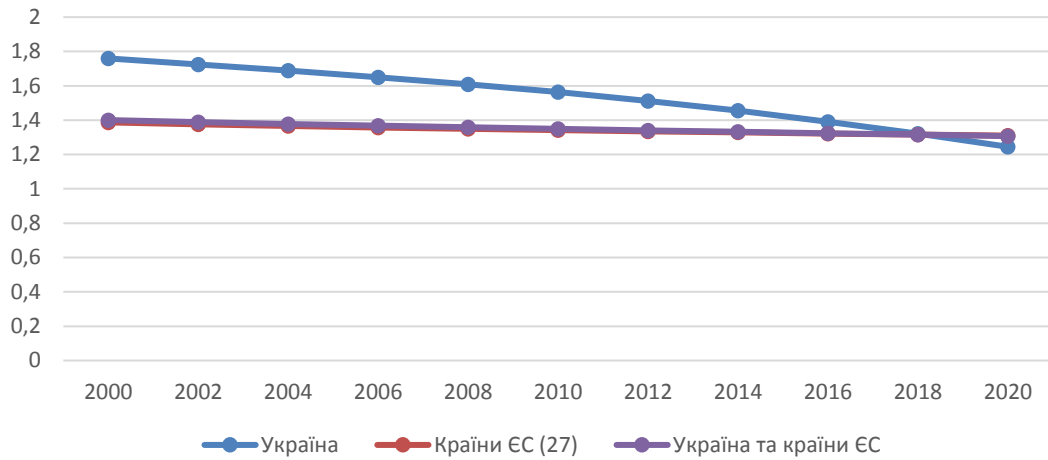


Рисунок 2.11 – Візуалізація оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за споживанням первинної енергії. Джерело: [23]

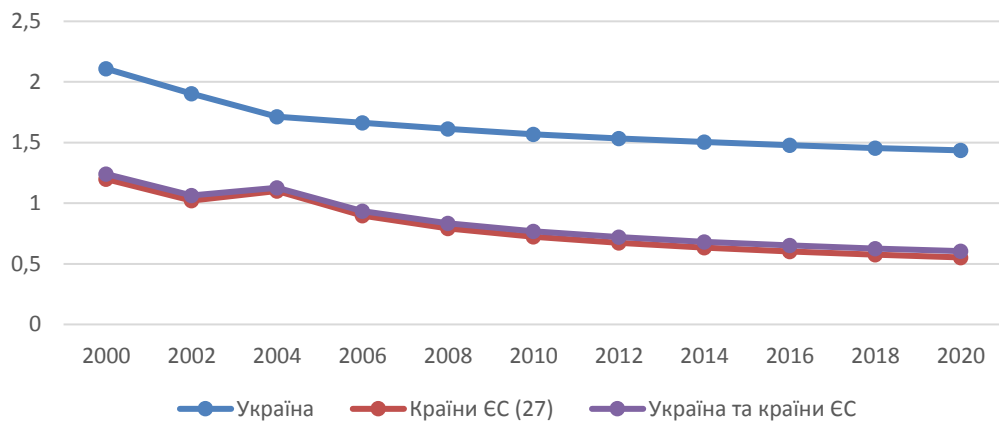


Рисунок 2.12 – Візуалізація оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за часткою відновлюваної енергії в кінцевому споживанні. Джерело: [23]

Ураховавши розрахунки оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за споживанням первинної енергії та часткою відновлюваної енергії в кінцевому споживанні (таблиця 2.10) та побудувавши графіки з одержаними даними (рисунки 2.11–2.12) можна зробити висновок

щодо конвергентної політики України порівняно з країнами Європейського Союзу. Це пов'язано насамперед із продовженням політики декарбонізації Європейського Союзу та нарощуванням питомої ваги відновлюваних джерел енергії в структурі енергетичного сектору України.

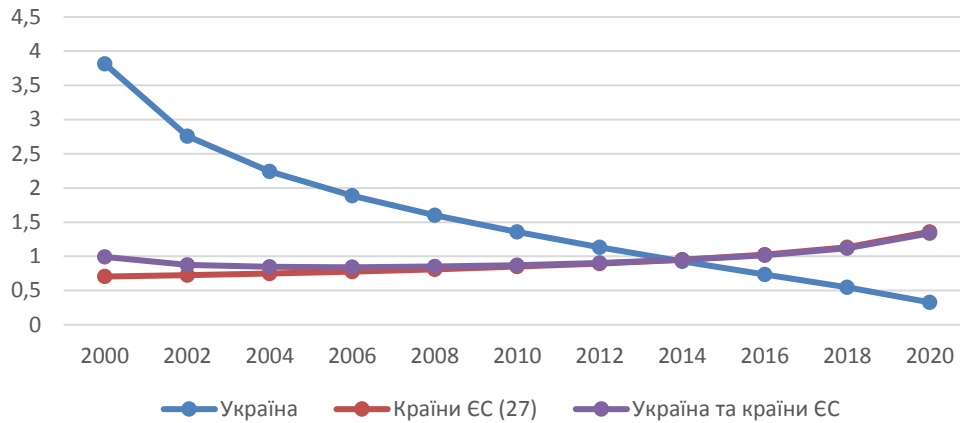


Рисунок 2.13 – Візуалізація оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за коефіцієнтом залежності імпорту енергії від твердих викопних видів палива. Джерело: [23]

За результатами розрахунків оцінювання  $\sigma$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за коефіцієнтом залежності імпорту енергії від твердих викопних видів палива (таблиця 2.11 та рисунок 2.13) можна зробити висновок щодо дивергентної політики України порівняно з країнами Європейського Союзу. Основними причинами такої ситуації на сьогодні є політична ситуація на тимчасово окупованих територіях України, яка вплинула на рівень забезпечення країни власним викопним паливом, а також слабка політика декарбонізації економіки, що не стимулює швидкого розвитку альтернативних джерел енергії в системі енергетичного сектору.

На четвертому етапі провели оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за формулою

$$\ln(\text{DEF}_{i,t}^c / \text{DEF}_{i,t-1}^c) = C + \beta \ln(\text{DEF}_{i,t-1}^c) + \delta F_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (2.4)$$

де  $C$  – константа;

$\varepsilon_{it}$  – статистична помилка;

$F_{it}$  – індикатори впливу на рівень енергетичної ефективності;

$\beta$  – швидкість конвергенції.

Розрахунок значення абсолютної  $\beta$ -конвергенції (таблиці 2.12-2.33), що дозволив виявити низку індикаторів, які формують вплив на рівень енергетичної ефективності й взаємозв'язки між швидкістю зміни індикаторів та їх початковими значеннями за всім масивом інформації за країнами, є найбільш статистично значущим.

Межі розподілу за  $\beta$ -конвергенцією такі:

$\beta > 0$  – дивергентні процеси;

$\beta \leq 0$  – конвергентні процеси.

Таблиця 2.12 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за обсягом викидів  $CO_2$  (COE) для України та країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.009731766	4	.002432941			
Residual	.023679736	555	.000042666			
Total	.033411501	559	.00005977			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
COE	.0067444	.0008814	7.65	0.000	.0050132	.0084756
F1	-1.56e-07	3.15e-08	-4.96	0.000	-2.18e-07	-9.45e-08
F2	3.44e-06	5.28e-06	0.65	0.514	-6.92e-06	.0000138
F3	-.0004557	.0000595	-7.66	0.000	-.0005726	-.0003389
_cons	1.020593	.004708	216.78	0.000	1.011345	1.029841

*Примітка:* COE – обсяг викидів  $CO_2$ ; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації.

Результати розрахунків (таблиці 2.12–2.13) дозволили відзначити, що Україна має власний вектор розвитку у сфері зниження рівня обсягів  $CO_2$  на відміну від країн-членів Європейського Союзу. Водночас значення ВВП на душу населення та індекс глобалізації мають високу статистичну значущість і вплив на політику країн щодо зниження обсягів викидів  $CO_2$ .

Таблиця 2.13 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за обсягом викидів CO<sub>2</sub> для країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.010612914	4	.002653228			
Residual	.022621998	535	.000042284			
Total	.033234912	539	.00006166			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
COE	.0072551	.0008841	8.21	0.000	.0055183	.0089918
F <sub>1</sub>	-1.85e-07	3.20e-08	-5.78	0.000	-2.48e-07	-1.22e-07
F <sub>2</sub>	5.21e-06	5.27e-06	0.99	0.324	-5.15e-06	.0000156
F <sub>3</sub>	-.0005008	.0000608	-8.23	0.000	-.0006203	-.0003813
_cons	1.024217	.0048	213.38	0.000	1.014788	1.033646

Примітка: COE – обсяг викидів CO<sub>2</sub>; F<sub>1</sub> – ВВП на душу населення; F<sub>2</sub> – індекс відкритості торгівлі; F<sub>3</sub> – індекс глобалізації

Таблиця 2.14 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за концентрацією озону для України та країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.000128296	4	.000032074			
Residual	.000326649	555	5.8856e-07			
Total	.000454946	559	8.1386e-07			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
OCN	-.0000515	.0002505	-8.21	0.007	-.0005436	.0004406
F <sub>1</sub>	5.54e-09	3.33e-09	1.66	0.097	-1.01e-09	1.21e-08
F <sub>2</sub>	1.71e-06	6.21e-07	2.76	0.006	-4.94e-07	2.93e-06
F <sub>3</sub>	.0000597	7.15e-06	8.35	0.000	-.0000456	.0000737
_cons	.9944095	.0012558	791.87	0.000	.9919428	.9968761

Примітка: OCN – концентрація озону; F<sub>1</sub> – ВВП на душу населення; F<sub>2</sub> – індекс відкритості торгівлі; F<sub>3</sub> – індекс глобалізації

Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за концентрацією озону свідчать про спільний (конвергентний) напрям розвитку.

Необхідно відзначити високу статистичну значущість одержаних результатів.

Таблиця 2.15 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за концентрацією озону для країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.000128385	4	.000032096			
Residual	.00032214	535	6.0213e-07			
Total	.000450525	539	8.3585e-07			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
OCN	.0000271	.0002554	7.11	0.005	-.0004747	.0005289
F1	6.17e-09	3.43e-09	1.80	0.072	-5.62e-10	1.29e-08
F2	1.66e-06	6.30e-07	2.64	0.009	4.26e-07	2.90e-06
F3	.0000645	7.46e-06	8.65	0.000	.0000499	.0000792
_cons	.9936664	.0012996	764.59	0.000	.9911135	.9962194

*Примітка: OCN – концентрація озону; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації*

Таблиця 2.16 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за обсягом утворених відходів для України та країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.00243715	4	.000609288			
Residual	.03287184	555	.000059229			
Total	.03530899	559	.000063165			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
VGW	-.0009668	.0002807	-3.44	0.001	-.0015182	-.0004154
F1	9.66e-08	3.38e-08	2.85	0.004	3.01e-08	1.63e-07
F2	-.0000284	7.38e-06	-3.84	0.000	-.0000428	-.0000139
F3	-.0002588	.0000746	-3.47	0.001	-.0004054	-.0001123
_cons	1.031387	.0053609	192.39	0.000	1.020857	1.041917

*Примітка: VGW – обсяг утворених відходів; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації*

Відповідно до результатів дослідження (таблиці 2.16–2.17) в Україні простежується конвергентний процес порівняно з країнами Європейського Союзу в напрямі зменшення обсягів відходів та реформування переробної промисловості як один із шляхів підвищення енергетичної ефективності.

Результати розрахунків (таблиці 2.17–2.18) дозволили відзначити, що Україна має конвергентний вектор розвитку з країнами Європейського Союзу. Водночас між країнами-членами Європейського Союзу (таблиця 2.18) існують



країни з дивергентними напрямками розвитку у сфері утворення відходів та поводження з ними.

Таблиця 2.17 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за обсягом утворених відходів для країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.000902791	4	.000225698			
Residual	.008053153	535	.000015053			
Total	.008955944	539	.000016616			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf. Interval]	
VGW	-.0004391	.0001422	-3.09	0.002	-.0007184	-.0001598
F1	1.14e-07	1.73e-08	6.60	0.000	8.02e-08	1.48e-07
F2	-.0000243	3.73e-06	-6.52	0.000	-.0000316	-.000017
F3	-.0000422	.0000384	-1.10	0.272	-.0001175	.0000332
_cons	1.006575	.0028072	358.57	0.000	1.00106	1.012089

Примітка: VGW – обсяг утворених відходів; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації

Таблиця 2.18 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за обсягом середньої мінімальної заробітної плати для України та країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.996343431	4	.249085858			
Residual	5.64933417	555	.01017898			
Total	6.6456776	559	.011888511			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf. Interval]	
AWS	-.0748172	.0076215	9.82	0.000	.0598467	.0897877
F1	-3.10e-06	5.12e-07	-6.04	0.000	-4.10e-06	-2.09e-06
F2	.0002316	.0000832	2.78	0.006	.0000682	.0003949
F3	-.0044312	.0010716	-4.14	0.000	-.006536	-.0023264
_cons	.9693954	.0688779	14.07	0.000	.8341022	1.104689

Примітка: AWS – середня мінімальна заробітна плата; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації

Таблиця 2.19 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за обсягом середньої мінімальної заробітної плати для країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	1.1069509	4	.276737726			
Residual	5.5173007	535	.010312712			
Total	6.6242516	539	.012289892			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
AWS	.0804651	.0078424	10.26	0.000	.0650593	.0958708
F1	-3.16e-06	5.20e-07	-6.09	0.000	-4.19e-06	-2.14e-06
F2	.0002314	.0000839	2.76	0.006	.0000666	.0003961
F3	-.0041382	.001089	-3.80	0.000	-.0062774	-.001999
_cons	.9098457	.0717053	12.69	0.000	.7689873	1.050704

*Примітка: AWS – середня мінімальна заробітна плата; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації*

Таблиця 2.20 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за обсягом витрат на охорону навколишнього середовища для України та країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.1770747	4	.044268675			
Residual	.881726316	555	.001588696			
Total	1.05880102	559	.001894098			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
CCE	.0106225	.0010957	9.69	0.000	.0084703	.0127747
F1	6.48e-08	1.84e-07	0.35	0.724	-2.96e-07	4.25e-07
F2	.0001565	.0000374	4.18	0.000	.0000829	.00023
F3	-.0027164	.0004119	-6.59	0.000	-.0035256	-.0019073
_cons	1.121985	.0282594	39.70	0.000	1.066477	1.177494

*Примітка: CCE – витрати на охорону навколишнього середовища; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації*

Таблиця 2.21 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за обсягом витрат на охорону навколишнього середовища для країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.057877247	4	.014469312			
Residual	.807563057	535	.001509464			
Total	6.6242516	539	.001605641			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
CCE	.0058254	.0013096	4.45	0.000	.0032528	.008398
F1	1.58e-07	1.80e-07	0.88	0.379	-1.95e-07	5.11e-07
F2	.0000877	.000038	2.31	0.021	.0000131	.0001623
F3	-.0023974	.0004166	-5.75	0.000	-.0032158	-.001579
_cons	1.137969	.0281213	40.47	0.000	1.082727	1.193211

Примітки: CCE – витрати на охорону навколишнього середовища; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації

Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції (таблиці 2.20-2.21) індикаторів енергетичної ефективності за обсягом витрат на охорону навколишнього середовища дозволили виявити дивергентний вектор України порівняно з політикою Європейського Союзу, що підтверджується високими показниками статистичної значущості.

Таблиця 2.22 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за вартістю електроенергії для України та країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.03459701	4	.008649252			
Residual	.035444174	555	.000063863			
Total	.070041183	559	.000125297			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
CEL	.0192067	.000854	22.49	0.000	.0175293	.0208841
F1	-3.06e-07	3.50e-08	-8.73	0.000	-3.74e-07	-2.37e-07
F2	.0000234	6.46e-06	3.63	0.000	.0000108	.0000361
F3	-.0001273	.0000753	-1.69	0.091	-.0002751	-.0000206
_cons	1.055486	.0065715	160.62	0.000	1.042578	1.068394

Примітка: CEL – вартість електроенергії; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації

Відповідно до результатів дослідження (таблиці 2.22–2.23) в Україні простежуються дивергентні процеси порівняно з країнами Європейського Союзу в напрямі формування вартості електроенергії.

Таблиця 2.23 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за вартістю електроенергії для країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.038918165	4	.009729541			
Residual	.030193822	535	.000056437			
Total	.069111987	539	.000128223			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
CEL	.0242908	.0009609	25.28	0.000	.0224032	.0261784
F1	-2.85e-07	3.33e-08	-8.57	0.000	-3.50e-07	-2.20e-07
F2	.0000194	6.10e-06	3.18	0.002	7.44e-06	.0000314
F3	-.0000977	.0000716	-1.36	0.173	-.0002384	.0000431
_cons	1.063841	.0062934	169.04	0.000	1.051478	1.076204

*Примітка: CEL – вартість електроенергії; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації*

Таблиця 2.24 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за вартістю газу для України та країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	2.41280391	4	.603200977			
Residual	526.257514	555	.948211737			
Total	528.670318	559	.945742966			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
CNG	.1097298	.084919	-1.29	0.097	-.2765318	.0570722
F1	-6.07e-07	4.34e-06	-0.14	0.889	-9.14e-06	7.92e-06
F2	.0004302	.0008171	0.53	0.599	-.0011748	.0020353
F3	.0027709	.0089511	0.31	0.757	-.0148112	.020353
_cons	.6249362	.6884419	0.91	0.364	-.7273342	1.977207

*Примітка: CNG – вартість газу; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації*

Таблиця 2.25 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за вартістю газу для країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	2.65438385	4	.663595963			
Residual	526.01543	535	.983206411			
Total	528.669814	539	.980834534			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
CNG	-.1230202	.0905341	-1.36	0.175	-.3008661	.0548256
F1	-7.28e-07	4.47e-06	-0.16	0.871	-9.51e-06	8.05e-06
F2	.0004201	.0008339	0.50	0.615	-.001218	.0020582
F3	.0020991	.0093136	0.23	0.822	-.0161965	.0203948
_cons	.6772499	.7151778	0.95	0.344	-.7276511	2.082151

Примітка: CNG – вартість газу; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації

Таблиця 2.26 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за часткою витрат домогосподарства на житло та комунальні послуги для України і країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.002859451	4	.000714863			
Residual	.006402477	555	.000011536			
Total	.009261928	559	.000016569			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
SHE	-.0074535	.0008075	-9.23	0.000	-.0090397	-.0058673
F1	7.30e-08	1.48e-08	4.92	0.000	4.39e-08	1.02e-07
F2	-.0000267	2.79e-06	-9.58	0.000	-.0000322	-.0000213
F3	-.0001438	.0000322	-4.47	0.000	-.0002071	-.0000806
_cons	1.036132	.0027814	372.52	0.000	1.030668	1.041595

Примітка: SHE – частка витрат домогосподарства на житло та комунальні послуги; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації

За результатами розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за вартістю газу було виявлено різновекторність (дивергентність) політик України та країн Європейського Союзу.

Таблиця 2.27 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за часткою витрат домогосподарства на житло та комунальні послуги для країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.002229198	4	.0005573			
Residual	.005851853	535	.000010938			
Total	.008081051	539	.000014993			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
SHE	-.0055212	.0008675	-6.36	0.000	-.0072253	-.0038171
F1	9.58e-08	1.48e-08	6.48	0.000	6.68e-08	1.25e-07
F2	-.0000296	2.75e-06	-10.76	0.000	-.000035	-.0000242
F3	-.0001523	.0000317	-4.80	0.000	-.0002146	-.0000899
_cons	1.030755	.0030102	342.42	0.000	1.024842	1.036668

Примітка: SHE – частка витрат домогосподарства на житло та комунальні послуги; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації

Відповідно до результатів розрахунку сформовано висновки щодо спільної політики України та Європейського Союзу в напрямі зменшення питомої ваги витрат на оплату житла та комунальних послуг шляхом ефективної енергетичної політики.

Таблиця 2.28 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за обсягом споживання первинної енергії для України та країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.000675843	4	.000168961			
Residual	.002899568	555	5.2244e-06			
Total	.00357541	559	6.3961e-06			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
PEC	-.0002893	.0000964	-3.00	0.003	-.0004787	-.0000999
F1	-1.05e-08	9.95e-09	-1.06	0.290	-3.01e-08	9.01e-09
F2	.000013	2.23e-06	5.83	0.000	8.60e-06	.0000173
F3	-.0000272	.0000219	-1.25	0.214	-.0000702	.0000157
_cons	1.002006	.0015641	640.61	0.000	.9989337	1.005078

Примітка: PEC – обсяг споживання первинної енергії; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації

Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності (таблиці 2.28–2.29) свідчать про конвергентні

тенденції щодо споживання первинної енергії як в Україні, так і країнах Європейського Союзу.

Таблиця 2.29 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за обсягом споживання первинної енергії для країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.000750454	4	.000187614			
Residual	.002536363	535	4.7409e-06			
Total	.003286818	539	6.0980e-06			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf. Interval]	
PEC	.0000897	.000104	0.86	0.389	-.0001146	.0002030
F1	-2.78e-08	9.70e-09	-2.87	0.004	-4.69e-08	-8.77e-09
F2	.0000192	2.25e-06	8.51	0.000	.0000147	.0000236
F3	-.0000765	.0000224	-3.42	0.001	-.0001204	-.0000325
_cons	1.003823	.0015379	652.71	0.000	1.000802	1.006845

Примітки: PEC – обсяг споживання первинної енергії; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації

Таблиця 2.30 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за часткою відновлюваної енергії в кінцевому споживанні для України та країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	1.59166033	4	.397915083			
Residual	47.5015849	555	.085588441			
Total	49.0932453	559	.087823337			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf. Interval]	
REC	-.0040503	.0011173	-3.62	0.000	-.0062451	-.0018556
F1	-8.61e-07	1.27e-06	-0.68	0.499	-3.36e-06	1.64e-06
F2	.0002792	.000244	1.14	0.253	-.0002002	.0007585
F3	.0015166	.0027075	0.56	0.576	-.0038016	.0068347
_cons	1.014929	.1998945	5.08	0.000	.6222868	1.407571

Примітка: REC – частка відновлюваної енергії в кінцевому споживанні; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації

Ураховуючи результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за часткою відновлюваної енергії в кінцевому споживанні була виявлена конвергентна політика між Україною та Європейським Союзом.

Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за коефіцієнтом імпортозалежності від викопного палива виявили дивергентні напрями між енергетичною політикою України та країнами Європейського Союзу.

Таблиця 2.31 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за часткою відновлюваної енергії в кінцевому споживанні для країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	1.6030874	4	.400771851			
Residual	47.4052806	535	.088608001			
Total	49.008368	539	.090924616			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf. Interval]	
REC	-.0041818	.0011596	-3.61	0.000	-.0064597	-.0019039
F1	-1.07e-06	1.32e-06	-0.81	0.417	-3.66e-06	1.52e-06
F2	.0002878	.0002486	1.16	0.247	-.0002005	.0007762
F3	.0017635	.0028193	0.63	0.532	-.0037747	.0073017
_cons	1.004169	.2102813	4.78	0.000	.591091	1.417247

Примітка: REC – частка відновлюваної енергії в кінцевому споживанні; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації

Таблиця 2.32 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за коефіцієнтом імпортозалежності від викопного палива для України та країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.121677283	4	.030419321			
Residual	83.9350044	555	.151234242			
Total	84.0566817	559	.150369735			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf. Interval]	
SEI	.0001926	.0005106	0.38	0.706	-.0008103	.0011956
F1	-9.58e-07	1.77e-06	-0.54	0.589	-4.44e-06	2.52e-06
F2	.0002556	.0003142	0.81	0.416	-.0003615	.0008728
F3	.0008748	.0035393	0.25	0.805	-.0060772	.0078269
_cons	.9126916	.2654036	3.44	0.001	.3913733	1.43401

Примітка: SEI – коефіцієнт імпортозалежності від викопного палива; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації



Таблиця 2.33 – Результати розрахунку оцінювання  $\beta$ -конвергенції індикаторів енергетичної ефективності за коефіцієнтом імпортозалежності від викопного палива для країн-членів Європейського Союзу. Джерело: [23]

Source	SS	df	MS			
Model	.447766907	4	.111941727			
Residual	62.807383	535	.117396978			
Total	63.25515	539	.117356493			
Y	Coef.	Std. Err.	t	P >  t	[95 % Conf.	Interval]
SEI	-.0006947	.000458	-1.52	0.130	-.0015944	.000205
F1	-2.73e-07	1.58e-06	-0.17	0.863	-3.37e-06	2.83e-06
F2	.0002183	.0002778	0.79	0.432	-.0003275	.000764
F3	.0034231	.0032054	1.07	0.286	-.0028737	.0097198
_cons	.7628901	.2428605	3.14	0.002	.285813	1.239967

*Примітка: SEI – коефіцієнт імпортозалежності від викопного палива; F1 – ВВП на душу населення; F2 – індекс відкритості торгівлі; F3 – індекс глобалізації*

Таким чином, під час розрахунку  $\sigma$ - та  $\beta$ -конвергенції було зроблено висновок, що індикатори енергетичної ефективності національної економіки відповідно до концепцій  $\sigma$ - і  $\beta$ -конвергенції необхідно поділити на дивергентні й конвергентні щодо політики Європейського Союзу.

Оскільки політика України спрямована на євроінтеграційний процес та підтримку Європейської зеленої угоди (Green Deal Policy), то необхідним є визначення основних напрямів, за якими Україна має різновекторність політик розвитку. Зокрема, до конвергентних індикаторів енергетичної ефективності національної економіки віднесено самі ті показники, які прямо корелюють із показниками країн Європейського Союзу, а до дивергентних, – ті, які відповідно до розрахунків необхідно вдосконалювати або змінювати політику їх функціонування для узгодженості з вимогами міжнародних стандартів [23].

Дивергентні:

- коефіцієнт залежності імпорту енергії від твердих викопних видів палива (енергетичні);
- обсяг викидів CO<sub>2</sub> на душу населення (екологічні);
- середня мінімальна заробітна плата (економічні);
- поточні витрати на охорону навколишнього середовища (економічні);
- вартість електроенергії (економічні);

- вартість природного газу (економічні).

Конвергентні:

- концентрація озону (екологічні);

- обсяг утворених відходів (екологічні);

- частка витрат домогосподарств на оплату житла та комунальних послуг (економічні);

- споживання первинної енергії (енергетичні);

- частка відновлюваної енергії в кінцевому споживанні енергії (енергетичні).

### **3. ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПИСУ ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВИХ СОЦІО-ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНИХ ВЗАЄМОЗАЛЕЖНОСТЕЙ ПРИ ПРИЙНЯТТІ РАЦІОНАЛЬНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ**

Результати дослідження засвідчили, що ефективність функціонування енергетичного сектору національної економіки, а, отже, й можливість підвищення її енергетичної ефективності безпосередньо залежить від ефективності державного урядування щодо забезпечення економічної та політичної стабільності в країні, підвищення інвестиційного клімату, поширення інноваційних енергоефективних технологій. Необхідно відзначити, що дії уряду щодо підвищення рівня енергетичної ефективності національної економіки повинні формуватися з урахуванням виявлених таких аспектів:

- розроблення ефективної програми субсидювання всіх верств населення, орієнтованою на енергоощадне використання житлово-комунальних послуг – це дозволить збільшити зацікавленість населення ощадно використовувати власні енергетичні ресурси;
- популяризація та підтримання серед домогосподарств об'єднань в ОСББ для подальшого контролю, термомодифікації та можливості енергозбереження власних будівель;
- стимулювання державою за рахунок зеленого інвестування підприємств, які впроваджують відновлювані джерела енергії, енергоощадні та інноваційні технології на виробництві, що дасть можливість знизити енергоємність ВВП країни та посилити конкурентні позиції на міжнародному ринку;
- заміщення традиційних джерел енергії (викопне паливо, газ) на відновлювані (сонячна, вітрова, гідро- та біоенергетика), цей процес дозволить у майбутньому стати енергетично-незалежною державою;
- підтримання державою підприємств із перероблення вторинної сировини та впровадження у власному виробництві замкнених циклів;

– масове впровадження в секторі пасажирських перевезень комунальних електрокарів та перехід до екологічних видів вантажообігу (річковий, повітряний, морський).

Аналіз досвіду країн Європейського Союзу засвідчив, що ефективне державне урядування сприяє підвищенню енергетичної ефективності національної економіки.

Емпіричні розрахунки підтверджують доцільність визначення ключових детермінант впливу на індекс енергетичної ефективності національної економіки. Праці Ю. Білана, Т. Васильєвої, Т. Пімоненко, О. Люльова та інших [10, 12] присвячені пошуку інституціональних, соціальних та економічних детермінантів, що впливають на рівень макроекономічної стабільності країни з допомогою загальних моделей функціонального зв'язку. Авторами доведена основна гіпотеза, що соціальний прогрес є одним із важливих факторів впливу на рівень макроекономічної стабільності.

Актуальними для вивчення в процесі аналізу інституціональних детермінант впливу на рівень енергетичної ефективності є дослідження Гончарука Анатолія Григоровича [38, 39, 40, 41], в яких проведений бенчмаркінг галузі розподілу природного газу в Україні та Італії, запропоновані основні таргети реформування газової галузі України, досліджено вплив цін енергоносіїв на рівень інвестиційної привабливості країни та визначено критичні межі цін на природний газ для металургійної та хімічної промисловостей.

З одного боку, неефективне державне урядування провокує сповільнення трансформаційних процесів переходу до вуглецево-нейтральної моделі розвитку національної економіки (де зростання енергетичної ефективності є ключовим таргетом), а з іншого – підвищення ефективності державного урядування сприяє зростанню рівня економічного розвитку країни, її відкритості й залучення до світових глобалізаційних процесів, що є каталізатором дифузії зелених інновацій та інвестицій в енергетичний сектор національної економіки.

З метою перевірки цієї гіпотези в роботі запропоновано методичний інструментарій оцінювання впливу рівня ефективності державного урядування на дивергентний субіндекс енергетичної ефективності національної економіки.

Як індикатори ефективності державного урядування обрано розроблені експертами Світового банку субіндекси:

- урахування думки населення під час формування політичних інститутів і підзвітність державних органів (VA);
- політичну стабільність та ймовірність неконституційної політичної дестабілізації (PS);
- ефективність урядування (GEF);
- верховенство права (RUL);
- контролювання корупції (CC);
- здатність уряду відкрито реалізовувати політики та регуляторні заходи (REQ).

Використання інструментарію кореляційно-регресійного аналізу для України за 2000–2020 рр. дозволило емпірично обґрунтувати статистично значущий вплив на дивергентний субіндекс енергетичної ефективності національної економіки таких індикаторів: верховенства права, здатності уряду відкрито реалізовувати політики та регуляторні заходи, контролювання корупції (таблиця 3.1).

Логічним продовженням дослідження є визначення сили впливу обсягів зелених інвестицій та інновацій в енергетичний сектор на дивергентний субіндекс енергетичної ефективності національної економіки з урахуванням рівня ефективності державного урядування. Для цього розроблено двоетапний підхід:

1) на першому етапі сформовано вихідний масив даних (джерела: аналітичні бази даних Світового банку, Eurostat та агенції Bloomberg), який із використанням інструментарію статистичного аналізу перевірено на мультиколінеарність (коефіцієнт кореляції Пірсона) і нормальність розподілу (графічний квантильний метод порівняння двох розподілів ймовірностей);

Таблиця 3.1 – Результати дослідження впливу ефективності державного урядування на дивергентний субіндекс енергетичної ефективності національної економіки. Джерело: розраховано автором.

Індикатор	Коефіцієнт		SE	t-stat	P-value	R <sup>2</sup>	Corel	Сила зв'язку	Адекватність моделі	Напрямок впливу
RUL	$\alpha_0$	-1,747	0,401	-4,351	0,00	0,45	0,673	Помітна	Адекватна	Позитивний
	$\beta_j$	1,796	0,698	2,574	0,03					
GEF	$\alpha_0$	-0,868	0,081	-10,74	0,00	0,32	0,565	Помітна	Адекватна	Позитивний
	$\beta_j$	0,327	0,169	1,939	0,09					
VA	$\alpha_0$	-0,705	0,019	-36,43	0,00	0,15	0,391	Помірна	Неадекватна	Позитивний
	$\beta_j$	0,014	0,011	1,201	0,26					
PS	$\alpha_0$	-0,712	0,018	-39,07	0,00	0,13	-0,37	Помірна	Неадекватна	Негативний
	$\beta_j$	-0,012	0,011	-1,111	0,29					
REQ	$\alpha_0$	-0,902	0,054	-16,72	0,00	0,61	0,783	Висока	Адекватна	Позитивний
	$\beta_j$	0,459	0,129	3,566	0,01					
CC	$\alpha_0$	-1,334	0,084	-15,97	0,00	0,87	0,935	Дуже висока	Адекватна	Позитивний
	$\beta_j$	0,912	0,122	7,444	0,00					

Примітка: R<sup>2</sup> – коефіцієнт детермінації; Corel – коефіцієнт кореляції; P-value – статистична значущість коефіцієнта; SE – стандартна похибка регресії; t-stat – t-статистика

2) на другому етапі побудовано квантильну регресійну OLS-модель, що дозволяє врахувати гетерогенність досліджуваних факторів. Практичну апробацію цього підходу здійснено з використанням програмного забезпечення EViews10 для країн Європейського Союзу та України за 2000–2020 рр.

$$Q_{k^d_{i,t}}(\tau) = \alpha_{1,\tau}EP_{i,t-1} + \alpha_{2,\tau}GI_{i,t} + \alpha_{3,\tau}RUL_{i,t} + \alpha_{4,\tau}REQ_{i,t} + \alpha_{5,\tau}CC_{i,t} + \mu_t \quad (3.1)$$

де  $i$  – кількість досліджуваних країн;

$\tau$  – квантиль порядку;

$\alpha_{1,\dots,5}$  – параметри оцінювання;

$\mu_t$  – стандартна похибка.

Систематизація наукових досліджень засвідчила, що в рамках інвестиційно-інноваційних детермінант основним драйвером підвищення енергетичної ефективності національної економіки є зростання обсягу зелених інвестицій та кількості патентів на зелені технології.

У наукових публікаціях [64, 70] проведений детальний аналіз впливу зелених інвестицій на розвиток національної економіки та зниження приросту вуглецю в навколишньому природному середовищі.

Автори [32, 102] надають визначення зелених (екологічних) інвестицій та аналізують тенденції їх залучення до процесу реформування енергетичного сектору. Результати досліджень свідчать про стимулювання національної економіки зеленими інвестиціями та підвищенням рівня енергетичної ефективності країни.

Наукові праці, присвячені дослідженню впливу патентів на екологічні виробни та розвиток зелених інвестицій [21, 49] свідчать про те, що інвестиції в екологічні проекти скорочують коротко- та довгострокові обсяги викидів вуглецю, водночас видобування природних ресурсів, розвиток фінансового сектору та енергетичні інвестиції збільшують викиди вуглецю як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі.

Параметрами ефективності державного регулювання було обрано індикатори: верховенство права, здатність уряду відкрито реалізовувати політику та регуляторні заходи і контролювання корупції, оскільки їх вплив на підвищення дивергентного субіндексу енергетичної ефективності для України є найбільш статистично значущим.

Для дослідження впливу інституціональних та інвестиційно-інноваційних детермінант на дивергентний субіндекс енергетичної ефективності національної економіки було сформовано вхідний масив статистичних даних дослідження:

$$k^d = f(EP, GI, RUL, REQ, CC), \quad (3.2)$$

де  $k^d$  – дивергентний субіндекс енергетичної ефективності національної економіки;

RUL – верховенство права;

REQ – здатність уряду відкрито реалізовувати політики та регуляторні заходи;

CC – контролювання корупції;

GI – обсяг залучених зелених інвестицій до енергетичного сектору національної економіки;

EP – кількість патентів на зелені технології.

Відповідно проведено кореляційний аналіз на перевірку мультиколінеарності досліджуваних детермінант (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Результати перевірки на мультиколінеарність інституціональних та інвестиційно-інноваційних детермінант на дивергентний субіндекс енергетичної ефективності національної економіки. Джерело: розраховано автором

	RUL	REQ	CC	EP	GI
RUL	1	–	–	–	–
REQ	0,930	1	–	–	–
CC	0,959	0,902	1	–	–
EP	0,011	0,089	0,057	1	–
GI	0,069	0,096	0,095	–0,088	1

Відповідно виявлено мультиколінеарність між трьома індикаторами ефективності державного урядування (RUL, REQ, CC), для усунення мультиколінеарності або її мінімізації необхідно формувати не лише повну модель (усі індикатори враховані одночасно), а й її окремі конфігурації (попарне врахування індикаторів ефективності державного урядування).

Для цього насамперед необхідно перевірити індикатори на нормальність розподілу за допомогою моделі Q-Q plot, що дозволить виявити майбутню



модель оцінювання впливу інституціональних та інвестиційно-інноваційних детермінант на дивергентний субіндекс енергетичної ефективності національної економіки.

З рисунка 3.14 можемо зробити висновок, що розрахований дивергентний субіндекс енергетичної ефективності національної економіки не відповідає нормальному розподілу, а тому може використовуватися в розрахунку панельної квантильної регресії для побудови моделі дослідження.

Розрахунки засвідчили, що індикатор верховенства права не відповідає нормальному розподілу, а тому може використовуватися під час розрахунку панельної квантильної регресії для побудови моделі дослідження.

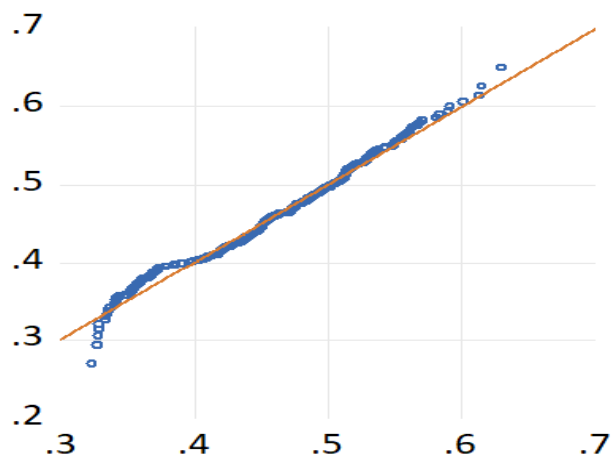


Рисунок 3.1 – Результати нормального розподілу дивергентного субіндексу енергетичної ефективності національної економіки. Джерело: побудовано автором.

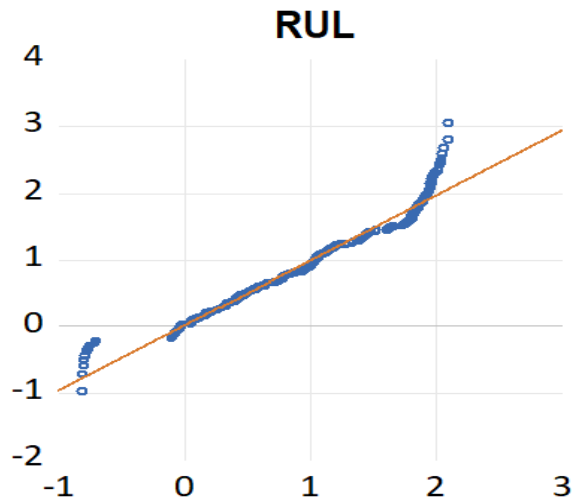


Рисунок 3.2 – Результати нормального розподілу дивергентного субіндексу енергетичної ефективності національної економіки. Джерело: побудовано автором.

Результати засвідчили (рисунок 3.2), що індикатор кількості патентів на екологічні технології не відповідає нормальному розподілу, а тому може використовуватися під час розрахунку панельної квантильної регресії для побудови моделі дослідження.

Відповідно з рисунку 3.3 можемо помітити, що індикатор здатності уряду відкрито реалізовувати політику та регуляторні заходи не відповідає нормальному розподілу, а тому може використовуватися під час розрахунку панельної квантильної регресії для побудови моделі дослідження.

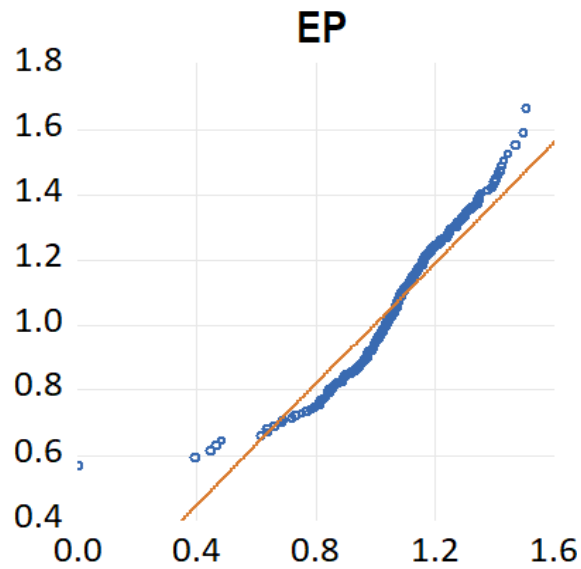


Рисунок 3.3 – Результати нормального розподілу дивергентного субіндексу енергетичної ефективності національної економіки. Джерело: побудовано автором.

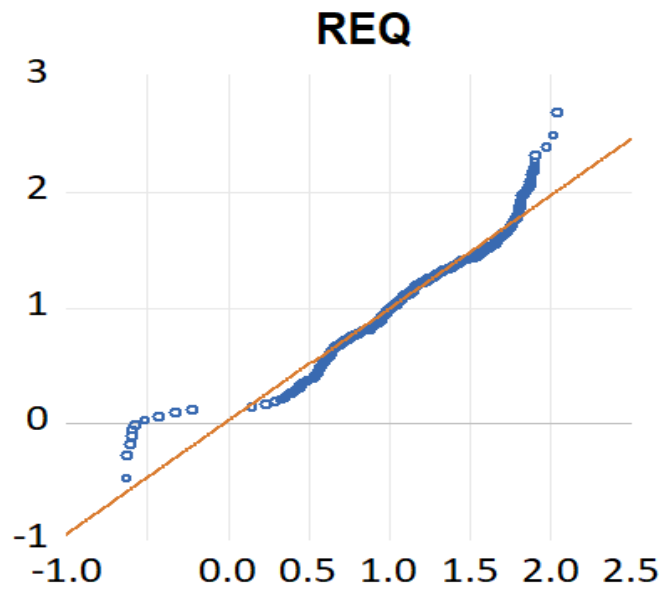


Рисунок 3.4 – Результати нормального розподілу дивергентного субіндексу енергетичної ефективності національної економіки. Джерело: побудовано автором.

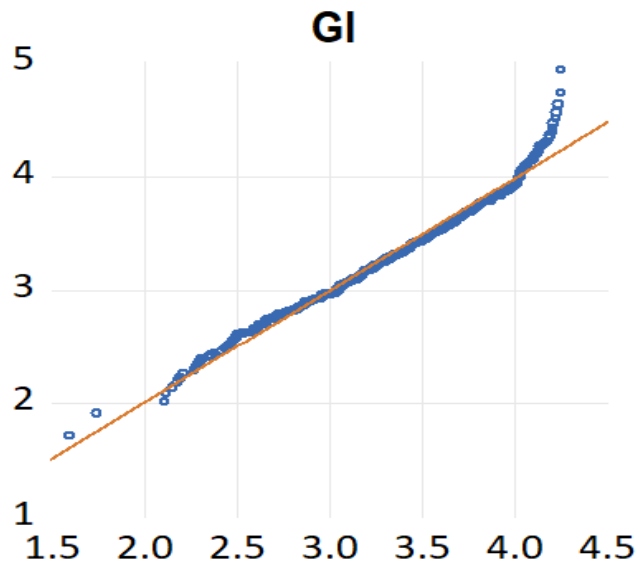


Рисунок 3.5 – Результати нормального розподілу дивергентного субіндексу енергетичної ефективності національної економіки. Джерело: побудовано автором.

Розрахунки засвідчили, що індикатор зелених інвестицій не відповідає нормальному розподілу, а тому може використовуватися під час розрахунку панельної квантильної регресії для побудови моделі дослідження (рисунок 3.5).

Відповідно з рисунка 3.6 можемо помітити, що індикатор контролю корупції не відповідає нормальному розподілу, а тому може використовуватися під час розрахунку панельної квантильної регресії для побудови моделі дослідження.

Тобто всі шість змінних ( $k^d$ , RUL, REQ, CC, GI, EP) не відповідають нормальному розподілу, оскільки діаграми розсіювання кожного графіка відхилені від діагональних ліній (позначені червоним кольором), що обумовлює необхідність використання панельної квантильної регресії для побудови моделі дослідження.

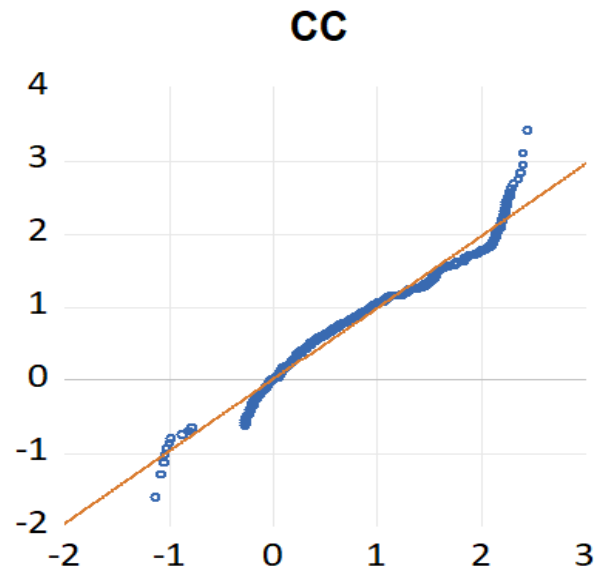


Рисунок 3.6 – Результати нормального розподілу дивергентного субіндексу енергетичної ефективності національної економіки. Джерело: побудовано автором.

Другим етапом дослідження впливу інституціональних та інвестиційно-інноваційних детермінант на дивергентний субіндекс енергетичної ефективності національної економіки – побудова повної квантильної OLS-моделі.

$$Q_{k^d_{i,t}}(\tau) = \alpha_{1,\tau}EP_{i,t-1} + \alpha_{2,\tau}GI_{i,t} + \alpha_{3,\tau}RUL_{i,t} + \alpha_{4,\tau}REQ_{i,t} + \alpha_{5,\tau}CC_{i,t} + \mu_t, (3.3)$$

де  $i$  – кількість досліджуваних країн;

$\tau$  – квантиль порядку;

$\alpha_{1,..,5}$  – параметри оцінювання;

$\mu_t$  – стандартна похибка.

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку оцінювання впливу інституціональних та інвестиційно-інноваційних детермінант на дивергентний субіндекс енергетичної ефективності національної економіки за першою моделю з урахуванням детермінанти верховенства права. Джерело: розраховано автором.

1	Quantile 2	Coefficient 3	Std. Error 4	t-Statistic 5	Prob. 6
EP	0.100	0.007424	0.001376	5.394608	0.0000
	0.200	0.011794	0.002159	5.461560	0.0000
	0.300	0.016455	0.001376	11.95731	0.0000
	0.400	0.018729	0.001511	12.39342	0.0000
	0.500	0.019042	0.001749	10.89020	0.0000
	0.600	0.022996	0.002421	9.498970	0.0000
	0.700	0.026954	0.003227	8.351712	0.0000
	0.800	0.032835	0.003043	10.78892	0.0000
	0.900	0.039055	0.003272	11.93619	0.0000
GI	0.100	6.82E-06	1.60E-06	4.252613	0.0000
	0.200	8.46E-06	1.61E-06	5.257831	0.0000
	0.300	6.50E-06	1.81E-06	3.596592	0.0004
	0.400	5.40E-06	2.10E-06	2.576126	0.0105
	0.500	8.21E-06	2.69E-06	3.057105	0.0025
	0.600	5.92E-06	3.34E-06	1.775843	0.0769
	0.700	6.66E-06	3.87E-06	1.722890	0.0860
	0.800	4.41E-06	3.91E-06	1.129469	0.2597
	0.900	2.27E-06	4.48E-06	0.505634	0.6135

*Продовження таблиці 3.3*

1	2	3	4	5	6
RUL	0.100	0.161132	0.017397	9.262065	0.0000
	0.200	0.131073	0.020615	6.358195	0.0000
	0.300	0.121003	0.014350	8.432432	0.0000
	0.400	0.126095	0.013927	9.054339	0.0000
	0.500	0.136856	0.013323	10.27226	0.0000
	0.600	0.139016	0.016004	8.686302	0.0000
	0.700	0.125844	0.020278	6.205869	0.0000
	0.800	0.112632	0.017555	6.416055	0.0000
	0.900	0.118490	0.018787	6.306874	0.0000

*Примітка: EP – кількість патентів на зелені технології; GI – обсяг залучених зелених інвестицій до енергетичного сектору національної економіки; RUL – верховенство права*

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку оцінювання впливу інституціональних та інвестиційно-інноваційних детермінант на дивергентний субіндекс енергетичної ефективності національної економіки за другою моделю з урахуванням детермінанти – здатність уряду відкрито реалізовувати політики та регуляторні заходи. Джерело: розраховано автором

1	Quantile 2	Coefficient 3	Std. Error 4	t-Statistic 5	Prob. 6
EP	0.100	0.005565	0.001367	4.071079	0.0001
	0.200	0.008875	0.001737	5.110616	0.0000
	0.300	0.011368	0.001559	7.290217	0.0000
	0.400	0.012380	0.001678	7.377413	0.0000
	0.500	0.012664	0.001872	6.763513	0.0000
	0.600	0.014028	0.002189	6.409098	0.0000
	0.700	0.021713	0.003839	5.655528	0.0000
	0.800	0.030183	0.003349	9.013655	0.0000
	0.900	0.036870	0.002662	13.85140	0.0000
GI	0.100	5.41E-06	1.84E-06	2.936603	0.0036
	0.200	4.45E-06	1.70E-06	2.612761	0.0095
	0.300	8.19E-06	1.81E-06	4.532468	0.0000
	0.400	7.78E-06	1.98E-06	3.918018	0.0001
	0.500	8.64E-06	2.18E-06	3.959227	0.0001
	0.600	7.82E-06	2.41E-06	3.246281	0.0013
	0.700	4.48E-06	3.14E-06	1.426308	0.1549

*Продовження таблиці 3.4*

1	2	3	4	5	6
	0.800	1.08E-06	3.09E-06	0.348408	0.7278
	0.900	-3.77E-06	3.04E-06	-1.240509	0.2158
REQ	0.100	0.189371	0.018164	10.42573	0.0000
	0.200	0.185200	0.017365	10.66487	0.0000
	0.300	0.170210	0.017018	10.00156	0.0000
	0.400	0.182393	0.016652	10.95306	0.0000
	0.500	0.201940	0.016427	12.29318	0.0000
	0.600	0.210460	0.017583	11.96960	0.0000
	0.700	0.183375	0.025679	7.141155	0.0000
	0.800	0.155700	0.021381	7.282174	0.0000
	0.900	0.160696	0.017092	9.401996	0.0000

*Примітка: EP – кількість патентів на зелені технології; GI – обсяг залучених зелених інвестицій до енергетичного сектору національної економіки; REQ – здатність уряду відкрито реалізовувати політики та регуляторні заходи*

Таблиця 3.5 – Результати розрахунку оцінювання впливу інституціональних та інвестиційно-інноваційних детермінант на дивергентний субіндекс енергетичної ефективності національної економіки за третьою моделю з урахуванням детермінанти – контроль корупції. Джерело: розраховано автором

1	Quantile 2	Coefficient 3	Std. Error 4	t-Statistic 5	Prob. 6
EP	0.100	0.010230	0.001332	7.679537	0.0000
	0.200	0.016667	0.001256	13.27064	0.0000
	0.300	0.018379	0.001275	14.41882	0.0000
	0.400	0.021396	0.001615	13.24447	0.0000
	0.500	0.025267	0.002196	11.50672	0.0000
	0.600	0.029954	0.002269	13.20364	0.0000
	0.700	0.032963	0.002270	14.51925	0.0000
	0.800	0.038637	0.002869	13.46627	0.0000
	0.900	0.043208	0.003912	11.04588	0.0000
GI	0.100	1.00E-05	1.76E-06	5.691716	0.0000
	0.200	1.11E-05	1.70E-06	6.493656	0.0000
	0.300	9.15E-06	1.98E-06	4.631900	0.0000
	0.400	8.56E-06	2.19E-06	3.908502	0.0001
	0.500	8.28E-06	2.67E-06	3.106262	0.0021
	0.600	5.63E-06	2.93E-06	1.922357	0.0556

*Продовження таблиці 3.5*

1	2	3	4	5	6
	0.700	5.24E-06	3.37E-06	1.553340	0.1215
	0.800	3.35E-06	3.77E-06	0.888557	0.3750
	0.900	2.32E-05	1.37E-05	1.690177	0.0921
CC	0.100	0.107487	0.018800	5.717405	0.0000
	0.200	0.069902	0.015017	4.654932	0.0000
	0.300	0.083436	0.013052	6.392605	0.0000
	0.400	0.083633	0.013096	6.385904	0.0000
	0.500	0.077547	0.015004	5.168473	0.0000
	0.600	0.071308	0.013232	5.389218	0.0000
	0.700	0.080194	0.013353	6.005788	0.0000
	0.800	0.066638	0.016021	4.159447	0.0000
	0.900	0.030288	0.020993	1.442803	0.1502

*Примітка: EP – кількість патентів на зелені технології; GI – обсяг залучених зелених інвестицій до енергетичного сектору національної економіки; CC – контроль корупції*

Виявлені патерни (комбінації показників), які кумулятивно накопичуються упродовж тривалого періоду часу, сформували «слабкі місця», «критичні точки» й атрактори зміни енергетичної ефективності, що



гальмуватимуть у прогностному періоді динаміку гармонізації вітчизняних та європейських енергетичних політик.

Установлено, що для України дифузія зелених інновацій призводить до незначного підвищення рівня енергетичної ефективності національної економіки на 0,7 %, тоді як для країн Європейського Союзу в середньому – на 3 %.

Досвід країн Європейського Союзу свідчить, що мультиплікативний ефект у підвищенні енергетичної ефективності національної економіки забезпечується зростанням обсягів зелених інновацій та активізацією ринку зеленого інвестування. Підвищення ефективності державного управління до рівня еталонних країн (найнижчий квантиль – Швейцарія, Данія, Швеція, Австрія, Фінляндія та Франція) дозволить підвищити дивергентний субіндекс енергетичної ефективності для України на 16,1 % верховенства права, на 18,9 % – здатність уряду відкрито реалізовувати політики та регуляторні заходи і на 10,7 % – контроль корупції.

## ВИСНОВКИ

Удосконалено науково-методичний підхід до формування матриці витрат та ефектів для стейкхолдерів при реалізації енергоефективних проектів для досягнення балансу між оптимальним та фактичним рівнями енергоефективності на основі методу PLS-PM, що відрізняється від існуючих врахуванням явних та латентних ефектів, які виникають внаслідок ірраціональної поведінки стейкхолдерів під час прийняття енергоефективних рішень.

Розроблено економіко-математичну модель для опису коінтеграційних зв'язків у ланцюзі «якість інституційного середовища ↔ обсяг залучених зелених інвестицій в енергетику ↔ рівень енергоефективності», що базується на системному поєднанні інструментарію VEC-моделювання та тестування Йохансена. Це дозволило обґрунтувати таргети інвестиційних та інституційних детермінант, досягнення яких обумовлює щорічне підвищення рівня енергоефективності країни.

Удосконалено концептуальні основи формування та реалізації державної політики підвищення енергоефективності країни, що відрізняються від існуючих формалізацією її цільових орієнтирів згідно з індикаторами вуглецево-нейтральної моделі розвитку національної економіки, а також обґрунтуванням принципів, механізмів та інструментів підвищення енергоефективності країни.

Результати дослідження опубліковано у працях [2-11; 13; 14; 17; 18; 20**Ошибка! Источник ссылки не найден.**; 22; 25; 27].

**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ**

1. Andersen, T. J., & Roggi, O. (2012). Strategic Risk Management and Corporate Value Creation. Paper presented at Strategic Management Society 32nd Annual International Conference. SMS 2012, Prague, Czech Republic.
2. Chygryn, O., Lyulyov, O., Pimonenko, T., & Myronenko, N. (2021, September). Key indicators of green competitiveness: the EU and Ukraine's performance. In E3S Web of Conferences (Vol. 307, p. 03003). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130703003>
3. Kolosok, S., Bilan, Y., Vasylieva, T., Wojciechowski, A., & Morawski, M. (2021). A scoping review of renewable energy, sustainability and the environment. *Energies*, 14(15) doi:10.3390/en14154490
4. Kuzior, A., Lyulyov, O., Pimonenko, T., Kwilinski, A., Krawczyk, D. (2021). Post-Industrial Tourism as a Driver of Sustainable Development. *Sustainability*, 13, 8145. <https://doi.org/10.3390/su13158145>
5. Lyulyov, O., Pimonenko, T., Kwilinski, A., & Us, Y. (2021). The heterogeneous effect of democracy, economic and political globalisation on renewable energy. In E3S Web of Conferences (Vol. 250, 03006). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125003006>
6. Lyulyov, O., Pimonenko, T., Kwilinski, A., Dzwigol, H., Dzwigol-Barosz, M., Pavlyk, V., Barosz, P. (2021). The Impact of the Government Policy on the Energy Efficient Gap: The Evidence from Ukraine. *Energies*, 14(2):373. <https://doi.org/10.3390/en14020373>
7. Lyulyov, O., Vakulenko, I., Pimonenko, T., Kwilinski, A., Dzwigol, H., Dzwigol-Barosz, M. (2021). Comprehensive Assessment of Smart Grids: Is There a Universal Approach? *Energies*, 14(12), 3497. <https://doi.org/10.3390/en14123497>
8. Lyulyov, O., Pimonenko, T., Shvindina, H., & Pudryk, D. (2021). Migration process in Ukraine: the financial, social and economic determinants. Financial and

Credit Activity: Problems of Theory and Practice, 4(39), 452–474.  
<https://doi.org/10.18371/v4i39.241415>

9. Panchenko, O., Domashenko, M., Lyulyov, O., Dalevska, N., Pimonenko, T. & Letunovska, N. (2021). Objectivation of the Ecological and Economic Losses from Solid Domestic Waste at the Heating Enterprises. *Management Systems in Production Engineering*, 29(3), 235-241. <https://doi.org/10.2478/mspe-2021-0029>

10. Pimonenko, T., Lyulyov, L., Us, Y. (2021). Cointegration between Economic, Ecological and Tourism Development. *Journal of Tourism and Services*, 23(12), 169-180. doi: 10.29036/jots.v12i23.293

11. Pimonenko, T., Lyulyov, O., Us, Ya., Dubyna, O., Kumah, Os.Ow.E. (2021). Gender Stereotypes and Green Banking Toward Carbon-Free Economy. *Financial Markets, Institutions and Risks*, 5(4), 29-38. [http://doi.org/10.21272/fmir.5\(4\).29-38.2021](http://doi.org/10.21272/fmir.5(4).29-38.2021)

12. Scopus. Retrieved from <https://www.scopus.com/>.

13. Us, Y., Pimonenko, T., Lyulyov, O. (2021). Energy efficiency profiles in developing the free-carbon economy: on the example of Ukraine and the V4 countries. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*, 23(4), 49-66. <https://doi.org/10.33223/epj/127397>

14. Vasylieva, T., Pavlyk, V., Bilan, Y., Mentel, G., & Rabe, M. (2021). Assessment of energy efficiency gaps: The case for ukraine. *Energies*, 14(5) doi:10.3390/en14051323

15. World Energy Council. Retrieved from <https://trilemma.worldenergy.org/>.

16. Ziabina, Y. A., Pimonenko, T. V., & Starchenko, L. V. (2020). Energy efficiency of national economy: social, economic and ecological indicators. *SocioEconomic Challenges*, 4(4), 160-174. [https://doi.org/10.21272/sec.4\(4\).160-174.2020](https://doi.org/10.21272/sec.4(4).160-174.2020)

17. Ziabina, Y., Pimonenko, T., & Prasol, L. (2020). Carbon-free economy: meta-analysis. *Innovation, Social and Economic Challenges : Proceedings of the International Scientific Online Conference, Sumy, December 1-3, 2020 / edited by Dr.*

Oleksii Lyulyov, Dr. Tetyana Pimonenko – Sumy : Sumy State University, 2020, 18-20.

18. Ziabina, Y., Pimonenko, T., Lyulyov, O., Us, Y., & Proshkin, D. (2021, September). Evolutionary development of energy efficiency in the context of the national carbon-free economic development. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 307, p. 09002). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130709002>

19. Ziabina, Ye., & Pimonenko, T. (2020). The Green Deal Policy for renewable energy: a bibliometric analysis. *Virtual Economics*, 3 (4), 147–168.

20. Ziabina, Ye., Kovalenko, Ye. (2021). Regularities In The Development Of The Theory Of Energy Efficiency Management. *SocioEconomic Challenges*, 5(1), 117-132. [https://doi.org/10.21272/sec.5\(1\).117-132.2021](https://doi.org/10.21272/sec.5(1).117-132.2021).

21. Ziabina, Ye., Pimonenko, T., & Lyulyov, O. (2020). The development of green energy within the European Green Deal. In VI International Interdisciplinary Scientific Conference, Proceedings of the Int. scient. and pract. conf. (Pol.). (pp. 287–290).

22. Єльнікова, Ю.В. Відповідальне інвестування у контексті реалізації державної інвестиційної політики (дис. д-ра екон. наук). Сумський державний університет, Суми.

23. Зябіна, Є. А. (2021) Детермінанти підвищення енергетичної ефективності національної економіки (дис. кандидата екон. наук). Сумський державний університет, Суми.

24. Коробець, О. М. (2020). Передумови формування маркетингових інструментів управління екологічними ризиками підприємства. *Naukowa przestrzeń Europy – 2020 (Sekcjach: Ekonomiczne nauki): proceeding of the International Scientific and Practical Conference, Poland*, 5, 70–74.

25. Коробець, О. М. (2021) Організаційно-економічні засади управління екологічними ризиками підприємства (дис. кандидата екон. наук). Сумський державний університет, Суми.

26. Люльов, О. В. (2018). Макроекономічна стабільність національної економіки: соціальні, політичні та маркетингові детермінанти (дис. д-ра екон. наук). Сумський державний університет, Суми.

27. Люльов, О.В., Пімоненко, Т.В., Коробець, О.М., Овусу, Евелін Кума, Осеї, Овусу Едвард. (2021). Управління трудовими ресурсами підприємства: гендерний фактор. Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка, 4, 72-80. 10.21272/1817-9215.2021.4-9

28. Люльов, О.В., Пімоненко, Т.В., Решетняк, Я. В., Овусу, Евелін Кума, Осеї, Овусу Едвард. (2021). Суспільна довіра до бренду території: гендерні, вікові та освітні детермінанти. Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка, 3, 182-189. 10.21272/1817-9215.2021.3-20

29. Пімоненко, Т., Люльов, О., Зябіна, Є., Васирина, Т. Оцінювання причинно-наслідкових зв'язків між детермінантами енергоефективності країни в контексті імплементації європейської зеленої угоди. *Вісник економіки*. 2021. Вип. 2. С. 80–89. DOI: <https://doi.org/10.35774/visnyk2021.02.080>

30. Чигрин, О. Ю. (2021) Маркетингові детермінанти управління зеленою конкурентоспроможністю (дис. д-ра екон. наук). Сумський державний університет, Суми.