

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**

Науково-навчальний інститут бізнесу, економіки та менеджменту  
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування  
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Олександра КАРІНЦЕВА

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на здобуття освітнього ступеня магістр**

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 051 Економіка,

(код та назва)

освітньо-професійної програми

(освітньо-професійної / освітньо-наукової)

Економіка та бізнес-інновації

(назва програми)

на тему: «Зелена трансформація енергетичного сектору для повоєнної відбудови економіки України»

Здобувача(ки) групи Е.м-31/1 Півня Владислава Сергійовича

(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по

батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_

(підпис)

Владислав ПІВЕНЬ

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник

д.е.н., професор Олександр КУБАТКО

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_

(підпис)

**Суми – 2024**

**Міністерство освіти і науки України**  
**Сумський державний університет**  
**КАФЕДРА ЕКОНОМІКИ, ПІДПРИЄМНИЦТВА ТА БА**

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри економіки,  
підприємництва та БА

\_\_\_\_\_ О.І. Карінцева

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**до кваліфікаційної роботи магістра**

Студента(ки) групи Е.м-31/1 2 курсу ННІ БІЕМ  
(найменування факультету)

Спеціальності: 051 «Економіка», освітньо-професійна програма  
«Економіка та бізнес-інновації» Півня Владислава Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема індивідуальної роботи: «Зелена трансформація енергетичного сектору для  
повоєнної відбудови економіки України»

Затверджую наказом по СумДУ № \_\_\_\_\_ від «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Термін здачі студентом закінченої роботи: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Вихідні дані до роботи: Дані Світового банку, Євростату, індексів  
сприйняття корупції та демократії, Державної служби статистики України,  
Національного банку України.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробленню)

Описати фундаментальні основи сталого розвитку та зелених енергетичних трансформацій, обґрунтувати роль відновлюваних джерел енергії в озелененні енергетичного сектору, вивчити глобальний та локальний досвід переходу до відновлювальної енергетики, охарактеризувати сценарії потенційного розвитку енергетичного сектору в період повоєнного відновлення України, здійснити емпіричний аналіз впливу відновлювальної енергетики та інших суміжних чинників на зростання ВВП на основі модифікованої функції Кобба-Дугласа.

Перелік ілюстрацій

Відновлювальна енергетика в Україні (дані енергобалансу), порівняння енергетичної структури США та КНР, моделювання підприємства з виробництва біометану в Україні

Дата видачі завдання: «13»\_жовтня 2024 р.

Керівник кваліфікаційної роботи магістра:

д.е.н., професор Кубатко О.В.

(вч. звання, П. І. П/б.)

Завдання прийняв(ла) до виконання:

«13»\_ жовтня 2024\_р.\_\_\_\_\_ підпис студента(ки)

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, основної частини (трьох розділів, кожен з двома підрозділами), висновками, списком використаних джерел. Обсяг роботи становить 49 сторінок.

*Актуальність теми дослідження.* XXI століття – час глибоких трансформацій глобальної економіки в контексті сталого зростання та зеленого порядку денного. Досягнення Цілей сталого розвитку, схвалених Генеральною асамблеєю ООН, разом з реалізацією основних положень Паризької кліматичної угоди та Кіотського протоколу є стратегічною метою національних урядів. Українська економіка включена в глобальне господарство і не може уникнути суттєвих трансформацій, особливо зеленого спрямування. Повоєнна відбудова нашої держави повинна включати зелену трансформацію різних секторів та галузей економіки, зокрема енергетичної. Енергетика може стати потужним драйвером успішного відновлення та реконструкції, а розумний розвиток її відновлювальної складової – запорукою ефективного та швидкого переходу до сталого зростання.

Питання переходу до сталого розвитку через озеленення енергетичного сектору на глобальному рівні розглядали такі вчені: І. Дінцер, Г. Лунд, Л. Чанг, Й. Гімпі, А. Омер, Д. Хан, О. Люкон та ін. На рівні українського господарства подібні питання порушували В. Загарій, Т. Ковальчук, Л. Мельник, О. Кубатко, І. Сотник, Т. Бортнюк, І. Іванченко та ін. Однак, питання озеленення енергетики в контексті повоєнної відбудови є динамічним і вимагає подальших комплексних досліджень.

Таким чином, актуальність описаної проблематики, її суттєва теоретична та практична значимість обумовили вибір теми роботи.

*Метою роботи* є дослідити теоретичні та практичні аспекти зеленої трансформації економіки України в повоєнний період з урахуванням кращого глобального досвіду.

Згідно з метою дослідження, можна сформулювати такі *основні завдання* є: описати фундаментальні основи сталого розвитку та зелених енергетичних трансформацій, обґрунтувати роль відновлюваних джерел енергії в озелененні енергетичного сектору, вивчити глобальний та локальний досвід переходу до відновлювальної енергетики, охарактеризувати сценарії потенційного розвитку енергетичного сектору в період повоєнного відновлення України, здійснити емпіричний аналіз впливу відновлювальної енергетики та інших суміжних чинників на зростання ВВП на основі модифікованої функції Кобба-Дугласа.

*Об'єктом дослідження* є зелені трансформації енергетичного сектору на глобальному та локальному рівнях.

*Предметом дослідження* є трансформаційні процеси господарства в напрямку його озеленення та модернізації.

*Методи дослідження.* Під час написання кваліфікаційної роботи було застосовано значний інструментарій теоретичних та емпіричних методів дослідження. До використаних теоретичних можна віднести аналіз, синтез,

компаративний аналіз, індукцію, дедукцію. Важливою складовою теоретичного аналізу був сценарний метод для моделювання майбутнього розвитку сектору відновлювальної енергетики в Україні. Ключовим емпіричним методом дослідження був економетричний аналіз панельних даних методами FMOLS та DOLS, тесту на каузальність Грейнджера та ін.

*Практичне значення результатів.* Отримані результати будуть корисними для органів публічної влади різних рівнів для впровадження ефективних політик повоєнного відновлення. Крім того, орієнтовна фінансова модель біометанового виробництва може бути використана підприємцями в Україні для успішного створення власної справи.

У *першому розділі* було описано фундаментальні основи сталого розвитку та зелених енергетичних трансформацій. З'ясовано, що сталий розвиток - вид розвитку, який відповідає потребам сьогодення, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти власні потреби. Обґрунтовано роль відновлюваних джерел енергії в озелененні енергетичного сектору. Визначено, що ці джерела енергії є ключовими для зменшення викидів парникових газів, зокрема діоксиду вуглецю. Проаналізовано ключові конкурентні переваги, а також слабкі сторони відновлювальної енергетики.

У *другому розділі* вивчено глобальний та локальний досвід переходу до відновлювальної енергетики. З'ясовано, що 2022 рік став рекордним роком збільшення потужностей відновлюваної електроенергії, у 2018-2022 рр. щорічне збільшення потужностей становило близько 340 ГВт. Ключові політики, зокрема REPowerEU в Європейському Союзі, Закон про зниження інфляції (IRA) у Сполучених Штатах і 14-й п'ятирічний план Китаю щодо відновлюваної енергетики, стимулюють подальшу підтримку для прискорення впровадження відновлюваної електроенергії в найближчі роки. Охарактеризовано сценарії потенційного розвитку енергетичного сектору в період повоєнного відновлення України: оптимістичний, реалістичний, негативний, проривний. Конкуренція за зелене фінансування є жорсткою в глобальному масштабі, і Україні потрібно буде ефективно позиціонувати себе, щоб залучити інвестиції в проєкти відновлюваної енергетики. Наведено кейс-стаді – будівництво біометанового заводу в Україні як бенчмарк до залучення відповідних інвестицій. Розроблено приблизний бізнес-план такого підприємства.

У *третьому розділі* здійснено емпіричний аналіз впливу відновлювальної енергетики та інших суміжних чинників на зростання ВВП на основі модифікованої функції Кобба-Дугласа (з використанням інноваційних методів аналізу панельних даних та тестів каузальності). Встановлено, що в довгостроковому періоді статистично значущими у впливу на ВВП є всі аналізовані регресори (валовий основний капітал, робоча сила, частка відновлювальної енергетики, енергоємність ВВП, частка людей зі ступенем магістра, частка торгівля у ВВП).

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОЗЕЛЕНЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ .....	9
1.1. Основи сталого розвитку та енергетичної трансформації.....	9
1.2. Роль відновлюваних джерел енергії в озелененні енергетичного сектору .....	16
РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗЕЛеної ТРАНСФОРМАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ.....	19
2.1. Світовий та національний досвід зеленого енергетичного переходу ...	19
2.2. Повоєнні зелені трансформації української енергетики.....	28
РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗЕЛЕНИХ ФАКТОРІВ НА ЕКОНОМІЧНЕ ЗРОСТАННЯ.....	38
3.1. Опис емпіричної моделі та методології розрахунків .....	38
3.2. Результати аналізу та рекомендації до впровадження.....	39
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** XXI століття – час глибинних трансформацій глобальної економіки в контексті сталого зростання та зеленого порядку денного. Досягнення Цілей сталого розвитку, схвалених Генеральною асамблеєю ООН, разом з реалізацією основних положень Паризької кліматичної угоди та Кіотського протоколу є стратегічною метою національних урядів [38, 45, 55, 56, 59]. Українська економіка включена в глобальне господарство і не може уникнути суттєвих трансформацій, особливо зеленого спрямування. Повоєнна відбудова нашої держави повинна включати зелену трансформацію різних секторів та галузей економіки, зокрема енергетичної [60, 64]. Енергетика може стати потужним драйвером успішного відновлення та реконструкції, а розумний розвиток її відновлювальної складової – запорукою ефективного та швидкого переходу до сталого зростання.

Питання переходу до сталого розвитку через озеленення енергетичного сектору на глобальному рівні розглядали такі вчені: І. Дінцер, Г. Лунд, Л. Чанг, Й. Гімрі, А. Омер, Д. Хан, О. Люкон та ін. На рівні українського господарства подібні питання порушували В. Загарій, Т. Ковальчук, Л. Мельник, О. Кубатко, І. Сотник, Т. Бортнюк, І. Іванченко та ін. Однак, питання озеленення енергетики в контексті повоєнної відбудови є динамічним і вимагає подальших комплексних досліджень.

Таким чином, актуальність описаної проблематики, її суттєва теоретична та практична значимість обумовили вибір теми роботи.

**Мета роботи** – дослідити теоретичні та практичні аспекти зеленої трансформації економіки України в повоєнний період з урахуванням кращого глобального досвіду.

Згідно з метою дослідження, можна сформулювати такі **основні завдання**:

- Описати фундаментальні основи сталого розвитку та зелених енергетичних трансформацій.

- Обґрунтувати роль відновлюваних джерел енергії в озелененні енергетичного сектору.
- Вивчити глобальний та локальний досвід переходу до відновлювальної енергетики.
- Охарактеризувати сценарії потенційного розвитку енергетичного сектору в період повоєнного відновлення України.
- Здійснити емпіричний аналіз впливу відновлювальної енергетики та інших суміжних чинників на зростання ВВП на основі модифікованої функції Кобба-Дугласа.

**Об'єкт дослідження** – зелені трансформації енергетичного сектору на глобальному та локальному рівнях.

**Предмет дослідження** – трансформаційні процеси господарства в напрямку його озеленення та модернізації.

**Методи дослідження.** Під час написання кваліфікаційної роботи було застосовано значний інструментарій теоретичних та емпіричних методів дослідження. До використаних теоретичних можна віднести аналіз, синтез, компаративний аналіз, індукцію, дедукцію. Важливою складовою теоретичного аналізу був сценарний метод для моделювання майбутнього розвитку сектору відновлювальної енергетики в Україні. Ключовим емпіричним методом дослідження був економетричний аналіз панельних даних методами FMOLS та DOLS, тесту на каузальність Грейнджера та ін.

**Практичне значення результатів.** Отримані результати будуть корисними для органів публічної влади різних рівнів для впровадження ефективних політик повоєнного відновлення. Крім того, орієнтовна фінансова модель біометанового виробництва може бути використана підприємцями в Україні для успішного створення власної справи.

**Структура роботи.** Кваліфікаційна робота складається зі вступу, основної частини (трьох розділів, кожен з двома підрозділами), висновками, списком використаних джерел. Обсяг роботи становить 43 сторінки.



# РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОЗЕЛЕНЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ

## 1.1. Основи сталого розвитку та енергетичної трансформації

Успішний перехід до сталого розвитку не є можливим без комплексного розуміння всіма стейкхолдерами його теоретико-методичної сутності. Розглянемо існуючі підходи до визначення дефініції «сталий розвиток». Класичне визначення від Брундтландської комісії зазначає, що сталий розвиток — це цілісний підхід до зростання, спрямований на задоволення потреб сьогодення без шкоди здатності майбутніх поколінь задовольняти власні потреби. Цей підхід наголошує на збалансованій інтеграції економічних, екологічних і соціальних цілей. У таблиці 1 наведемо визначення, що набули значного поширення в науковому дискурсі.

Таблиця 1 – Основні підходи до визначення дефініції «сталий розвиток»

1	Вид розвитку, який відповідає потребам сьогодення, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти власні потреби [10]
2	Тип розвитку, який сприяє процвітанню та економічному зростанню, одночасно захищаючи планету та сприяючи соціальній рівності [32]
3	Практика збалансування цінності з позитивним екологічним і соціальним впливом для забезпечення довгострокового створення вартості [8]
4	Розвиток, який сприяє інклюзивному економічному зростанню, соціальній справедливості та турботі про навколишнє середовище, одночасно підвищуючи стійкість до зміни клімату та просуваючи інновації та технології для стійких рішень [6]

Ці визначення характеризують сталий розвиток із різних сторін, демонструючи строкатість поглядів учених на цю дефініцію. Однак, спільною та загальновизнаною ознакою є синергія економічної, соціальної та екологічної компонент, що відображено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Потрійна дименсіональна модель сталого розвитку [32]

Ключові компоненти сталого розвитку включають [28]:

1. Економічна стійкість: цей аспект сприяє стабільному, інклюзивному економічному зростанню, стійкому в довгостроковій перспективі. Він заохочує ефективне використання ресурсів і зосереджується на створенні благ при мінімізації економічної нерівності [36, 37, 40, 42, 44, 50, 51, 53].

2. Екологічна стійкість: ця компонента наголошує на збереженні та відповідальному управлінні природними ресурсами, зменшенні забруднення, боротьбі зі зміною клімату та захисті екосистем. Це сприяє відновлювальній енергії, зменшенню відходів і збереженню біорізноманіття для обмеження екодеструктивного впливу на навколишнє середовище [45, 55, 56, 59].

3. Соціальна стійкість: сталий розвиток також надає пріоритет соціальній рівності, правам людини та доступу до основних послуг, таких як освіта, охорона здоров'я та працевлаштування. Концепція сталого розвитку передбачає прагнення зменшити нерівність, покращити якість життя та забезпечити справедливий розподіл можливостей між усіма громадами [47, 48, 52, 54].

Сталий розвиток ґрунтується на принципах, які заохочують до ретельного балансу між зростанням, турботою про навколишнє середовище

та соціальним добробутом. Це, у свою чергу, допомагає створити фундамент для заможного та справедливого суспільства.

Історія сталого розвитку є комплексною та відображає динамічне зростання розуміння людством необхідності балансу між економічним зростанням, станом навколишнього середовища та соціальною справедливістю. У давні часи сталі практики були природною частиною життя. Цивілізації використовували такі методи, як сівозміна та управління водними ресурсами, для ресурсозбереження та, як результат, підвищення ефективності. Традиції корінних народів ґрунтувалися на житті в гармонії з природою, а ранні мислителі, такі як Генрі Девід Торо, критикували промислову експлуатацію та пропагували органічний зв'язок із навколишнім середовищем [24].

Промислова революція в 18 і 19 століттях принесла швидке економічне зростання, але також і значне погіршення стану навколишнього середовища. Забруднення, вирубка лісів і перенаселені міста внаслідок прискореної урбанізації посилили недоліки безконтрольної індустріалізації. У відповідь на це з'явилися ранні заходи щодо збереження природного фонду, наприклад, заснування Йеллоустонського національного парку в 1872 році, що стало сигналом перших організованих спроб захисту природних ресурсів [17, 38, 55, 56, 59].

У середині 20 століття почав формуватися більш активний екологічний рух. Після Другої світової війни промисловий розвиток посилив шкоду довкіллю, що призвело до зростання занепокоєння з боку різних стейкхолдерів. Книга Рейчел Карсон «Тиха весна» в 1962 році розкрила небезпеку неправильного використання пестицидів (та неорганічного землеробства загалом) і підвищила обізнаність громадськості про необхідність екопозитивних [34]. Приблизно в цей час Організація Об'єднаних Націй почала наголошувати на зв'язку між скороченням бідності, розвитком господарства і екологічною стійкістю.

Концепція сталого розвитку почала формуватися в 1970-1980-х роках. У 1972 році Римський клуб опублікував «Межі зростання», попереджаючи про виснаження ресурсів і екологічний крах, якщо поведінкові тенденції й паттерни споживання збережуться. Стокгольмська конференція того ж року стала першою великою глобальною зустріччю, присвяченою екологічним проблемам. У 1987 році доповідь Брундтланда формально визначила сталий розвиток як «розвиток, який задовольняє потреби сьогодення без шкоди здатності майбутніх поколінь задовольняти свої потреби» [27].

У 1990-х і 2000-х роках були прийняті глобальні рамки для сприяння сталості. На Саміті Землі в Ріо-де-Жанейро в 1992 році було створено Порядок денний на XXI століття, комплексний план дій для сталого розвитку. У 1997 році Кіотський протокол став першою великою міжнародною угодою щодо скорочення викидів парникових газів. Організація Об'єднаних Націй також започаткувала Цілі розвитку тисячоліття в 2000 році, які включали більш широкі таргети стосовно скорочення бідності, охорони здоров'я та екологічної стійкості [12].

В останні роки концепція сталого розвитку набула все більшого поширення. Паризька угода 2015 року ознаменувала собою значний крок вперед до глобальної співпраці у боротьбі зі зміною клімату, спрямованою на обмеження глобального потепління до рівня нижче 2°C. Того ж року Організація Об'єднаних Націй запровадила Цілі сталого розвитку – загалом 17 цілей, спрямованих на створення кращого світу до 2030 року [30]. Молодіжна активність таких діячів, як Грета Турнберг, призвела до актуальності дискусій щодо сталого розвитку, наголошуючи на необхідності негайних дій.

Сьогодні концепція сталого розвитку продовжує поширюватися й перебувати на глобальному порядку денному, оскільки людство стикається з такими викликами, як зміна клімату, нерівність і втрата біорізноманіття. Стале зростання залишається фундаментальною основою для забезпечення більш здорової планети та кращої якості життя для майбутніх поколінь.

Зелена трансформація енергетичного сектору передбачає відхід від залежності від викопного палива до відновлювальних і сталих джерел енергії. Ця трансформація є важливою для скорочення викидів парникових газів (зокрема, діоксиду вуглецю), боротьби зі зміною клімату та сприяння сталій енергетичній системі. Перехід на відновлювальні джерела енергії є фундаментальною основою зеленого переходу та декарбонізації соціоекономічних систем. Розвиток відновлювальної енергетики зумовлений технологічними досягненнями, які зменшили постійні та змінні витрати на їхню експлуатацію (LCOE).

Окрім цього, надсучасними є технології геотермальної енергії та біомаси, які забезпечують надійне базове навантаження, особливо в регіонах з геотермальною активністю. У свою чергу, біомасу можна використовувати для виробництва біопалива (зокрема, амбітними є технології біометанового виробництва) та сталої електроенергії.

Актуальним аспектом зеленої трансформації є енергетична децентралізація - відхід від централізованих великих електростанцій до децентралізованої моделі, де генерація енергії відбувається ближче до місця споживання (наприклад, сонячні панелі на даху, невеликі вітрові турбіни). Така децентралізація допомагає покращити енергетичну безпеку, зменшує втрати при передачі електроенергії та може надати громадам можливість керувати власними енергетичними потребами.

Критичною є необхідність ухвалення рішення щодо зберігання енергії. Батареї мають суттєве значення для зберігання енергії від відновлювальних джерел, таких як – сонце та вітер. Інновації в акумуляторні технології (наприклад, літій-іонні, твердотільні батареї) мають вирішальне значення для стабілізації постачання відновлювальної енергії [4].

У майбутньому, насосна гідрогенерація та зберігання водню є потенційно потужними методами зберігання енергії з використанням резервуарів для води. Важливою є технологія зеленого водню (отриманий шляхом електролізу з використанням відновлювальної енергії).

Модернізація Grid (до рівня так званих, смарт-грід) може слугувати фундаментальною основою зеленої трансформації енергетичного сектору. Smart Grids використовують цифрові технології для більш ефективного моніторингу та управління розподілом електроенергії, пристосовуючись до флуктуацій пропозиції та попиту в реальному часі. Використання проривних технологій штучного інтелекту, Інтернету речей та блокчейну є вагомим досягненням смарт-мережі [43, 49, 57, 58]. Крім того, важливо зазначити, що сучасна мережа має бути стійкою до екстремальних погодних явищ і здатна інтегрувати відновлювальні джерела.

Фундаментальною основою озеленення сектору енергетики є підвищення загального рівня енергоефективності економічних систем. Впровадження енергоефективних технологій у житлових будинках, промислових будівлях і спорудах може значно зменшити загальний попит на енергію і, як наслідок, сприяти ресурсозбереженню та екологічній стійкості. Модернізація промислових процесів для мінімізації втрат енергії та використання відновлюваних джерел енергії має важливе значення для зменшення викидів та переходу до циркулярної економіки [21]. Циркулярна економіка – сучасна концепція бізнес-процесів щодо безвідходного виробництва, яка застосовується на мікро- та макрорівні.

Заміна транспортних засобів, що працюють на викопному паливі, на електромобілі, які працюють від чистої електроенергії, суттєво знижує рівень викидів у транспортному секторі.

Важливим є розвиток зеленої промисловості особливо в енергоємних та матеріаломістких секторах, таких як виробництво цементу, сталі та хімічна промисловість. Важливо здійснювати перехід на електроенергію та відновлювальні джерела енергії, де це можливо, використовуючи технології екологічно чистого водню та вловлювання вуглецю (carbon capture). Вловлювання вуглецю – це надінноваційна технологія зменшення вуглецевого сліду на енергоємних виробництвах, що набуває поширення в

індустріально розвинених країнах (особливо зі значною часткою нафтової галузі).

Політика та регуляторна підтримка передбачає впровадження державних стимулів озеленення економіки. Державні стимули (субсидії, податкові пільги та гранти на розвиток відновлюваної енергетики) створюють економічно доцільніші умови для зеленого переходу і трансформацій. У свою чергу, запровадження податків на викиди вуглецю або систем обмеження та торгівлі надає фінансовий стимул для зменшення викидів, значно здорожчуючи вуглецевий слід. Глобальні зусилля, зокрема заходи в рамках Паризької угоди та Кіотського протоколу, заохочують країни ставити амбітні таргети та спільно працювати над ініціативами екологічної трансформації. Окрім публічної політики, важливими є інші більш неформальні заходи – адвокати-кампанії з підвищення обізнаності громадськості та освітні програми, які заохочують окремих людей і підприємства до прийняття звичок енергозбереження, підтримки зеленої політики та інвестування в екологічні технології.

У цьому контексті, постійні інвестиції в науково-дослідні розробки є важливими для створення та імплементації більш ефективних, масштабованих і рентабельних технологій відновлювальної енергетики, особливо в нових сферах, зокрема в передовому зберіганні акумуляторів, штучному інтелекті для управління мережею та уловлюванні вуглецю [24].

На нашу думку, переваги зеленої трансформації також можна відобразити в трьох вимірах (потрійна дименсіональна модель):

- Екологічний: значне скорочення викидів парникових газів, покращення якості повітря та води та збереження природних екосистем.

- Економічний: створення робочих місць у секторах відновлювальної енергетики, економія коштів завдяки енергоефективності та зменшенні залежності від імпортного палива. Це ж сприятиме енергетичній незалежності, що критично важливо в умовах геополітичної нестабільності.

- Соціальна компонента: користь для здоров'я завдяки чистішому повітрю, розширеному доступу до недорогої енергії та підвищення рівня можливостей громад у результаті впровадження децентралізованих енергосистем.

Таким чином, зелена трансформація енергетичного сектора є комплексним, але важливим процесом для досягнення сталого, низьковуглецевого майбутнього. Це вимагає колективних дій урядів, галузей промисловості, громад і окремих стейкхолдерів для досягнення більш чистої та сталої енергетичної системи.

## **1.2. Роль відновлюваних джерел енергії в озелененні енергетичного сектору**

Відновлювальна енергія надходить із природних джерел, які постійно поповнюються і ніколи не вичерпуються. На відміну від викопного палива (зокрема, вугілля, нафти та природного газу), яке з часом може виснажуватися та виділяти вуглекислий газ при спалюванні, відновлювальні джерела енергії є чистішими та екологічно безпечнішими.

Для кращого розуміння контексту зеленої енергетики опишемо її основні типи [20]:

1. Сонячна енергія – отримана від сонячних променів, її можна перетворити на електрику або тепло. Сонячні батареї широко використовуються для захоплення та перетворення сонячного світла в корисну енергію.

2. Енергія вітру – генерується за допомогою вітрових турбін, які вловлюють кінетичну енергію вітру та перетворюють її на електрику.

3. Гідроенергетика – виробляється внаслідок руху води, зазвичай великими дамбами на річках. Потік води обертає турбіни, генеруючи електроенергію.



4. Геотермальна енергія – надходить від внутрішнього тепла Землі. Її зазвичай використовують у регіонах з вулканічною активністю або гарячими джерелами та використовують для виробництва електроенергії та опалення.

5. Енергія біомаси – виробляється з органічних матеріалів, таких як деревина, сільськогосподарські залишки та відходи. Біомасу можна спалити для виробництва тепла або перетворити на біопаливо для транспортування.

Ці джерела енергії є ключовими для зменшення викидів парникових газів, зокрема діоксиду вуглецю. Проаналізуємо ключові конкурентні переваги, а також слабкі сторони відновлювальної енергетики. Результати нашого аналізу наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Основні переваги та слабкі сторони відновлювальної енергетики

Переваги	Недоліки
<p><b>Екологічність:</b> менші викиди парникових газів порівняно з викопним паливом, зменшення забруднення повітря та уповільнення зміни клімату.</p> <p><b>Сталість:</b> відновлювальні ресурси природно поповнюються з часом, що робить їх стійким варіантом для довгострокових енергетичних потреб.</p> <p><b>Зменшення залежності від викопного палива:</b> допомагає зменшити залежність від імпортного палива та підвищує енергетичну безпеку.</p> <p><b>Створення робочих місць та стимулювання розвитку економіки:</b> зростання сектору відновлювальних джерел енергії передбачає створення робочих місць у їхньому виробництві, монтажі та обслуговуванні</p> <p><b>Переваги для здоров'я:</b> Зменшує забруднення повітря та води, що сприяє кращим результатам у сфері охорони здоров'я шляхом зниження</p>	<p><b>Переривчастість:</b> деякі відновлювальні джерела енергії, зокрема сонячна та вітрова, залежать від погодних умов і часу доби, що призводить до непостійного виробництва енергії.</p> <p><b>Високі початкові витрати:</b> будівництво інфраструктури відновлюваних джерел, наприклад сонячних панелей і вітряних турбін, може бути дорогим, хоча собівартість таких капітальних інвестицій з часом знижуються.</p> <p><b>Землекористування та вплив на дику природу:</b> Великі вітряні електростанції та сонячні батареї вимагають значної площі землі, що потенційно може впливати на середовище існування дикої природи та природні ландшафти.</p> <p><b>Проблеми зі зберіганням енергії.</b> Зберігання енергії для використання в умовах низького виробництва (наприклад, без вітру чи сонця) потребує передових систем зберігання енергії, які все ще є</p>

<p>респіраторних та серцево-судинних захворювань.</p> <p><b>Низькі експлуатаційні витрати:</b> після встановлення системи відновлюваної енергії, як правило, мають незначні витрати на поточне обслуговування та експлуатацію.</p>	<p>дорогими та розвиваються.</p> <p><b>Обмежена доступність деяких ресурсів:</b> деякі ресурси, такі як геотермальна або гідроенергетика, життєздатні лише в певних географічних місцях.</p> <p><b>Екологічні проблеми з деякими відновлювальними джерелами енергії:</b> греблі гідроелектростанцій можуть зашкодити місцевих екосистем, а біоенергетика вимагає ретельного екологічного менеджменту для зменшення ризику вирубки лісів і виснаження ресурсів.</p>
--	--

У цій таблиці показано, які сильні сторони мають відновлювальні джерела енергії, а також підкреслено деякі проблеми, які необхідно вирішити для повноцінного переходу до системи відновлюваної енергії.

## РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗЕЛЕНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

### 2.1. Світовий та національний досвід зеленого енергетичного переходу

Відновлювальні джерела енергії відіграють вирішальну роль у переході на чисту енергію. Упровадження відновлювальних джерел енергії для виробництва електроенергії, тепла для будівель і промисловості, а також на транспорті є одним із головних факторів утримання середньої глобальної температури нижче 1,5°C. Сучасна біоенергетика є найбільшим джерелом відновлювальної енергії в усьому світі, з часткою понад 50% світового використання в 2022 році.

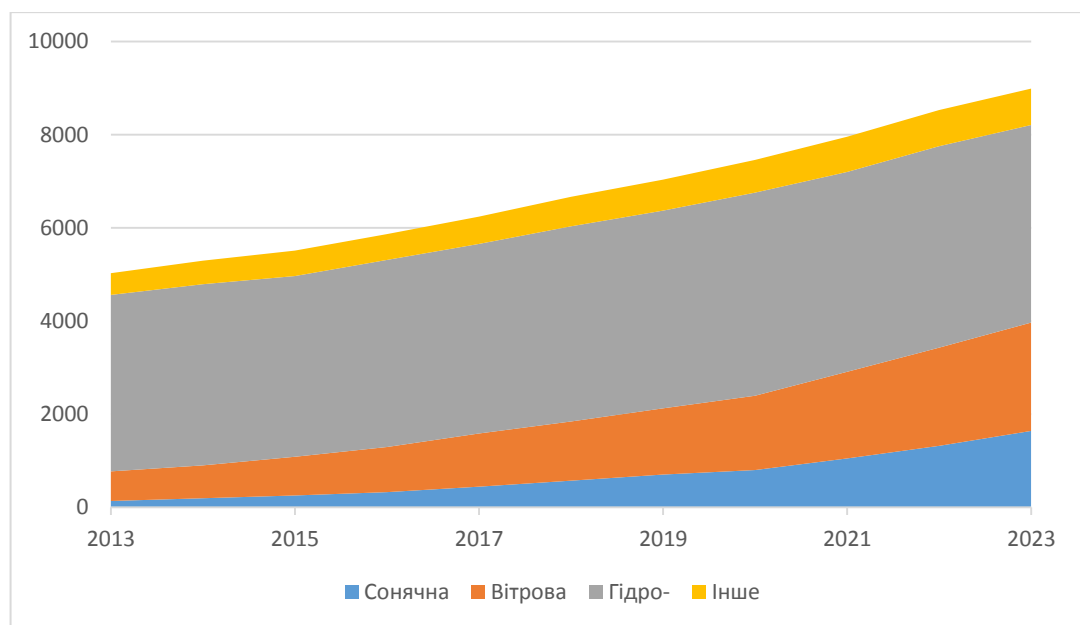


Рисунок 3 – Відновлювальна енергетика у світі (генерація у ТВт-год) [10]

2022 рік став рекордним роком збільшення потужностей відновлюваної електроенергії, у 2018-2022 рр. щорічне збільшення потужностей становило близько 340 ГВт. Ключові політики, оголошені у 2022 році, зокрема REPowerEU в Європейському Союзі, Закон про зниження інфляції (IRA) у Сполучених Штатах і 14-й п'ятирічний план Китаю щодо відновлюваної енергетики, стимулюють подальшу підтримку для прискорення впровадження відновлюваної електроенергії в найближчі роки.

Сонячна фотоелектрична система на сьогодні є єдиною технологією відновлювальної енергії, яка відповідає сценарію чистих нульових викидів до 2050 року (NZE). Щоб розвиватися за сценарієм нульових викидів, використання енергії вітру, гідроенергії, геотермальної, сонячної теплової енергії та енергії океану має зростати значно швидше. Відновлювані джерела енергії, не пов'язані з біоенергією, повинні збільшити свою частку в загальному обсязі постачання енергії з майже 5% сьогодні до приблизно 17% до 2030 року за сценарієм NZE. Щоб досягти таргету, щорічне використання відновлювальної енергії повинно збільшуватися в середньому приблизно на 13% протягом 2023-2030 років, що вдвічі перевищує середній показник за останні 5 років [7].

Важливо зрозуміти географію країн, що є передовими в зеленому переході. Так, країни та регіони, які досягли значного прогресу в розвитку відновлюваних джерел енергії, включають:

Китай продовжує лідирувати з точки зору збільшення потужностей відновлюваної електроенергії: у 2023 році було додано 160 ГВт, що становить майже половину всіх розгорнутих у світі потужностей. 14-й п'ятирічний план розвитку відновлюваної енергетики, оприлюднений у 2022 році, містить амбітні цілі щодо використання відновлюваної енергії, що має стимулювати відповідні інвестиції в найближчі роки.

У відповідь на енергетичну кризу Європейський Союз прискорює розгортання сонячної фотоелектричної та вітрової енергетики, додавши понад 50 ГВт у 2022 році, що майже на 45% більше, ніж у 2021 році. Нові політики та цілі, запропоновані в плані REPowerEU та промислового плану Зеленої угоди стануть важливими рушійними силами інвестицій у відновлювану енергетику в найближчі роки.

Сполучені Штати оголосили про нове фінансування у 2023 році в рамках IRA, яке, як очікується, прискорить розгортання відновлюваних джерел енергії в середньостроковій перспективі та збільшить інвестиції як в електростанції, так і у виробництво відповідного промислового обладнання.

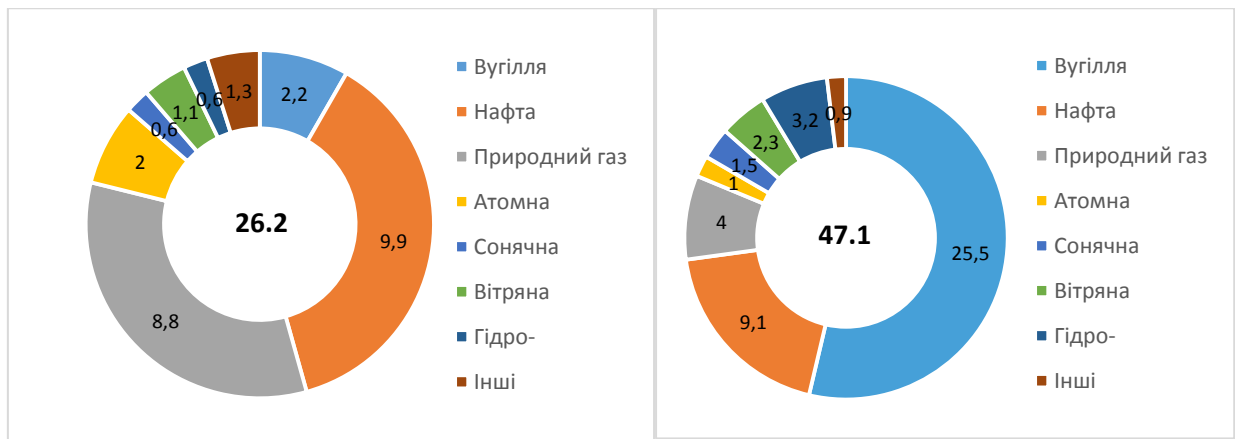


Рисунок – Порівняння структури енергетики в США (а) та КНР (б), млн. ТВт-год [23]

Індія залишається відданою своїй амбітній меті досягти 500 ГВт невикопних енергетичних потужностей у 2030 році. У квітні 2023 року країна оголосила про план щорічного продажу на аукціоні 50 ГВт нових потужностей для поступового досягнення цієї мети [14].

Аналізуючи структуру енергетичної генерації, можна стверджувати, що у 2022 році постачання відновлюваної енергії від сонячної, вітрової, гідро-, геотермальної та океанської енергії зросло майже на 8%, що означає, що частка цих технологій у загальному світовому енергопостачанні зросла майже на 0,4 відсоткових пункти, досягнувши 5,5%. Частка сучасної біоенергетики у 2022 році зросла на 0,2 п.п., сягнувши 6,8%. Рекордне збільшення потужностей відновлюваної електроенергії у 2022-2023 році та збільшення доступності гідроенергетики дозволили відновлювальним джерелам енергії, не пов'язаним з біоенергетикою, досягти другого за величиною зростання частки в історії. Цей результат є другим після зростання в 2020 році - році, коли пандемія Covid-19 призвела до глобальної економічної кризи та, як наслідок, зниження загального споживання енергії, тоді як використання відновлюваних джерел енергії залишалося стабільним [15].

Генерація відновлювальних джерел енергії має прискоритися для досягнення приблизно 13% щорічного зростання протягом 2023-2030 років,

щоб узгодити зі сценарієм NZE. Незважаючи на рекордне збільшення потужностей відновлюваної електроенергії у 2022-2023 роках, зростання пропозиції все ще було значно нижче цього рівня. Значно швидшими темпами має відбуватися впровадження технологій відновлювальної енергетики в усіх регіонах світу, щоб привести світ у відповідність зі сценарієм NZE та, як результат, досягнення таргетів Паризької кліматичної угоди. Прискорення встановлення вітрових і сонячних фотоелектричних потужностей стимулює зростання постачання відновлювальної енергії.

Виробництво електроенергії з відновлюваних джерел енергії становить близько 40% від загального обсягу генерації відновлюваної енергії. Для відновлювальних джерел енергії, не пов'язаних з біоенергією, ця частка досягає 80%, а решта - у вигляді тепла, виробленого на термальних і геотермальних установках. На вітрові та сонячні фотоелектричні системи рівномірно припадає близько 85% рекордного зростання виробництва електроенергії з відновлюваних джерел у 2022 році на понад 600 ТВт-год. Інший ріст стимулювався виробництвом гідроенергії (зростання приблизно на 2%). Зростання виробництва електроенергії та тепла в геотермальній, концентрованій сонячній енергії (CSP) і океанських технологіях здебільшого зупинилося у 2022 році через обмежене збільшення потужностей. Загалом у 2022 році на небіоенергетичні відновлювані джерела припадало майже 30% виробництва електроенергії [22].

Сонячна фотоелектрична енергетика є технологією, що найшвидше розвивається за рахунок збільшення потужності за останні роки, і вона узгоджується зі сценарієм NZE. Що стосується вітрової, гідроенергетики та біоенергетики, потрібно докласти більше зусиль, щоб вийти на сценарний шлях, оскільки фактичне зростання в останні роки та прогнозні значення в найближчому майбутньому значно нижчі за необхідні рівні. Інші менш широко використовувані технології відновлюваних джерел енергії, такі як CSP, геотермальна та океанська енергетика, розвиваються слабо і потребують належної підтримки.

Позитивні трансформаційні зміни в Китаї, Європейському Союзі, Сполучених Штатах та Індії сприятимуть швидшому зростанню відновлюваної енергетики в найближчі роки. Відновлювана електроенергія потребує політичної підтримки та координації з національними цілями у більшості країн світу. Було впроваджено різні типи підтримки, включно з технологічними рішеннями. Упродовж останніх років було задекларовано та реалізовано декілька важливих новацій [13]:

- У червні 2022 року Китай опублікував свій 14-й п'ятирічний план розвитку відновлюваної енергетики, який містить амбітну ціль щодо 33% виробництва електроенергії з відновлюваних джерел до 2025 року (порівняно з приблизно 29% у 2021 році) і, вперше, встановлено цільовий показник для споживання зеленої енергії у секторі теплоенергетики.
- У серпні 2022 року федеральний уряд Сполучених Штатів запровадив IRA, який значно розширює підтримку відновлюваної енергетики в найближчі десять років за допомогою податкових кредитів та інших заходів.
- У травні 2022 року Європейська комісія запропонувала підвищити таргет Європейського Союзу щодо відновлюваної енергетики до 2030 року до 45% у рамках плану REPowerEU (що потребуватиме 1236 ГВт загальної встановленої потужності відновлювальних джерел). Багато європейських країн уже розширили свої механізми підтримки таких джерел енергії, щоб прискорити використання зеленої енергії з огляду на цілі до 2030 року та у відповідь на енергетичну кризу, спричинену вторгненням Росії в Україну. Крім того, у лютому 2023 року Комісія оголосила про старт реалізації промислового плану «Зелена угода», спрямованого на підтримку виробництва технологій чистої енергії.

Під час COP26, що відбувся в листопаді 2021 року (Глазго, Сполучене Королівство), Індія також оголосила про нові цілі на 2030 рік, які включають 500 ГВт загальних потужностей для виробництва невикопної електроенергії та 50% частки виробництва електроенергії з відновлювальних джерел (більш

ніж удвічі порівняно з 22% у 2020 році) згідно із сценарієм чистих нульових викидів до 2070 року [18].

Енергетичний сектор в Україні є життєво важливою складовою економіки держави та відіграє значну роль у її геополітичному позиціонуванні. Україна має диверсифікований енергетичний баланс, що включає атомну енергію, вугілля, природний газ, відновлювальні джерела енергії та гідроелектроенергію. Історично країна сильно залежала від своїх значних природних ресурсів, але постійні виклики підштовхнули енергетичний сектор до модернізації і трансформації [39, 41, 46, 62, 66].

Атомна енергетика є основою виробництва електроенергії в Україні, на неї припадає більше половини загальної виробленої електроенергії. У країні працює чотири атомні електростанції, серед яких Запорізька атомна електростанція є однією з найбільших у Європі. Незважаючи на свою важливість, ядерний сектор стикається з проблемами, зокрема щодо забезпечення безпеки та стійкості старіючої інфраструктури (та інших основних засобів) та збереження незалежності від російських поставок палива.

Україна має значні запаси вугілля, розташовані переважно у східному Донбасі. Однак війна порушила видобуток і транспортування, зробивши вугілля менш надійним джерелом енергії. Крім того, вугільні електростанції роблять значний внесок у викиди вуглецю, що спонукало до поступового переходу до більш чистих альтернатив.

Природний газ є ще одним важливим компонентом енергетичного портфеля України. Історично ця країна була основним транзитним маршрутом для експорту російського газу до Європи. Проте суперечки з Росією щодо ціноутворення та постачання змусили Україну зменшити свою залежність від російського газу та диверсифікувати джерела енергії. Станом на 1 грудня 2024 р., прогнозується припинення транзиту російського газу до країн ЄС через Україну. Розробка внутрішніх запасів газу та збільшення



імпорту від європейських постачальників допомогли посилити енергетичну безпеку.

Останніми роками (до повномасштабної війни) Україна досягала успіхів у відновлювальній енергетиці, зокрема сонячній та вітровій. Уряд впровадив систему стимулів для залучення інвестицій у відновлювальні джерела енергії, що призвело до швидкого зростання цього сектору. Гідроелектроенергетика становить меншу, але значну частку в енергетичному балансі, що підтримується розгалуженими річковими системами України [29].

Енергоефективність залишається критичною сферою, що потребує покращення, оскільки застаріла інфраструктура та неефективне використання ресурсів продовжують створювати проблеми. Уряд за підтримки міжнародних партнерів реалізував програми модернізації енергетичного сектору, зниження енергоємності та сприяння сталим практикам.

Триваюча війна з Росією глибоко вплинула на енергетичну інфраструктуру України. Багато електростанцій і критично важливих об'єктів було пошкоджено або зруйновано, що спричинило дефіцит електроенергії та змушує країну покладатися на міжнародну імпорتنу допомогу. Незважаючи на ці виклики, Україна демонструє стійкість, швидко ремонтуючи пошкоджені системи та інтегруючи свою електромережу з європейською, що стало значним кроком до енергетичної незалежності та тісніших зв'язків з Європейським Союзом.

Підсумовуючи, енергетичний сектор України переживає трансформацію, зумовлену геополітичними викликами, прагненням до сталого розвитку та потребою в енергетичній безпеці. Хоча шлях попереду сповнений труднощів, розвиток галузі є ключовим для економічної стабільності та суверенітету України.

Розглянемо більш детально розвиток відновлювальної енергетики в Україні.

Відновлювана енергетика в Україні стала динамічним і зростаючим сектором, що відображає прагнення країни підвищити енергетичну незалежність, скоротити викиди парникових газів і модернізувати енергетичну інфраструктуру. За останнє десятиліття було досягнуто значного прогресу в диверсифікації енергетичного балансу України, з особливим акцентом на сонячних, вітрових, біомасових і малих гідроелектростанціях.

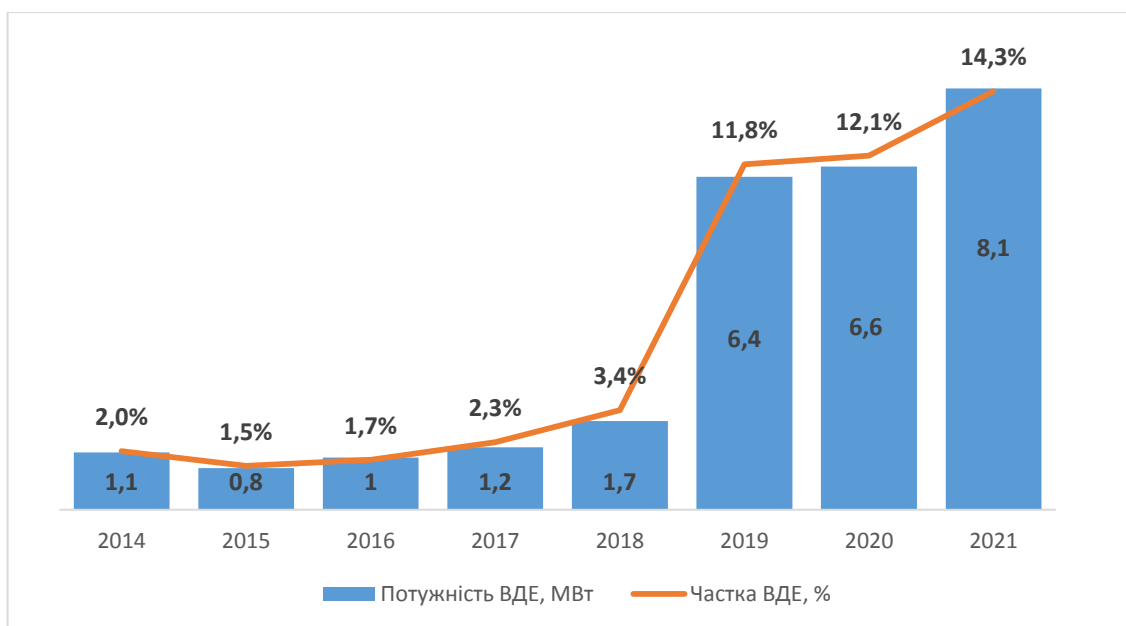


Рисунок 4 – Відновлювальна енергетика в Україні [25]

Сонячна енергетика спостерігає значне зростання завдяки сприятливій урядовій політиці, такій як «зелені» тарифи, і зниженню вартості фотоелектричних технологій. Південні регіони України, включаючи Одеську, Херсонську та Запорізьку області, особливо добре підходять для виробництва сонячної енергії через високий рівень сонячного опромінення. Було створено численні великомасштабні сонячні електростанції, а невеликі установки на дахах стають все більш популярними серед домогосподарств і підприємств.

Вітроенергетика є ще однією сферою стрімкого зростання, оскільки величезні рівнини та прибережні території України створюють ідеальні умови для вітрових електростанцій. Найбільші вітрові проекти розташовані в південних і південно-східних регіонах, де постійні вітрові схеми

підтримують установки високої потужності. Уряд співпрацює з міжнародними інвесторами для будівництва сучасних вітряних електростанцій, що робить значний внесок у розвиток відновлюваних джерел енергії в країні.

Біомаса та біоенергетика мають значний потенціал в Україні завдяки великій кількості відходів сільського та лісового господарства. Установки на біомасі були розроблені для виробництва тепла та електроенергії, особливо в сільській місцевості, де доступ до традиційних джерел енергії може бути обмеженим. Це не тільки забезпечує стале джерело енергії, але й вирішує проблеми управління відходами.

Мала гідроенергетика також відіграє важливу роль у портфелі відновлюваної енергетики України. Країна має розгалужену мережу річок і струмків, які пропонують можливості для розвитку екологічно чистої гідроенергетики. Ці проекти часто здійснюються громадою, вони забезпечують електроенергією віддалені райони та підтримують місцеве економічне зростання.

Незважаючи на прогрес, сектор відновлюваної енергетики України стикається з проблемами. Триваюча війна з Росією серйозно вплинула на інфраструктуру, деякі проекти відновлюваної енергетики були пошкоджені або зупинені в зонах бойових дій. Невизначеність політики та затримки платежів виробникам відновлюваної енергії також викликали занепокоєння серед інвесторів. Крім того, мережева інфраструктура потребує модернізації для ефективної інтеграції переривчастих відновлюваних джерел та забезпечення надійності.

Тим не менш, зобов'язання України щодо переходу на чисту енергію залишаються сильними. Країна поставила амбітні цілі в рамках своєї Енергетичної стратегії до 2035 року, прагнучи збільшити частку відновлюваних джерел енергії в енергетичному балансі щонайменше до 25%. Партнерство з міжнародними організаціями та фінансовими установами

забезпечило вирішальну технічну та фінансову підтримку, допомагаючи Україні наблизитися до її цілей щодо відновлюваної енергетики [6].

Таким чином, відновлювана енергетика в Україні є маяком прогресу та стійкості. Незважаючи на те, що проблеми залишаються, розширення сектора підкреслює рішучість країни досягти більш стійкого, незалежного та стійкого енергетичного майбутнього.

## **2.2. Повоєнні зелені трансформації української енергетики**

Післявоєнна трансформація енергетичного сектору України, ймовірно, буде сформована поєднанням потреб у відбудові, економічних реалій, геополітичних факторів і глобального зеленого порядку денного. Можуть виникнути кілька сценаріїв залежно від темпів відновлення, міжнародної підтримки та здатності України стратегічно використовувати свої ресурси. Використовуючи сценарний метод, наведемо базові варіанти розвитку енергетики в Україні в повоєнний період.

### *1. Зелена реконструкція та декарбонізація*

У цьому оптимістичному сценарії Україна використовує післявоєнну відбудову як можливість переходу до сучасної сталої енергетичної системи. Володіючи значною міжнародною допомогою, використовуючи технічну експертизу та інвестиції, країна могла б зробити пріоритетом розвиток відновлюваних джерел енергії, енергоефективності та інфраструктури розумних мереж.

Важливим має стати розширення використання відновлюваних джерел енергії, так що сонячні, вітрові, біомасові та малі гідроелектростанції домінуватимуть у структурі енергетичного комплексу за підтримки оновленої політики та інвестиційних стимулів.

Модернізація мережі – серйозний виклик, який мають враховувати законодавці та ключові гравці енергетичного ринку. Також важливо зробити

акцент на інтеграції відновлюваної енергії та підвищенні стійкості мережі до зовнішніх загроз, включаючи заходи кібербезпеки. У цьому ж контексті, особливої актуальності набуває питання енергетичної незалежності в умовах постійних геополітичних флуктуацій. Зменшення залежності від викопного палива, особливо імпортованого, завдяки використанню внутрішніх відновлюваних ресурсів та інноваційних технологій, таких як зберігання енергії може зробити значний внесок у подолання цього виклику.

Ключовим аспектом зеленої трансформації енергетики стане європейська інтеграція: глибше узгодження з енергетичними стандартами ЄС, подальша інтеграція в європейську електромережу (ENTSO-E) та активна участь у європейських енергетичних ринках [4].

Таким чином, подібний сценарій позиціонує Україну як регіонального лідера у сфері зеленої енергетики та продемонструє потенціал сталого відновлення в країнах, що постраждали від війни.

## *2. Поступове відновлення за допомогою змішаних джерел енергії*

Більш обережна траєкторія може передбачати збалансований підхід, за якого Україна відновить свій енергетичний сектор шляхом поєднання існуючої інфраструктури з розвитком відновлювальної енергетики. Цей сценарій наголошуватиме на стабільності та доступності, поступово запроваджуючи зелені ініціативи.

Відновлення традиційної енергетики також має бути пріоритетом повоєнного відновлення. Атомні та вугільні електростанції, пошкоджені під час війни, можуть бути відремонтовані та модернізовані, щоб забезпечити надійне базове електропостачання. Крім того, необхідно забезпечити поступове зростання відновлювальних джерел енергії: проекти сонячної та вітрової енергетики будуть розширюватися незначними темпами через обмеження фінансування або політичних ініціатив.

Україна має значні нафтогазові ресурси: за даного сценарію в повоєнний період внутрішній видобуток природного газу буде збільшено для

підтримки енергетичної безпеки в умовах диверсифікації постачань. Визначення економічних пріоритетів: енергетична політика може надавати перевагу доступності та негайним потребам в енергії, а не амбітним цілям декарбонізації.

Цей сценарій врівноважує стійкість із практичними проблемами відновлення після руйнівного ефекту війни.

### *3. Відновлення, орієнтоване на викопне паливо.*

У менш прогресивному сценарії реконструкція енергетичного сектору може бути зосереджена на відновленні довоєнної інфраструктури викопного палива. Такий підхід може виникнути через фінансові обмеження, обмежену міжнародну підтримку або політичні рішення, які віддають перевагу негайній стабільності, а не довгостроковій стійкості.

Україна може почати відродження вугілля: із великими запасами вугілля може відновити свою популярність, особливо якщо міжнародне фінансування екологічної енергетики буде недостатнім. Україна може значною мірою покладатися на природний газ, включаючи імпорт СПГ із західних союзників, щоб подолати миттєву нестачу енергії [35].

Обмежені інвестиції у відновлювані джерела енергії можуть стати бар'єром для успішної повоєнної трансформації: проекти у сфері відновлюваної енергетики можуть відійти на другий план через вищі початкові витрати та матеріально-технічні проблеми після війни.

Отже, подібний сценарій може зробити Україну вразливою до майбутніх енергетичних криз, екологічних проблем і зниження конкурентоспроможності в глобальному переході до зеленої енергетики.

### *4. Високотехнологічний енергетичний хаб*

У цьому надзвичайно амбітному сценарії Україна використовує свою післявоєнну реконструкцію, щоб стати високотехнологічним енергетичним центром у регіоні. Це бачення вимагатиме далекоглядного лідерства, значних інвестицій і партнерства із світовими технологічними лідерами.

Зростання, зумовлене інноваціями, може бути проривним для розвитку національної економіки. Україна могла б запровадити передові технології, такі як виробництво водню, уловлювання вуглецю та зберігання енергії в масштабах. У цьому контексті варто звернути на цифрову трансформацію: інтелектуальні електромережі та управління енергією на основі штучного інтелекту підвищать ефективність і стійкість.

Україні слід застосовувати експортно-орієнтовану стратегію. Наша держава може позиціонувати себе як ключового експортера зеленої електроенергії до Європи, використовуючи свою географічну близькість і потенціал відновлюваної енергії. У той же час, інвестиції в освітні та навчальні програми створять кваліфіковану робочу силу для підтримки високотехнологічного енергетичного сектора [36].

Таким чином, цей сценарій міг би суттєво покращити економічну позицію та енергетичну безпеку України, узгоджуючи його з глобальними Цілями сталого розвитку.

Післявоєнна трансформація енергетичного сектору України стикається з численними проблемами, які ґрунтуються на руйнуванні, спричиненому війною, і значною кількістю структурних проблемах, які існували до цього. Одна з найактуальніших проблем – фінансова. Реконструкція енергетичної інфраструктури потребуватиме колосальних інвестицій, потенційно сягаючих десятків мільярдів доларів. Економіка України, перевантажена витратами під час війни, не може понести цей тягар сама, тому міжнародна допомога та приватні інвестиції є надзвичайно важливими. Однак залучення приватних інвесторів може виявитися складним через передбачувані ризики, такі як політична нестабільність, регуляторна невизначеність і можливість відновлення бойових дій [5]. Крім того, забезпечення міжнародного фінансування вимагатиме від України представити надійні та прозорі плани, що може бути складним у післявоєнному контексті.

Війна також завдала серйозної шкоди енергетичній інфраструктурі. Атомні електростанції, сонячні та вітряні електростанції, вугільні шахти,

лінії електропередач і сховища палива стали цілями, внаслідок чого країна залишилася з нерівномірною та крихкою енергетичною системою. Відновлення критично важливих об'єктів — це величезна робота, яка вимагає значних ресурсів. Проблема ускладнюється наявністю протипіхотних мін і боєприпасів, що не розірвалися, у зонах бойових дій, що може затримати зусилля з відновлення в районах зі значним потенціалом відновлюваної енергії. Застарілий характер енергетичної мережі України ще більше ускладнює зусилля з відновлення, оскільки системі важко інтегрувати відновлювані джерела та підтримувати надійність.

Енергетична безпека залишається ще однією серйозною проблемою. Історично склалося так, що Україна бореться із залежністю від імпорту енергоносіїв, зокрема природного газу. Війна підкреслила необхідність внутрішньої енергетичної незалежності, але розробка надійних альтернатив потребує часу. Навіть після війни енергетична інфраструктура може залишатися вразливою до диверсій або кібератак, що потребує інвестицій у заходи безпеки. У короткостроковій перспективі Україна, ймовірно, зіткнеться з дефіцитом енергії, що може перешкодити економічному відновленню та порушити повсякденне життя мільйонів громадян.

Питання політики та управління також створюють проблеми. Ефективна реконструкція вимагатиме стабільної та передбачуваної нормативної бази, але часті зміни політики в енергетичному секторі історично стримували інвестиції. Корупція, давня проблема в Україні, може ще більше ускладнити зусилля з відновлення, підриваючи громадську довіру та відлякуючи іноземних інвесторів. Стратегічне довгострокове планування буде необхідним для збалансування миттєвих енергетичних потреб з метою переходу до більш сталої системи [1].

Технологічні та логістичні перешкоди ще більше заважають прогресу. Значна частина енергетичної інфраструктури України була застарілою ще до війни, і її модернізація для використання відновлюваних джерел енергії та систем розумних електромереж потребуватиме значного досвіду та



фінансування. Інтеграція відновлюваних джерел, таких як вітрова та сонячна енергія, які за своєю природою є переривчастими, вимагатиме передових мережевих технологій та рішень для зберігання енергії. Війна також порушила ланцюги поставок, ускладнивши закупівлю обладнання та матеріалів, необхідних для реконструкції.

При здійсненні важливо враховувати соціальні та екологічні виклики. Війна призвела до міграції мільйонів людей, створивши дефіцит кваліфікованої робочої сили, необхідної для енергетичних проєктів. Відбудова громад і перенавчання робочої сили будуть вирішальними для відновлення енергетичного сектора. Крім того, перехід від викопного палива до відновлюваної енергії може зіткнутися з опором громад, які залежать від вугілля та інших традиційних джерел енергії, що потребує ретельного планування та підтримки для пом'якшення соціальних наслідків. Шкода навколишньому середовищу, спричинена війною, включно з деградацією землі та забрудненням, ще більше ускладнює зусилля з розробки проєктів сталої енергетики.

Насамкінець, Україна має орієнтуватися у своїх зобов'язаннях щодо глобальних кліматичних цілей, у тому числі тих, що викладені в Паризькій угоді. Терміновість реконструкції може призвести до пріоритетності швидких рішень, таких як відновлення інфраструктури, що працює на викопному паливі, за рахунок довгострокової стійкості [19]. Конкуренція за зелене фінансування є жорсткою в глобальному масштабі, і Україні потрібно буде ефективно позиціонувати себе, щоб залучити інвестиції в проєкти відновлюваної енергетики.

Кейс-стаді. Біометановий завод в Україні

Приблизний бізнес-план заводу з виробництва біометану в Україні

1. Резюме

Запропонований проєкт передбачає створення заводу з виробництва біометану в Україні, щоб отримати вигоду від великої кількості сільськогосподарських відходів країни та узгодити її цілі щодо розвитку

відновлюваної енергетики. Завод перетворюватиме органічні відходи на біометан, відновлюваний замітник природного газу, який можна закачувати в існуючу газову мережу або використовувати як чисте паливо для транспортних і промислових цілей. Це підприємство підтримує енергетичну незалежність України, розвиток сільської місцевості та зобов'язання щодо скорочення викидів парникових газів.

## 2. Аналіз ринку

Енергетичний ринок України переходить до сталого розвитку. Завдяки значній залежності від природного газу біометан є життєздатною альтернативою для зменшення залежності від викопного палива. Сільськогосподарський сектор, який генерує великі обсяги органічних відходів, забезпечує стабільну та недорогу сировину для виробництва біометану. Крім того, інтеграція біометану в європейську газову мережу відкриває можливості для експорту, використовуючи близькість України до ринків ЄС. Очікується, що попит на чисте паливо зростатиме, оскільки політика клімату всередині країни та ЄС заохочує декарбонізацію.

## 3. Обсяг і цілі проекту

- Побудувати завод з виробництва біометану потужністю переробки 100 тис. тонн сировини на рік.

- Виробляти приблизно 20 мільйонів кубічних метрів біометану на рік.

- Використовувати сільськогосподарські залишки, гній та харчові відходи як основну сировину.

- Досягти інтеграції з газовою мережею України для внутрішнього постачання та потенційного експорту.

- Підтримка місцевої сільської економіки шляхом створення робочих місць та використання місцевих ресурсів.

## 4. Розташування та ресурси

- Розташування: сільська місцевість у центральній чи західній Україні, поблизу великих сільськогосподарських підприємств. Важливою є близькість до газової мережі та транспортної інфраструктури.

- Сировина: Договори з місцевими фермами на постачання гною, поживних залишків та інших органічних відходів. Початкові контракти забезпечуватимуть не менше 100 тис. тонн на рік.

- Комунальні послуги: доступ до інфраструктури водопостачання, електрики та природного газу має вирішальне значення для роботи та інтеграції в мережу.

#### 5. Технології та процеси

- Технологія: Анаеробне зброджування для перетворення органічних відходів у біогаз з подальшим вдосконаленням технологій (мембранна адсорбція або адсорбція під тиском) для очищення біогазу в біометан.

- Побічні продукти: Дигестат, багатий поживними речовинами залишок процесу, буде продаватися як органічне добриво.

- Управління викидами вуглецю: потенційне впровадження уловлювання вуглецю для підвищення екологічних переваг і створення вуглецевих кредитів.

#### 6. Фінансовий план:

<b>Витрати</b>	
<b>Орієнтовні капіталовкладення:</b>	<b>\$12–15 млн</b>
-Будівництво заводу із закупівлею відповідного обладнання	\$10 млн
-Інфраструктура та мережева інтеграція:	\$2–4 млн
<b>Операційні витрати:</b>	<b>Приблизно \$2 млн на рік</b>
-Закупівля сировини	\$500 тис.
-Праця та накладні витрати	\$800 тис.
-Технічне обслуговування та комунальні послуги	\$700 тис.
<b>Доходи</b>	
<b>Продажі біометану за 600 доларів США за 1000 кубометрів (внутрішній або експортний ринки):</b>	<b>\$8 млн</b>
Продаж дигестату як добрива	\$400 тис.
Вуглецеві кредити та субсидії	\$750 тис.

## 7. Фінансування та інвестиції.

- Акція та боргове фінансування: Поєднання приватного капіталу (40%) і позик (60%).

- Гранти та заохочення: можливе залучення фінансування від Зеленої угоди ЄС, міжнародних кліматичних фондів і місцевих програм підтримки відновлюваної енергії.

- Період окупності: Орієнтовно 7–8 років за умови стабільних витрат на сировину та ціни на біометан.

## 8. Управління ризиками.

- Ризик постачання сировини: зменшується довгостроковими контрактами з кількома постачальниками.

- Регуляторний ризик: Тісна відповідність українській енергетичній політиці та стандартам ЄС щодо відновлюваної енергії.

- Ринковий ризик: Диверсифіковані потоки доходу, включаючи внутрішні та експортні продажі, зменшують залежність від єдиного ринку.

- Операційний ризик: Високоякісне обладнання та добре навчена робоча сила зведуть до мінімуму простої та неефективності.

## 9. Соціальний і екологічний вплив

- Зменшення викидів парникових газів шляхом компенсації використання викопного палива.

- Відведення органічних відходів зі звалищ, зменшення викидів метану.

- Створення 30–50 прямих і непрямих робочих місць у сільській місцевості.

- Сприяння сталим методам ведення сільського господарства шляхом використання дигестату як добрива.

## 10. Графік реалізації

- Етап 1 (0–6 місяців): Техніко-економічне обґрунтування, вибір місця та укладання угод щодо сировини.

- Етап 2 (6–18 місяців): Проектування, отримання дозволів та будівництво заводу.

- Етап 3 (18–24 місяці): Встановлення обладнання, тестування та введення в експлуатацію.

- Етап 4 (24+ місяці): Повномасштабна робота та інтеграція з газовою мережею.

#### 11. Висновок:

Цей біометановий завод є стратегічною інвестицією в Україні.

## РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗЕЛЕНИХ ФАКТОРІВ НА ЕКОНОМІЧНЕ ЗРОСТАННЯ

### 3.1. Опис емпіричної моделі та методології розрахунків

Формульний запис моделі (розширена і модифікована функція Кобба-Дугласа):

$$GDP = f(K, L, RE, OIL, EDU, TRADE)$$

$$\ln GDP = \ln K + \ln L + \ln RE + \ln OIL + \ln EDU + \ln TRADE$$

Таблиця 1 – Скорочення і відповідні показники

Скорочення	Показник
GDP	Реальний ВВП у USD 2015 року
K	Частка валового основного капіталу у ВВП, %
L	Робоча сила, млн. осіб
RE	Частка відновлювальної енергетики в загальному енергобалансі, %
OIL	Загальне споживання енергії на 1000 USD (енергоємність ВВП)
EDU	Частка людей, мінімум зі ступенем магістра, %
TRADE	Частка торгівлі у ВВП, %

**Об'єкт аналізу** – країни Великої сімки (США, Британія, Франція, Канада, Німеччина, Італія, Японія).

**Період** – 20 років (2003-2022).

**Гіпотези, що тестуються (і на короткому, і на довгому горизонті):**

1. Перевірити справедливість класичної функції Кобба-Дугласа на нових даних (вплив капіталу та праці на ВВП).

2. Відновлювальна енергетика – драйвер ВВП завдяки потужним економічним, соціальним та екологічним стимулам.

3. Енергоспоживання збільшує ВВП, оскільки є невід'ємною складовою виробництва (навіть в умовах циркулярної економіки)

4. Освіта стимулює економічне зростання завдяки збільшенню грамотної робочої сили з відповідною кваліфікацією та трансфером «освіта-знання-виробництво».

5. У довгостроковому періоді торгівля – драйвер ВВП через позитивні ефекти (виграш споживача та виробника), на короткому горизонті – можливі флуктуації.

### **Методологія:**

1. Перевірка на стаціонарність даних (тест Діккі-Фуллера).
2. Перевірка на наявність коінтеграції (тест Педроні).
3. Застосування повністю модифікованої регресії найменших квадратів (FMOLS) та динамічної регресії (DOLS).
4. Застосування векторної корекції помилок (VECM) та виявлення каузальних зв'язків у короткостроковому періоді за тестом Грейнджера.

## **3.2. Результати аналізу та рекомендації до впровадження**

### **Перебіг аналізу:**

1. Перевіримо змінні на стаціонарність, застосувавши тест Діккі-Фуллера (Augmented Dickey-Fuller test).

Таблиця 2 – Тест Діккі-Фуллера на стаціонарність (авторські розрахунки)

<b>Змінні (регресори+незалеж.)</b>	<b>Значення Р</b>	<b>Висновок</b>
GDP	0.214	Нестаціонарні
K	0.189	Нестаціонарні
L	0.655	Нестаціонарні
RE	0.187	Нестаціонарні
OIL	0.374	Нестаціонарні
EDU	0.941	Нестаціонарні
TRADE	0.219	Нестаціонарні

**Висновок до тесту.** Таким чином, усі змінні не є стаціонарними на 5% відсотковому інтервалі значущості. Це змушує перевірити дані на коінтеграцію.

2. Здійснимо перевірку даних на коінтеграцію – довгострокову залежність залежної змінної від незалежної (у цьому випадку, короткострокові флуктуації нехтуються). Застосуємо тест Педроні (найсучасніший з можливих).

Таблиця 3 – Тест Педроні на коінтеграцію (авторські розрахунки)

	<b>t-статистика</b>	<b>Значення p</b>
Модифіковане t Філіпса-Перрона (Modified Phillips-Perron t)	0.6536	0.2567
t Філіпса-Перрона (Phillips-Perron t)	-0.8154	0.1726
t доповненого Діккі-Фуллера (Augmented Dickey-Fuller t)	-1.1299	0.1293

**Висновок до тесту.** Таким чином, нульову гіпотезу відхилено за всіма критеріальними ознаками – наявна коінтеграція. У цьому випадку – варто застосувати оцінку регресію методами повністю модифікованої регресії найменших квадратів (FMOLS) та динамічної регресії (DOLS).

3. Застосування повністю модифікованої регресії найменших квадратів (Fully Modified Ordinary Least Squares regression) та динамічної регресії (Dynamic Ordinary Least Squares regression). Для цього додатково встановимо надбудову в STATA і введемо відповідну команду *xtcointreg*



Таблиця 4 – Результати FMOLS для визначених змінних (авторські розрахунки)

Змінна	Коефіцієнт	t-статистика
K	0.27	43.84
L	0.43	29.60
RE	0.03	5.46
OIL	-0.14	6.71
EDU	0.13	4.91
TRADE	0.21	44.98

Таблиця 5 – Результати DOLS для визначених змінних (авторські розрахунки)

Змінна	Коефіцієнт	t-статистика
K	0.42	38.64
L	1.47	21.76
RE	0.09	4.32
OIL	-0.01	6.02
EDU	0.05	4.70
TRADE	0.42	32.14

**Висновки щодо оцінки.** Згідно з результатами, можна сформулювати наступні висновки:

— При підвищенні частки валового основного капіталу у ВВП на 1% - реальний ВВП зростає на 0.27% (FMOLS) і на 0.42% (DOLS).

— При підвищення кількості робочої сили на 1% - реальний ВВП зростає на 0.43% (FMOLS) і на 1.47% (DOLS).

— При підвищення частки відновлювальної енергетики на 1% - реальний ВВП зростає на 0.03% (FMOLS) і на 0.09% (DOLS).

— При підвищення загального споживання енергії на 1000 USD на 1% - реальний ВВП зменшується на 0.14% (FMOLS) і на 0.01% (DOLS).

— При підвищення кількості робочої сили на 1% - реальний ВВП зростає на 0.43% (FMOLS) і на 1.47% (DOLS).

— При підвищення кількості людей мінімум зі ступенем магістра на 1% - реальний ВВП зростає на 0.13% (FMOLS) і на 0.05% (DOLS).

— При підвищення частки торгівлі у ВВП на 1% - реальний ВВП зростає на 0.21% (FMOLS) і на 0.42% (DOLS).

4. Застосуємо метод векторної корекції помилок (VECM) та виявлення каузальних зв'язків у короткостроковому періоді за тестом Грейнджера.

Таблиця 6 – Пошук каузальності в короткостроковому періоді (тест Грейнджера, авторські розрахунки)

<b>Залежна змінна GDP</b>	
K	0.21***
L	0.77***
RE	0.02*
OIL	-0.08*
EDU	-0.03
TRADE	0.2***
<b>Залежна змінна RE</b>	
GDP	0.04*
K	-0.02
L	2.88
OIL	-0.36
EDU	0.51
TRADE	-0.05
<b>Залежна змінна EDU</b>	
GDP	0.13**
K	-0.04
L	1.54
RE	0.02***
OIL	-0.11
TRADE	0.00

Примітка. \* - достовірність на рівні значущості 10%, \*\* - 5%, \*\*\* - 1%

Таким чином, наявна двостороння каузальність в таких парах:

- **RE ↔ GDP (і відновлювальна енергетика впливає на ВВП, і ВВП впливає на відновлювальну енергетика).**
- **SC ↔ GDP (і освіта впливає на ВВП, і ВВП впливає на освіту).**

Таблиця 7 – Вплив змінних на ВВП у довгостроковому періоді (VECM)

<b>Змінна</b>	<b>Значення коефіцієнта</b>	<b>Значення р</b>
K	0.42	0.000
L	1.62	0.000
RE	0.02	0.026
OIL	-0.01	0.014
SC	0.03	0.041
TRADE	0.14	0.000

**Висновок.** У довгостроковому періоді статистично значущими у впливу на ВВП є всі аналізовані регресори (валовий основний капітал, робоча сила, частка відновлювальної енергетики, енергоємність ВВП, частка людей зі ступенем магістра, частка торгівля у ВВП).

## ВИСНОВКИ

Відповідно до мети та завдань, було досліджено теоретичні та практичні аспекти зеленої трансформації економіки України в повоєнний період з урахуванням кращого глобального досвіду.

1. Було описано фундаментальні основи сталого розвитку та зелених енергетичних трансформацій. З'ясовано, що сталий розвиток - вид розвитку, який відповідає потребам сьогодення, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти власні потреби.
2. Обґрунтовано роль відновлюваних джерел енергії в озелененні енергетичного сектору. Визначено, що ці джерела енергії є ключовими для зменшення викидів парникових газів, зокрема діоксиду вуглецю. Проаналізовано ключові конкурентні переваги, а також слабкі сторони відновлювальної енергетики.
3. Вивчено глобальний та локальний досвід переходу до відновлювальної енергетики. З'ясовано, що 2022 рік став рекордним роком збільшення потужностей відновлюваної електроенергії, у 2018-2022 рр. щорічне збільшення потужностей становило близько 340 ГВт. Ключові політики, зокрема REPowerEU в Європейському Союзі, Закон про зниження інфляції (IRA) у Сполучених Штатах і 14-й п'ятирічний план Китаю щодо відновлюваної енергетики, стимулюють подальшу підтримку для прискорення впровадження відновлюваної електроенергії в найближчі роки.
4. Охарактеризовано сценарії потенційного розвитку енергетичного сектору в період повоєнного відновлення України: оптимістичний, реалістичний, негативний, проривний. Конкуренція за зелене фінансування є жорсткою в глобальному масштабі, і Україні потрібно буде ефективно позиціонувати себе, щоб залучити інвестиції в проекти відновлюваної енергетики. Наведено кейс-стаді – будівництво біометанового заводу в Україні як бенчмарк до залучення відповідних інвестицій. Розроблено приблизний бізнес-план такого підприємства.

5. Здійснено емпіричний аналіз впливу відновлювальної енергетики та інших суміжних чинників на зростання ВВП на основі модифікованої функції Кобба-Дугласа (з використанням інноваційних методів аналізу панельних даних та тестів каузальності). Встановлено, що У довгостроковому періоді статистично значущими у впливу на ВВП є всі аналізовані регресори (валовий основний капітал, робоча сила, частка відновлювальної енергетики, енергоємність ВВП, частка людей зі ступенем магістра, частка торгівля у ВВП).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ахмед З., Ахмад М., Рюб Х., Калугіна О. А. та Хуссейн Н. (2022). Економічне зростання, споживання відновлюваної енергії та екологічний слід: вивчення ролі екологічних норм і демократії в сталому розвитку. *Сталий розвиток*, 30 (4), 595-605.
2. Аль-Куда, А. А., Аль-Окайлі, М., і Алькуда, Х. (2022). Зв'язок між соціальним підприємництвом і сталим розвитком з точки зору економічного зростання: 15 країн «RCEP». *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 12(1), 44-61.
3. Антал, М., Ван Ден Берг, Дж. К. (2016). Зелене зростання та зміна клімату: концептуальні та емпіричні міркування. *Кліматична політика*, 16 (2), 165-177.
4. Бішоге О. К., Чжан Л. та Муші В. Г. (2018). Потенціал відновлюваної енергії для сталого розвитку в Танзанії: огляд. *Чисті технології*, 1(1), 70-88.
5. Чанг Л., Тагізаде-Хесарі Ф. та Сайдалієв Х. Б. (2022). Як ІКТ та відновлювані джерела енергії впливають на сталий розвиток?. *Відновлювана енергетика*, 199, 123-131.
6. Гюней, Т. (2019). Відновлювана енергетика, невідновлювана енергетика та сталий розвиток. *Міжнародний журнал сталого розвитку та світової екології*, 26(5), 389-397.
7. Д'Алессандро, С., Чеплінські, А., Дістефано, Т., і Дітмер, К. (2020). Реальні альтернативи зеленому росту. *Nature Sustainability*, 3(4), 329-335.
8. Хікель, Дж., Калліс, Г. (2020). Чи можливо зелене зростання?. *Нова політична економія*, 25 (4), 469-486.
9. Ібрагім, Р. Л., Аль-мулалі, У., Озтурк, І., Белло, А. К., і Раймі, Л. (2022). Про важливість відновлюваних джерел енергії для сталого розвитку: чи мають значення для Китаю екологічний фінансовий розвиток, технологічні інновації та економічна складність?. *Відновлювані джерела енергії*, 199, 262-277.
10. Цзяньчжун Х. У., Асенова А. та Єрохін В. (2018). Відновлювана енергетика та сталий розвиток у країні, багатій на ресурси: виклики виробництва енергії вітру в Казахстані. *Сталий розвиток*, 10(9), 3315.
11. Кайгусуз К. (2012). Енергія для сталого розвитку: приклад країн, що розвиваються. *Огляди відновлюваної та стійкої енергії*, 16(2), 1116-1126.
12. Кок Б. та Бенлі Х. (2017). Енергетичне різноманіття та ядерна енергетика для сталого розвитку Туреччини. *Відновлювана енергія*, 111, 870-877.
13. Лунд Х. (2007). Стратегії відновлюваної енергетики для сталого розвитку. *Енергія*, 32 (6), 912-919.
14. Маджид, М. (2020). Відновлювані джерела енергії для сталого розвитку в Індії: поточний стан, майбутні перспективи, проблеми, зайнятість та інвестиційні можливості. *Енергія, сталий розвиток і суспільство*, 10(1), 1-36.

15. Настасі Б., Марковська Н., Пуксец Т., Дуїч Н. та Фолі А. (2022). Виклики відновлюваної та стійкої енергії, які необхідно вирішити для досягнення Цілей сталого розвитку. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 157, 112071.
16. Омер, А. М. (2008). Енергетика, навколишнє середовище та сталий розвиток. *Огляди відновлюваної та стійкої енергії*, 12(9), 2265-2300.
17. Østergaard, P. A., Duic, N., Noorollahi, Y., & Kalogirou, S. (2022). Відновлювана енергія для сталого розвитку. *Відновлювана енергія*, 199, 1145-1152.
18. Østergaard, P. A., Duic, N., Noorollahi, Y., Mikulcic, H., & Kalogirou, S. (2020). Сталий розвиток з використанням технологій відновлюваної енергії. *Відновлювана енергія*, 146, 2430-2437.
19. Шахбаз, М., Шарма, Р., Синха, А., і Цзяо, З. (2021). Аналіз нелінійного впливу факторів економічного зростання на викиди CO<sub>2</sub>: розробка структури ЦСР для Індії. *Енергетична політика*, 148, 111965.
20. Шарма, А., Дхарвал, М., і Кумарі, Т. (2022). Відновлювані джерела енергії для сталого розвитку: Порівняльне дослідження Індії та Китаю. *Materials Today: Proceedings*, 60, 788-790.
21. Стрілковський, В., Цивін, Л., Тарханова, Е., Тваронавічене, М., & Петренко, Ю. (2021). Відновлювана енергетика в сталому розвитку електроенергетики: Огляд. *Енергії*, 14(24), 8240. Боровик, Ю. Т., Єлагін, Ю. В., Полякова, О. М., Боровик, Ю. Т., Єлагін, Ю. В., & Полякова, Е. Н. (2020). «Зелена економіка»: сутність, принципи, перспективи для України.
22. Буряк, Є. В., Редько, К. Ю., Чорновол, А. О., & Орленко, О. В. (2022). Соціально-економічні аспекти сталого розвитку України в умовах війни (євроінтеграційні аспекти). *Scientific notes of Lviv University of Business and Law*, 34, 135-143.
23. Воронько-Невіднича, Т., Коваль, О., & Колода, О. (2021). Управління розвитком підприємства як необхідна умова досягнення цілей сталого розвитку. *Економіка та суспільство*, (25).
24. Голуб, Г. А., Медведський, О. В., Ярош, О. Д., Кухарець, В. В., Кухарець, С. М., Соколовський, О. Ф., ... & Цивенкова, Н. М. (2018). Відновлювана енергетика в аграрному виробництві.
25. Горбаль, Н. І., & Ломага, Ю. Р. (2022). Циркулярна економіка—основа сталого розвитку підприємств. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія «Проблеми економіки та управління*, (6), 1.
26. Гречко, А. В., & Очеретяна, О. В. (2020). Дослідження еволюції наукової думки в аспектах визначення сутності поняття «сталий розвиток підприємства». *Підприємництво та інновації*, (15), 37-41.
27. Дороніна, І. (2020). Перспективи розвитку галузі «відновлювана енергетика» в Україні. *Вісник Національної академії державного управління при Президенті України*, (3 (98)), 111-118.
28. Кузнецов, М. П., & Лисенко, О. В. (2017). Можливості короткотермінового прогнозування сонячної енергії. *Відновлювана енергетика*, (1), 25-32.

29. Кузнецов, М. П. (2015). Фактори впливу вітрової енергетики на стійкість енергосистеми. *Відновлювана енергетика*, (2), 51-55.
30. Орлова, Н. С. (2015). Зелена економіка в умовах сталого розвитку України. *Менеджер*, (1), 45-50.
31. Офіційний вебсайт ConceptDraw. URL: <https://www.conceptdraw.com/How-To-Guide/social-sustainability>.
32. Павліха, Н. В., Цимбалюк, І. О., Хомюк, Н. Л., Войчук, М. В., Савчук, А. Ю., Коломечюк, В. В., & Цимбалюк, С. М. (2022). Безпека сталого розвитку регіонів та територіальних громад України на засадах інклюзивного зростання.
33. Руда, М. В., & Мазурик, М. М. (2021). Співпраця України та ЄС у сфері сталого розвитку: огляд перспектив. *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку*, 3(1), 204-211.
34. Федулова, Л. І. (2020). Тенденції розвитку та впровадження цифрових технологій для реалізації цілей сталого розвитку. *Економіка природокористування і сталий розвиток*.
35. Шаульська, Л., Перерва, П., & Кобелева, Т. (2023). Дослідження впливу підприємницьких ризиків на сталий розвиток підприємства. *Загальнодержавний науково-виробничий та інформаційний журнал «Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит»*, (3 (181)), 14-23.
36. Економіка і бізнес : підручник / за ред. Л. Г. Мельника, О. І. Карінцевої. Суми : Університетська книга, 2021. 316 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/83721>
37. Економіка та бізнес-інновації: підручник / за ред. д.е.н., проф. Л. Г. Мельника, д.е.н., проф. О. І. Карінцевої. – Суми : Університетська книга, 2023. – 702 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/91523>
38. Економіка розвитку: європейський досвід упровадження досягнень Industries 3.0, 4.0 та 5.0. : навч. посіб. / за ред. Л. Г. Мельника, Ю. М. Завдов'євої. Суми : Університетська книга, 2022. 608 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/91525>
39. Завражний К., Кулик А. Аналіз моделі діяльності компанії як основа для успішної цифрової трансформації та сталого розвитку. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Економічні науки»*. 2024. №1(111). С. 12-18. DOI: <https://doi.org/10.37734/2409-6873-2024-1-2> <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/94966>
40. Карінцева О. І., Тарасенко С. В., Розгон Ю. В. Інноваційний вектор реструктуризації міжнародного бізнесу у світлі Індустрії 4.0. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: «Економіка і менеджмент»*. 2024. № 59. С. 15-25. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/96456>
41. Карінцева, О. І., Литвиненко, С. М., Харченко, М. О., Ібрагім, Х. Ж., Дейнека, А. В., Чортюк, М. В. (2023). Розвиток креативної економіки як провідний напрям цифрових трансформацій: досвід Європи та практика України. *Підприємництво і торгівля*, (37), 27-40.



- <https://doi.org/10.32782/2522-1256-2023-37-03>  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/93539>
42. Карінцева, О., Кубатко, О., Любчак, В., Вороненко, В., Барченко, Н., & Мартинова, Н. Реструктуризація національного господарства до моделі цифрової економіки: доступ до інтернету. Економіка та суспільство, (66). 2024. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-126>.  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/97169>
43. Кубатко О., Озімс С., Вороненко В. Вплив штучного інтелекту на прийняття бізнес-рішень. Mechanism of an Economic Regulation. 2024. № 1(103). С. 17-23. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/94995>
44. Кубатко, О., Вороненко, В., Дяденко, О. (2024). Цифрові трансформації для безпеки персоналу підприємства в умовах надзвичайних ситуацій. Mechanism of an Economic Regulation, 2(104), 46-53. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/96769>
45. Мельник Л. (2021) Сучасні тренди економічного розвитку: Досвід ЄС та практика України: підручник / за ред. Л. Г. Мельника. Суми: ПФ «Видавництво “Університетська книга”», 2021. 432 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/89235>
46. Мельник Л., Карінцева О., Калініченко Л., Розгон Ю., Чорток М. Цифрові репутаційні перспективи України як фактор євроінтеграції в умовах інноваційної економіки. Економіка та суспільство, (52). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-52-78> ISSN 2524-0072  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/93535>
47. Мельник Л.Г., Бурлакова І.М. Ключові засади формування соціальної солідарної економіки. Практики соціальної солідарної економіки: європейський досвід для сталого розвитку України: монографія / за ред. д-рки екон. наук, проф. І. М. Сотник. Суми: Сумський державний університет, 2024. С. 10-23. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/97244>
48. Мельник Л.Г., Бурлакова І.М. Форми соціальної солідарної економіки. Практики соціальної солідарної економіки: європейський досвід для сталого розвитку України: монографія / за ред. д-рки екон. наук, проф. І. М. Сотник. Суми: Сумський державний університет, 2024. С. 24-34. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/97244>
49. Мельник, Л., Вороненко, В., Розгон, Ю., Ковальов, Б., Мазін, Ю. (2024). Вплив інтелектуального капіталу та штучного інтелекту на цифрові трансформації. Управління змінами та інновації, (9), 36-43. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/95156>
50. Мельник, Л., Карінцева, О., Калініченко, Л., Харченко, М., & Тарасенко, С. (2024). Цифрова трансформація бізнес-процесів в Україні: кращі практики вітчизняного бізнесу та сучасні виклики. Механізм регулювання економіки, (2 (104), 54-60. <https://doi.org/10.32782/mer.2024.104.07>  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/95813>
51. Мельник, Л., Ковальов, Б. (2020). Проривні технології в економіці і бізнесі (Досвід ЄС та практика України у світлі III, IV, і V промислових

- революцій. Сумський державний університет, с. 180.  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/79621>
52. Практики соціальної солідарної економіки: європейський досвід для сталого розвитку України : монографія / за заг. ред. д-рки екон. наук, проф. І. М. Сотник. Суми: Сумський державний університет, 2024. ISBN 978-966-657-986-0. 137 с.  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/97244>
53. Сотник І. (2018) Підприємництво, торгівля та біржова діяльність / І. Сотник, Л. Таранюк. – Суми: Університетська книга, 2018. – 572 с.  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/80114>
54. Сотник І. М. Соціальна та солідарна економіка: електронний навчальний посібник. Суми: СумДУ, 2022. 247 с.  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/88469>
55. Сучасні тренди економічного розвитку. Книга 1: Трансформації економічних систем: досвід ЄС в реалізації Industries 3.0, 4.0, 5.0: навчальний посібник / за ред. Л. Г. Мельника. Суми: Університетська книга, 2022. 608 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/91526>
56. Сучасні тренди економічного розвитку. Книга 2: Кращі практики ЄС для сестейнового розвитку : навч. посіб. / за ред. Л. Г. Мельника, Ю. М. Завдов'євої. Суми : Університетська книга, 2022. 608 с.  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/91527>
57. Kovalov, V., Karintseva, O., Kharchenko, M., Khymchenko, Y., & Tarasov, V. (2023). Methods of evaluating digitization and digital transformation of business and economy: the experience of OECD and EU countries. Економіка розвитку систем, 5(1), 18-25. <https://doi.org/10.32782/2707-8019/2023-1-3>  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/91585>
58. Kubatko O., Ozims S., Voronenko V., Konovalenko I. Artificial intelligence for business efficiency and civil defence fostering. Economic Scope. 2024. № 190, с. 141-147. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/95127>
59. Melnyk L., Matsenko O., Kalinichenko L., Holub A., Sotnyk I. Instruments for ensuring the phase transition of economic systems to management based on Industries 3.0, 4.0, 5.0. Mechanism of Economic Regulation. 2023. No. 1. P. 34-40.  
<https://doi.org/10.32782/mer.2023.99.06>  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/91226>
60. Melnyk, L., Sommer, H., Kubatko, O., Rabe, M., Fedyna, S. The economic and social drivers of renewable energy development in OECD countries // Problems and Perspectives in Management, 2020, 18(4), стр. 37–48  
[http://dx.doi.org/10.21511/ppm.18\(4\).2020.04](http://dx.doi.org/10.21511/ppm.18(4).2020.04)  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/82719>
61. Nikulina M., Sotnyk I., Derykolenko O., Starodub I. Unemployment in Ukraine's economy: COVID-19, war and digitalization. Mechanism of Economic Regulation. 2022. No. 1-2 (95-96). P. 25-32. DOI: <https://doi.org/10.32782/mer.2022.95-96.04>  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/89630>

62. Sotnyk I., Voronenko V., Maslii M., Nikulina M., Xing L. How digital transformation of the economy can improve employment in Ukraine. *Kyiv Economic Scientific Journal*. 2023. No. 1. P. 76-85. <https://doi.org/10.32782/2786-765X/2023-1-10>  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/92320>
63. Tarasenko S., Karintseva O., Slabko T. Analysis of AI policy in Ukraine: normative impact on the restructuring of the economy // *Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво*. 2024. Вип. 2 (132). С. 37-44. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/96436>
64. Tu Yu-Xia, Kubatko O., Karintseva O., Piven V. Decarbonisation drivers and climate change concerns of developed economies // *International Journal of Environment and Pollution*. 2021. 69. С. 112-129. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijep.2021.125194>.  
<https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJEP.2021.125194>
65. Tuliakova, A., Karintseva, O., & Tarasenko, S. (2024). Dynamic capabilities as a success-factor of the long-term business alliance: the case of siemens and atos. *Entrepreneurship and Innovation*, (32), 105-111. <https://doi.org/10.32782/2415-3583/32.16>.  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/96845>
66. Voronenko V., Kovalov B., Kharchenko M., Hrytsenko P., Omelyanenko V. The Development of the digital transformation of socio-economic and ecological systems. *International Journal of Ecology & Development*. 2024. Vol. 39. No. 1. P. 1-10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10839944>  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/95121>
67. Zavrzhnyi, K., Kulyk, A., Voronenko, V., Sokolov, M., & Antunes de Abreu, O. (2024). Formation of strategic directions for the use of artificial intelligence in the enterprise to achieve the goals of sustainable development. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 5(58), 470–483. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/97179>