

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет біології, географії та екології**  
**Кафедра географії та екології**

**АНАЛІЗ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ**  
**РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ**

Кваліфікаційна робота (проект)  
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Виконала: здобувачка 2 курсу 05-216 М  
групи

Спеціальності 101 Екологія

Освітньо-професійної програми «Екологія»

Столецька Олена Олегівна

Керівник к.б.н. доц. Сараненко І.І

Рецензент к.б.н. доц. кафедри геоботаніки,

грунтознавства та екології Дніпровського

національного університету імені Олеся

Гончара Лісовець О.І.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	3
<b>РОЗДІЛ 1 РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ</b> .....	5
1.1. Історичні передумови розвитку безвідходного виробництва.....	5
1.2. Декарбонізація як пріоритет сталого розвитку.....	6
1.3. Сучасні технології енергозбереження.....	12
<b>РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ</b> .....	15
2.1 Кореляційно-регресійний аналіз в екологічних дослідженнях.....	15
<b>РОЗДІЛ 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕНДЕНЦІЙ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ У СВІТОВОМУ ПРОСТОРІ</b> .....	19
3.1. Рейтинги країн за індексом екологічної ефективності та викидами вуглецю.....	19
3.2. Аналіз найбільших компаній світу у секторі відновлюваних джерел енергії.....	26
<b>РОЗДІЛ 4 ДИНАМІКА РЕАЛІЗАЦІЇ ЗЕЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ</b> .....	29
4.1. Аналіз провідних українських компаній у секторі ВДЕ.....	29
4.2. Перспективи технологій ресурсозбереження в Україні.....	32
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	34
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	36
<b>ДОДАТКИ</b> .....	39
<b>ДОДАТОК А</b> .....	40
<b>ДОДАТОК Б</b> .....	41

## ВСТУП

**Актуальність теми** Управління ресурсами та їх ефективне використання є однією з головних проблем, з якими ми стикаємося сьогодні, і є ключовим питанням екологічної політики. За весь час свого існування людство досягло неймовірних результатів в розвитку промисловості, технологій, видобуванню копалин та інших видів діяльності, які, на жаль завдали немалої шкоди нашій планеті Земля. Люди покладаються на природні ресурси для виживання, але не всі джерела можуть відновлюються. Зберігаючи наші природні ресурси, ми можемо зменшити викиди парникових газів і мати більш позитивний вплив на біосферу. Зменшення так званого вуглецевого сліду від населення людства та збереження наших природних джерел для боротьби зі зміною клімату допоможуть зробити нашу планету придатною для життя для майбутніх поколінь. Зараз настав час для країн, що розвиваються, отримати більше цінностей, створених у цій революції зелених технологій, і використати це для розвитку своїх економік, зробити їх більш стійкими до потрясінь і зменшити нерівність.

**Мета та завдання дослідження** Метою кваліфікаційної роботи магістра є аналіз практик ресурсозбереження в Україні та світі. Сучасні розробки відновлювальної енергетики, процес декарбонізації як один з основних напрямків ресурсозбереження в сучасному світі. Для досягнення мети кваліфікаційної роботи магістра необхідно виконати наступні завдання:

1. Аналіз основних напрямків декарбонізації та сучасних методів енергозбереження;
2. Аналіз найбільших компаній світу у секторі відновлюваних джерел енергії;
3. Оцінювання рейтингів країн з індексом екологічної ефективності та викидами вуглецю;

4. Проведення кореляційно-регресійного аналізу за показниками країн-лідерів з реалізації технологій ресурсозбереження.
5. Оцінювання перспектив ресурсозбереження для України.

**Об'єкт дослідження** реалізація технологій ресурсозбереження в Україні та світі.

**Предмет дослідження** екологічний стан країн та континентів.

**Методи дослідження** аналітичний, математичний, статистичний метод, кореляційно-регресійний аналіз, метод лінії тренду.

**Науковою новизною** роботи є комплексний аналіз ресурсозберігаючих тенденцій у світі та в Україні. Використання кореляційно-регресійного аналізу з лінією тренду для огляду як змінюється стан навколишнього середовища при використанні ВДЕ.

**Практичне значення одержаних результатів** робота з екологічних досліджень ресурсозбереження присвячена аналізу тенденцій використання ВДЕ для збереження ресурсів Землі. Практичне значення полягає у прогнозуванні доцільності використання ресурсозберігаючих технологій та принципів для всіх країн світу.

**Апробація результатів дослідження:**

Підсумком результатів дослідження з першого і четвертого розділу є написання статті на тему «Світовий досвід впровадження зелених технологій» та її публікація у 23 випуску альманаху «Магістерські студії» Херсонського державного університету.

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, чотирьох розділів (6 підрозділів), висновку та списку використаних джерел з 30 найменувань. Загальний обсяг роботи складає 43 сторінки, з яких 31 сторінка основного тексту, 6 таблиць та 16 рисунків, 2 додатка на 3 сторінках.

# РОЗДІЛ 1

## РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

### 1.1. Історичні передумови розвитку безвідходного виробництва

Приблизно це було лише в 320 році до нашої ери, в Афінах, був створений самий перший відомий закон, який забороняє практику сміттєзвалищ. У стародавніх містах відходи різних джерел викидали на ґрунтові вулиці та дороги, де вони там і накопичувалися та створювали критичну для життя та здоров'я ситуацію. У той час система вивезення сміття та відходів почала розвиватися у Греції та містах східного Середземномор'я. У Стародавньому Римі власники нерухомості відповідали за прибирання вулиць перед їх власністю. Методи утилізації були дуже неприємними, включали відкриті ями, розташовані за межами міських стін. Зі збільшенням населення намагалися вивозити відходи далі від міст. Після падіння Риму збір відходів і муніципальна санітарія почали занепадати, що тривало протягом Середньовіччя. Ближче до кінця XIV століття сміттярам було доручено возити у сміттєзвалища за стінами міста, але ця практика не була у менших містах, де більшість людей все ще викидає сміття на вулиці. Лише в 1715 році майже кожне місто в Англії повинно було мати офіційного сміттяра (відомо що у Венеції на сьогодні досі є люди яких називають сміттярами – вони забирають сміття у населення для вивозу). Ближче до кінця XVIII століття в Америці масований збір сміття було розпочато у Бостоні, Нью-Йорку та Філадельфії. Однак методи утилізації відходів були ще дуже грубими. Сміття, зібране у Філадельфії, наприклад, просто скидали у річку Делавер нижче за течією міста. З часом появи технологій та стрімкого розвитку

людини на планеті Земля, країни в усьому світі швидко розширюються, виробляючи величезну кількість ресурсів такі як: будівельні матеріали, продукти харчування, чиста питна вода, газ, нафту, електроенергію, які живлять економіку, що стрімко розвивається. Оскільки міста це динамічні системи, неминучим наслідком споживання ресурсів є відходи, стічні води та забруднене повітря. Технологічні інновації минулого не зменшили темпи споживання ресурсів, що викликає занепокоєння, що підвищення ефективності може не бути остаточним рішенням для забезпечення хорошого життя для всіх у межах планети. Слід створити ефективні системи для задоволення потреб людини, а потім оптимізувати їх для екологічної ефективності. Реалізація міста без відходів потребує вкладів і великих внесків з низки різних галузей досліджень, дисциплін, включаючи смарт-міста, циркулярну економіку та безкоштовні, сприятливі заходи, такі як фаб-лабораторії та винахідливість виробників [6,14].

## **1.2. Декарбонізація як пріоритет сталого розвитку**

Тенденція до потепління триває протягом тривалого часу, її темпи значно зросли за останні сто років через спалювання викопного палива. Зі збільшенням чисельності населення зріс і обсяг спаленого викопного палива. Викопне паливо включає вугілля, нафту та природний газ, і їх спалювання викликає так званий «парниковий ефект» в атмосфері Землі. Залишки, що утворюються при спалюванні цих ресурсів, перешкоджають виходу тепла з атмосфери. Такими парниковими газами є вуглекислий газ, хлорфторвуглеці, водяна пара, метан і окис азоту. Надлишок тепла в атмосфері спричинив підвищення середньої глобальної температури з часом, інакше відоме як глобальне потепління. Глобальне потепління породило ще одну проблему під назвою зміна клімату [1,2]. Іноді ці фрази використовуються як синоніми, однак вони різні. Зміна клімату

стосується змін погодних умов і сезонів вегетації в усьому світі. Це також відноситься до підвищення рівня моря, спричиненого розширенням теплих морів і таненням крижаних покривів і льодовиків. Глобальне потепління викликає зміну клімату, яка становить серйозну загрозу життю на Землі у формі широкомасштабних повеней і екстремальних погодних умов. Необхідно досягти енергетичним системам, підприємствам зі зменшеним викидом вуглецю. Це доволі серйозна робота, яка вимагатиме значних інвестицій у низьковуглецеву інфраструктуру, починаючи від електростанцій до електромобілів, більш ефективних приладів і врешті-решт продуманих планів побудови будівель. На сьогодні не так багато країн рухаються у правильному напрямку щодо вирішення цього питання. Такі країни як: Китай, США та Канада, Данія, Південна Корея, Фінляндія, Велика Британія, Японія, Україна, Норвегія, Бразилія просуваються далі, ніж багато інших, які виводять певні принципи та методи щодо переходу до нульового рівня викидів шкідливих відходів у атмосферу Землі. Серед таких принципів є пом'якшення наслідків зміни клімату або декарбонізація – комплекс заходів з обмеження масштабів або темпів глобального потепління і пов'язаних з цим наслідків. Як правило, це пов'язано зі скороченням антропогенних викидів. На виробництво, споживання енергії припадає приблизно три чверті викидів парникових газів, що спонукало розробити стратегії, які зможуть допомогти країнам повністю задовільнити енергетичні потреби з нульовою кількістю викиду вуглецю: декарбонізація, електрифікація, оптимізація електроенергії. По суті, усі країни повинні скористатися цими принципами:

1. Перехід до безвуглецевих технологій для виробництва електроенергії – декарбонізація.
2. Перехід до зменшення споживання енергії за рахунок підвищення ефективності – оптимізація.

### 3. Відмова від викопного палива та його спалювання – електрифікація [3].

Існують важливі чинники, що стоять за декарбонізацією ряду певних країн. Інвестиції в енергоефективність – прямі зобов'язання щодо чистої, ефективної енергії та декарбонізації: Китай, Данія, Норвегія та Велика Британія, Об'єднані Арабські Емірати протягом останніх років зменшували свою енергоємність. Це свідчить про покращення енергоефективності власної економіки та зменшення попиту на енергію. Ці країни єдині, хто запровадив комплексний набір інвестиційних програм для підвищення енергоефективності. Цілі щодо повної декарбонізації базуються на десятиліттях зусиль, які ці країни вже доклали до енергетики. Ефективності, відновлюваної енергії та сталого розвитку. Більше країн повинні наслідувати їх приклад у встановленні чітких цілей декарбонізації.

Гідроенергетика та інвестиції у відновлювані джерела енергії, які не пов'язані з гідроелектростанціями. Прогрес багатьох країн у декарбонізації електроенергії зумовлений інвестиціями у вітрову, сонячну фотоелектричну та геотермальну енергію. Гідроенергетика важлива в електроенергетичних системах країн з особливим географічним розташуванням біля водойм: Бразилії, Колумбії та Кенії які також близькі до нульового викиду вуглецю. Норвегія, Данія та Велика Британія майже не отримували електроенергію з ВДЕ, не пов'язаних з гідроенергетикою. Зростання відновлюваних джерел енергії в Китаї було невеликим у відсотках від його потреб в електроенергії, але величезним в абсолютному вираженні, оскільки зараз це найбільший ринок сонячної та вітрової енергії. Енергетична матриця Бразилії використовує найбільше відновлюваних джерел енергії в індустріально розвиненому світі, з 50% його енергія виробляється за допомогою води, вітру та сонця. Бразилія використовує гідроелектроенергію з кінця XIX століття, але 1960 і 1970 роки відзначилися етап збільшення інвестицій у будівництво великих



заводів. Зараз Бразилія має друге місце за величиною гідроелектростанцій в світі. Відкритий у 1984 р. після двосторонньої угоди з Парагваєм, гребля Ітайпу наразі має встановлену потужність 14 000 МВт, з 20 генераторних установок. Цього достатньо, щоб забезпечити близько 80% всієї електроенергії, яка споживається в Парагваї 20% від попиту в Бразилії [5].

Японія та її економіка, яка сильно постраждала від пандемії COVID-19, головним чином, завдяки значному внутрішньому споживанню електроенергії, але, як виявилось, нещодавно закордонний попит знизився, що затьмарило перспективи економіки країни, яка залежить від експорту. Зростання цін на енергоносії, викликане вторгненням в Україну в лютому 2022 року, завдало доволі серйозного удару по Японії, створивши нову актуальність щодо забезпечення стабільних поставок енергії, одночасно прагнучи створити дієвий метод між економічним зростанням і захистом навколишнього середовища [4]. Міністерство економіки, торгівлі та промисловості (METI) Японії розробило нову стратегію зеленого зростання, яка передбачатиме підтримку інновацій, що зменшують викиди вуглецю ключових галузях промисловості в Японії – очікується, що водень відіграватиме головну роль у переході Японії на чисту енергію, як і уловлювання, використання та зберігання вуглецю (CCUS – Carbon Capture, Utilization and Storage), враховуючи при цьому значну залежність країни від викопного палива. Зростання добробуту та економічна модернізація корелюють з електрифікацією енергетичного сектора: Китай є однією з країн з найсильнішим зростанням і найвищою часткою споживання електроенергії порівняно з загальним споживанням енергії. Електрифікація за галузям – будівництво житлової інфраструктури та використання транспорту. Безумовно, найбільша частка ринку електроенергії та зростання спостерігається у секторі будівель, як у житлових, так і в службових. У всьому світі частка електроенергії збільшилася на ринку з 19% від загального споживання енергії в будівлях у 1990 році до 31% у 2017 році. Найбільше зростання

спостерігалось в країнах з економікою, що розвивається (Бразилія, Китай, Коста-Ріка, Індія). Об'єднанні Арабські Емірати пропонують на сьогодні поширення технології уловлення та зберігання вуглецю або УЗВ. Така технологія дає надію, що саме через таке рішення заповниться прогалина через конкурентоздатність промисловостей та міжнародними кліматичними цілями [3]. Новий проєкт з використанням технології УЗВ отримав комерційний статус, що підвищує довіру до неї як до оптимального рішення скорочення викидів CO<sub>2</sub>. Emirates Steel (Абу-Дабі) Проєкт Al Reyadah, що у перекладі з арабської означає лідерство, справді виводить ОАЕ в лідери цієї передової технології, здатної суттєво скоротити викиди CO<sub>2</sub> (рисунок 1.1).



**Рисунок 1.1 — 3 стадії УЗВ запропоновані компанією Emirates Steel, де EOR - підвищене вилучення вуглецю [15]**

Норвегія сама пропонує декарбонізацію мінеральних добрив. Відомо, аміак – важливий елемент у виробництві мінеральних добрив і процес виробництва аміаку доволі вуглецевмісний. Завод Yara Porsgrunn відіграє важливу роль в області декарбонізації мінеральних добрив в ЄС, CO<sub>2</sub> який буде уловлений під час виробництва аміаку, буде транспортуватись до західної частини узбережжя Норвегії, де буде глибоко схований під морським дном (таблиця 1.1).

### Процес УЗВ (уловлювання та затримка вуглецю)[15,16]

Етап процесу	Опис процесу
<b>Уловлювання після спалювання</b>	Уловлювання CO <sub>2</sub> з димового газу електростанції CO <sub>2</sub> після спалювання відходів, оскільки Далі CO <sub>2</sub> відокремлюється після спалювання палива електростанцією.
<b>Уловлювання до спалювання</b>	Паливо конвертується у водень і монооксид вуглецю. Газоподібний монооксид вуглецю та пара після цього перетворюються в H <sub>2</sub> та CO <sub>2</sub> .
<b>Спалювання збагаченого киснем палива</b>	Передбачається використання блоку розподілу повітря, який відокремлює азот від повітря та випускає кисень
<b>Відокремлення CO<sub>2</sub></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Абсорбція або адсорбція (відокремлення CO<sub>2</sub> за допомогою розчинників)</li> <li>• Використання мембран</li> <li>• Дистиляція</li> <li>• Мінералізація</li> <li>• Термічні процеси</li> </ul>
<b>Абсорбція та адсорбція</b>	передбачає відокремлення CO <sub>2</sub> від азоту.
<b>Використання мембран</b>	здійснюється за допомогою мембрани, крізь яку може проникнути CO <sub>2</sub> , але жодні інші молекули газу.
<b>Дистиляція</b>	використовується для розподілу рідин
<b>Мінералізація</b>	CO <sub>2</sub> вступає в реакцію з мінералом, утворюючи інший твердий мінерал
<b>Термічні процеси</b>	після охолодження суміші CO <sub>2</sub> та пари, пара у кінцевому підсумку конденсується у рідку воду, залишаючи чистий газ CO <sub>2</sub>

Стратегія спалювання відходів та переробки їх в енергію є також однією з розробок Норвегії. Виробництво енергії з відходів залишається ліпшим варіантом у випадку, коли їх не можна уникнути чи переробити. Єдиним методом, що дозволить глибоко декарбонізувати цей процес, є установка технології уловлювання вуглецю. Це також матиме позитивний

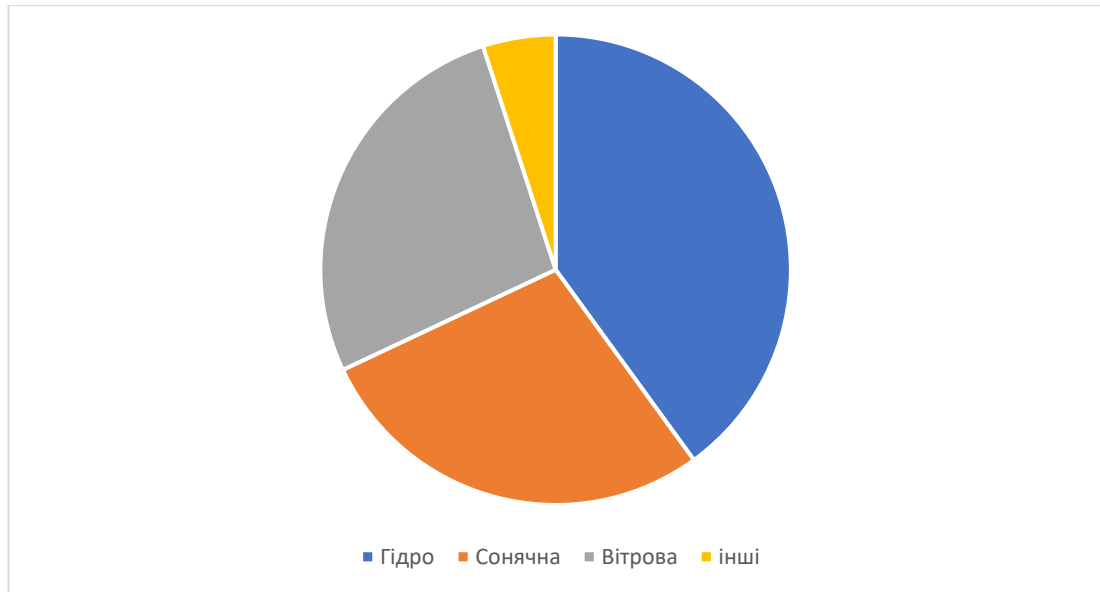
ефект у процесі декарбонізації централізованого теплопостачання та виробництва енергії з відходів. Україна обрала зелене відновлення в секторі ВДЕ, це відбувається з використанням доступних і сучасних технологій (сонячні електростанції, гідро- та вітрові електростанції) Фінляндія слугує лабораторією для екологічних рішень. Тільки у 2010 році Фінський сектор відновлюваної енергетики зріс на 5,6% за рахунок продажів 17,9 млрд бразильських реалів. За цим стоїть Організація "Cleantech Finland", що об'єднує понад 2000 стабільних технологічних компаній у країні, сприяє контакту між ними та з потенційними інвесторами. Нещодавно Бразилія підписала угоду про технологічну співпрацю договір з Фінляндією. Сфера спільного інтересу між двома країнами є офшорних технологій, оскільки Фінляндія має традиції суднобудування в регіоні, а також бурових платформ і видобування нафти.

### **1.3. Сучасні технології енергозбереження**

Щоб забезпечити життєздатну альтернативу викопному паливу, багато компаній прагнуть розробити альтернативні джерела енергії, які не виробляють атмосферного вуглецю.

Сонячна та вітрова енергія зараз є одними з найдешевших джерел енергії, а сонячні батареї доступні для власників будинків у великому масштабі. Інші альтернативи, такі як геотермальна енергія та енергія припливів, ще мають бути розгорнуті в масштабах. Також відома практика встановлення вітрових електростанцій, які засновані на відновлювальних джерелах – вітру. Відновлювані джерела енергії є рубежем для впровадження зелених технологій, оскільки викопне паливо визнано значним рушієм зміни клімату. За даними управління енергетичної інформації, сонячна та вітрова енергія разом склали 55%

нових енергетичних потужностей, доданих у 2021 році. Гідроенергетика 40%, інші джерела енергії 5% (рисунок 1.2).



**Рисунок 1.2 — Звіт за 2021 році щодо використання ВДЕ**

Застосування інтелектуальних технологій: високоефективні теплові насоси, енергоефективне утеплення, світлодіодні ліхтарі, хаби розумного будинку є хорошим способом заощадити енергію у вашому домі. Оскільки все більше людей починають брати на себе відповідальність за збереження навколишнього середовища та активно працюють над контролем споживання енергії, всесвітні компанії продовжуватимуть створювати нові технології енергозбереження [7,18].

Однією з технологічних сучасних інновацій, яка може виявитися поза увагою багатьох людей – це магнітокалорійне охолодження. Дана технологія використовує магнітні поля для нагрівання та охолодження об'єкта чи області, контролюючи температуру, при цьому не використовуючи стільки енергії, скільки використовують традиційні джерела. Згідно з деякими дослідженнями, магнітокалорійне охолодження може зменшити споживання енергії на 20-30% порівняно зі стандартними методами охолодження. Оскільки він не використовує жодних хімічних холодоагентів, він також усуває ризик витоку цих

токсинів у навколишнє середовище. Зберігання і транспортування холодних продуктів може стати значно доволі ефективнішим з точки зору енергоефективності [8,18].

Науковці постійно шукають нові можливості та методи для підвищення ККД і використати більш дешевих матеріалів для ВДЕ. Вченим з Китаю вдалося трохи збільшити ефективність органічних сонячних батарей. Модулі зроблені з пластмаси та вуглецю – дешевші за кремнієві. Завдяки гнучкій структурі ВДЕ можна прикріпити на вікна, дахи, фасади, дерева тощо. На відміну від інших відновлюваних джерел енергії, біомасу можна перетворювати безпосередньо на рідке паливо, яке називається «біопаливо», щоб допомогти задовольнити потреби транспортного палива. Два найпоширеніші типи біопалива, що використовуються сьогодні – це етанол і біодизель, обидва з яких представляють перше покоління технології біопалива. Як і дизельне паливо, отримане з нафти, біодизель використовується для палива двигунів із запалюванням від стиснення (дизель). Біодизель можна змішувати з нафтовим дизелем у будь-якому процентному співвідношенні, включаючи В100 (чистий біодизель) і, найпоширенішу суміш, В20 (суміш, що містить 20% біодизеля, 80% нафтового дизеля). Серед відновлюваних, потенційних джерел енергії все більше виділяються новітні системи виробництва біопалива, засновані на процесах так званої "Відновлювальної нафти", такі системи "Відновлювальної нафти", дозволять налагодити виробництво палива, використовуючи технології переробки олій, які отримують з будь-якої тригліцеридної сировини, що поставляється з сільськогосподарського сектора економіки. Це можуть бути зернові культури, водорості, тваринні жири тощо.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИКА КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ

#### 2.1 Кореляційно-регресійний аналіз в екологічних дослідженнях

Сучасна наука набирає обертів та з кожним прожитим днем для людства стає зрозуміло що всі природні явища та стан пов'язані з людською діяльністю. Будь-які дослідження мають комплексний характер. При екологічному контролі, наприклад, оцінюють певний ряд хімічних чинників, природніх або антропогенних показників, або забрудненість ґрунтів від пестицидних добрив при цьому всьому виникають питання про їх взаємозв'язок даних параметрів чи ознак.

В біологічних або екологічних дослідженнях доволі часто зустрічаються показники з іншим видами (або видом) взаємозв'язків. Зв'язок, при якому значення однієї змінної може відповідати декільком значенням іншої, називається статистичним зв'язком. Таким чином, той самий статистичний метод, який використовується для дослідження взаємозв'язків, називають кореляційним аналізом [22, с.2; 23, с.4].

Кореляція – це залежність, коли будь-якому значенню однієї змінної величини може відповідати декілька різноманітних значень іншої змінної, які полягають у зв'язку між двома величинами  $X$  та  $Y$  відповідно. Якщо звернутися до історичних даних, то вперше термін кореляції був застосований Жоржом Кюв'є в його праці “Лекції порівняльної Анатомії”(1806). Термін кореляції згадується у працях з математичного обґрунтування Огюста Бриве у 1846 році, розвинене в генетиці, біометрії та біологічних дослідженнях та впроваджене після Гальтоном та Пірсоном у 1886 році.[26, с.3] Вже пізніше було відомо про екологічне дослідження вмісту важких металів у ґрунті та кореляційну залежність їх

нагромадження від властивості ґрунтів, яке провела Н.М. Цветкова (1992, 2011 роки) при Національному університеті імені Олеся Гончара.

Дослідження такого характеру взаємозв'язку починається з побудови графічних зображень за результатами вимірів в системі координат, де кожна пара результатів буде відображатись власною точкою, графічна залежність називається кореляційним полем (або діаграмою розсіяння). Кореляційне поле тут відображає статистичний взаємозв'язок між результатами вимірів. Якщо аналізувати це кореляційне поле, де за допомогою нього можна оцінити спрямованість, тісноту, або форму взаємозв'язку [22, с.3].

Для того щоб оцінити на скільки тісний взаємозв'язок використовують модуль спеціального показника – це коефіцієнт кореляції. Абсолютне його значення визначається в межах від 0 до 1 і позначають цей коефіцієнт англійською літерою  $r$ . Коефіцієнт кореляції дає вже кількісну оцінку статистичного взаємозв'язку між результатами тих чи інших вимірів в дослідженнях.

*Таблиця 2.1*

**Значення та певні границі коефіцієнта кореляції [23]**

<b><math>r</math></b>	<b>Визначення показника</b>
$r=0$	Відсутність кореляції
$r = 1$	Взаємозв'язок функціональний
$0,2 < r < 0,4$	Взаємозв'язок слабкуватий
$0,7 < r - < 0,99$	Сильний взаємозв'язок

Для оцінки статистичного взаємозв'язку, коли вимірювання проведено в шкалі відношень або інтервалів і форма взаємозв'язку лінійна, використовується коефіцієнт кореляції Браве-Пірсона, коефіцієнт Ст'юдента та багато інших, але все залежить від певного дослідження та вирішення за яким коефіцієнтом вести даний аналіз аналітику. Кореляційні коефіцієнти показують спрямованість зв'язку.



Коефіцієнт кореляції який від'ємний показує обернену пропорційну залежність і навпаки – позитивний знак коефіцієнта кореляції буде характеризувати пряму залежність. Квадрат коефіцієнта кореляції називають коефіцієнтом детермінації (визначає міру лінійної залежності) [22, с. 5-6]. У практичних дослідженнях одразу виникає необхідність апроксимувати дані дослідження (описати наближено) за допомогою діаграм розсіяння математичним рівнянням. У системі координат рівняння прямої лінії має наступний вигляд  $y = (f) x$ :

$$y = a + bx \quad (2.1)$$

Такий вид рівняння для статистичної залежності називається рівнянням регресії, це не тільки залежність середніх значень випадкової величини  $y$  від величини  $X$ , але і завдання регресії є прогнозування, а також побудування точкової моделі.

Слід додати про кореляційний динамічний ряд або лінія тренду, яка характеризує доволі плавні зміни явищ, які можуть бути викликані різноманітними обставинами короткочасних відхилень. Лінія тренду робить кореляційний аналіз більш складним процесом для аналізу рядів динаміки, при цьому тренд може бути бічним, зростаючим або падаючим відповідно. Вибір функції за якою будується лінія тренду залежить змін даних у часі.

Проаналізувавши декілька робіт з кореляційно-регресійного аналізу тієї чи іншої проблеми можна виявити наступні стандартні пункти етапів проведення екологічних досліджень:

- 1) Збір фактичних даних аналітиком, використавши при цьому лабораторні дані або дані із загальних реєстрів – це фундамент для початку кореляції. Зазвичай природні вища та діяльність людини є об'єктами дослідження і залежать не одного або двох показників факторів, а від кількісних.

- 2) Аналітик може обрати ті дані, ті які його можуть зацікавити, та можуть стати основою для пошуку оптимального рішення у вирішенні проблеми, яку досліджують.
- 3) Визначення коефіцієнту  $r$ . Після розрахунку, аналітик шукає залежність та границю коефіцієнту.
- 4) Наступний крок – це за допомогою двох залежних ( $X$  та  $Y$ ) будується точкова модель для подальшої регресії – прогнозування, до цього додається лінія тренду.
- 5) При отриманні результатів парних лінійних кореляційних моделей, виникає можливість зробити висновок про наявність тісного, слабкого або середнього (за допомогою таблиці границі залежності коефіцієнтів) прямолінійного зв'язку між відібраним факторними і результативним показниками.
- б) За допомогою регресії – прогнозування, можна розробити вихід або метод для покращення екологічного стану навколишнього середовища.

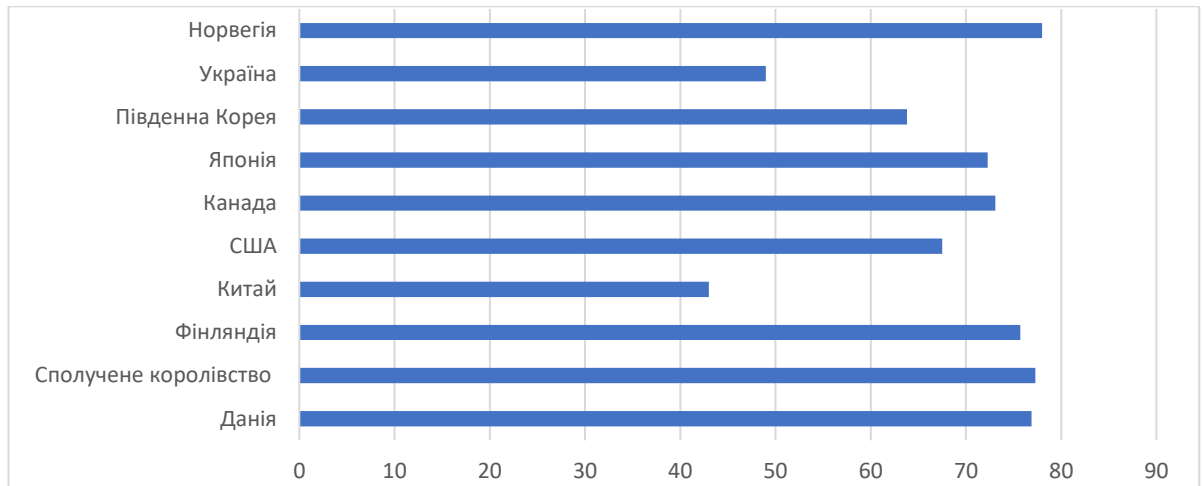
Отже, підсумуємо, будь-яка діяльність спричинена людиною має за собою певні наслідки на навколишнє середовище. Оцінити результати можна за допомогою статистики – кореляційно-регресійного аналізу, побудувавши певну математичну модель з прогнозуванням вирішення тієї чи іншої екологічної проблеми. Якщо модель багатofакторна і метод буде відповідний, це надає змогу оцінити не тільки внутрішні, але і зовнішні фактори. Лінія тренду буде використовуватись для загальної тенденції змін. Складність екологічних та біологічних досліджень буде полягати в нескінченному просторі варіантів процесів та властивостей об'єктів які досліджують.

## РОЗДІЛ 3

### ВИЗНАЧЕННЯ ТЕНДЕНЦІЙ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ У СВІТОВОМУ ПРОСТОРИ

#### **3.1. Рейтинги країн за індексом екологічної ефективності та викидами вуглецю**

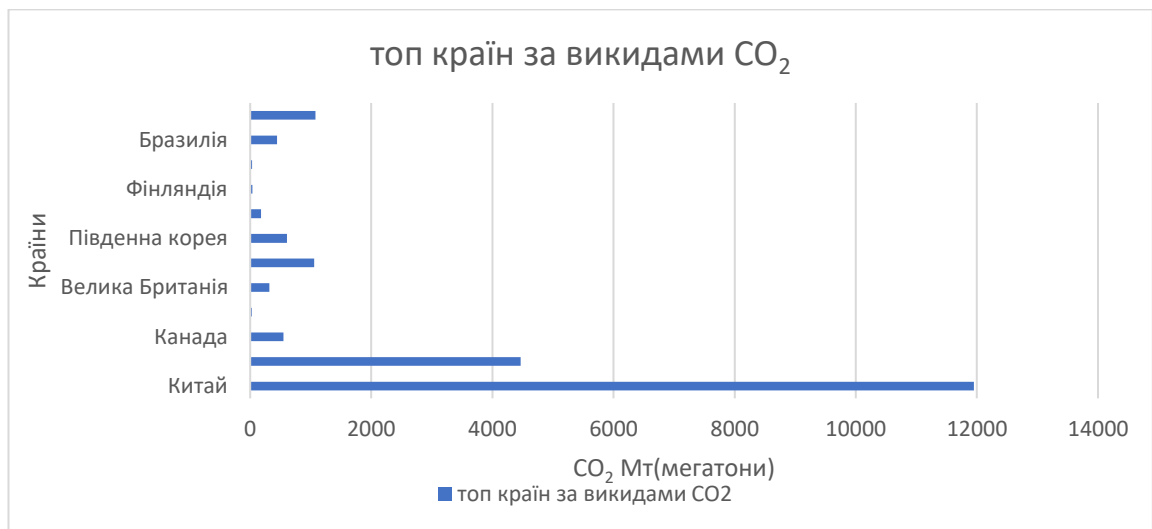
ЕРІ або Індекс екологічної ефективності – вважається міжнародною системою рейтингу, яка вимірює стан навколишнього середовища та стійкість країн. Ці індикатори дають змогу оцінити в національному масштабі, наскільки країни близькі до встановлених цілей екологічної політики. Загальний рейтинг екологічної ефективності показує, які країни найкраще вирішують екологічні проблеми, з якими стикається кожна нація. Він дає змогу виявляти проблеми, встановлювати цілі, відстежувати тенденції, розуміти результати та визначати найкращі методи політики. Високі результати політики пов'язані з багатством де вираховують ВВП на душу населення, це означає, що економічне процвітання дає можливість націям інвестувати в політику та програми, які ведуть до бажаних результатів. Кореляційно-регресійний аналіз заснований на даних і фактах, також може допомогти урядовцям удосконалити свої політичні плани, полегшити спілкування з ключовими зацікавленими сторонами та максимізувати віддачу від інвестицій у навколишнє середовище. Індекс екологічної ефективності за 2020 рік, який спільно розробляють Єльський і Колумбійський університети (обидва США) з 2002 року, визначає Норвегію як країну з найкращим екологічним показником із загальним балом 78. Топ 10 кращих країн виглядає наступним чином (рисунок 3.1):



**Рисунок 3.1 — діаграма найкращих екологічних показників країн світу топ 10 (2020 рік)[10]**

Більшість країн із низькими оцінками, таких як Китай, Україна та Бразилія – це країни, які віддають перевагу економічному зростанню над стійкістю, або ті, які борються з громадянськими заворушеннями та іншими кризами. Якщо вірити прогнозам вчених, Китай може стати найбільшим і другим за величиною викидами парникових газів у 2050 році, незважаючи на те, що нещодавно вони пообіцяли стримати темпи зростання викидів. Розвинені країни, як правило, мають найбільше вуглецевих викидів в атмосферу та викидів парникових газів на країну. Це значною мірою пов'язано з їхніми потужними енергетичними галузями, які спалюють доволі таку велику кількість викопного палива для виробництва електроенергії, а також більшим відсотком мешканців, які мають власний транспорт, що значно сприяє викидам вуглецю. Такі галузі, як обробна промисловість і виробництво м'яса мають значний внесок. В той же час країни можуть зменшити вуглецеві викиди різними способами. Методи, які часто застосовуються, можуть включати у себе виробництво електроенергії з ВДЕ замість викопного палива, підвищення енергоефективності, просування біопалива та застосування у транспорті, зменшення викидів CO<sub>2</sub> від транспортних засобів,

відновлення парникових газів, таких як метан, зі звалищ і димових труб, припинення вирубки лісів. Багато країн пообіцяли використовувати ці та інші кроки, щоб запобігти великих викидів вуглецю, що значить, що великі і не тільки підприємства країн видаляють стільки CO<sub>2</sub>, скільки виділяють (рисунок 3.2).



**Рисунок 3.2 - Лінійна діаграма топ країн за викидами вуглецю [10]**

Фактично, кілька країн спроможні все ж таки стати країнами з негативним викидом вуглецю, які видаляють з повітря навіть більше CO<sub>2</sub>, ніж додають. Це ще означає, що окремі громадяни також можуть зменшити свій так званий вуглецевий слід, вибравши пішохідну прогулянку, їзду на велосипеді, спільне використання автомобілів або громадський транспорт замість власного, використовувати багаторазові контейнери чи пляшки замість індивідуальних пластикових, зменшивши при цьому загальне споживання електроенергії. Китай є найбільшим „спонсором„ викидів CO<sub>2</sub> у світі, з 11951,12 Мт викидів вуглекислого газу в 2020 році. Сполучені Штати займають друге місце за кількістю викидів вуглецю з 4475,11 Мт. Для більш точного вимірювання того, чи успішна політика країни зменшує викиди CO<sub>2</sub>, часто корисно вивчити не лише

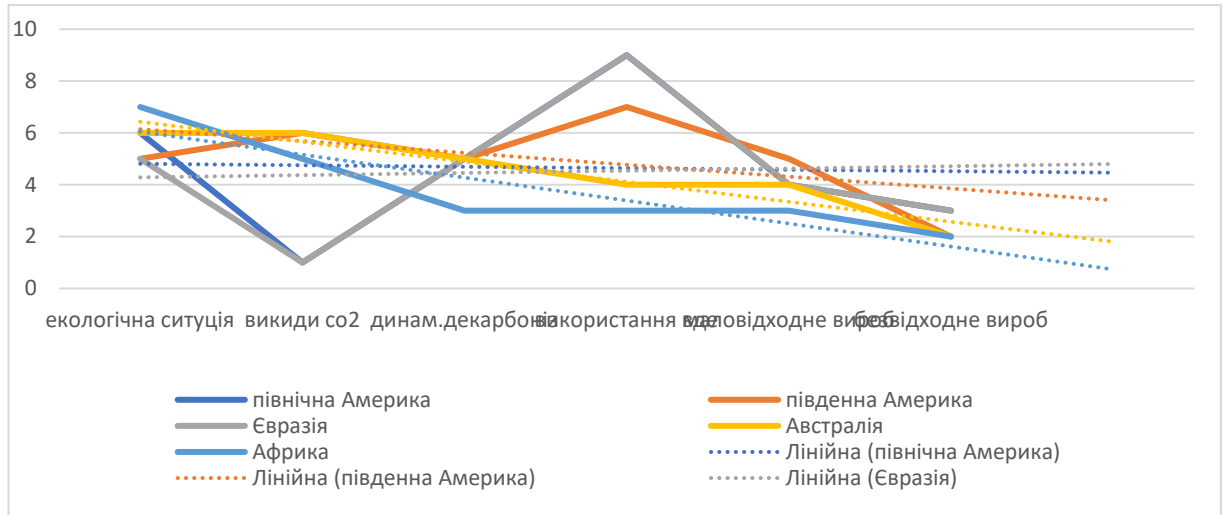
загальні викиди, а й викиди CO<sub>2</sub> на душу населення, або вираховувати за допомогою спеціальних формул [9,10,11]. Наступним чином, потрібно відобразити загальну картину реалізації ресурсозбереження у всьому світі, оцінивши кожний чинник за десятибальною шкалою, де: 0 – найнижча можлива оцінка; 1-3 – низька оцінка; 4-6 – помірна оцінка(середня); 7-9 – висока оцінка; 10 – абсолютно найкраща оцінка (максимальна). Для того щоб оцінити світові континенти за різноманітними екологічними та ресурсоемними показниками скористаємось мапами (Додаток А, Додаток Б). Запаси природних ресурсів позначимо: Л-лісові ресурси; Со-ресурси світового океану; Р-рудні копалини; Н-нафта (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

**Оцінювання реалізації ресурсозберігаючих технологій на континентах за 10-ти бальною шкалою [9,28]**

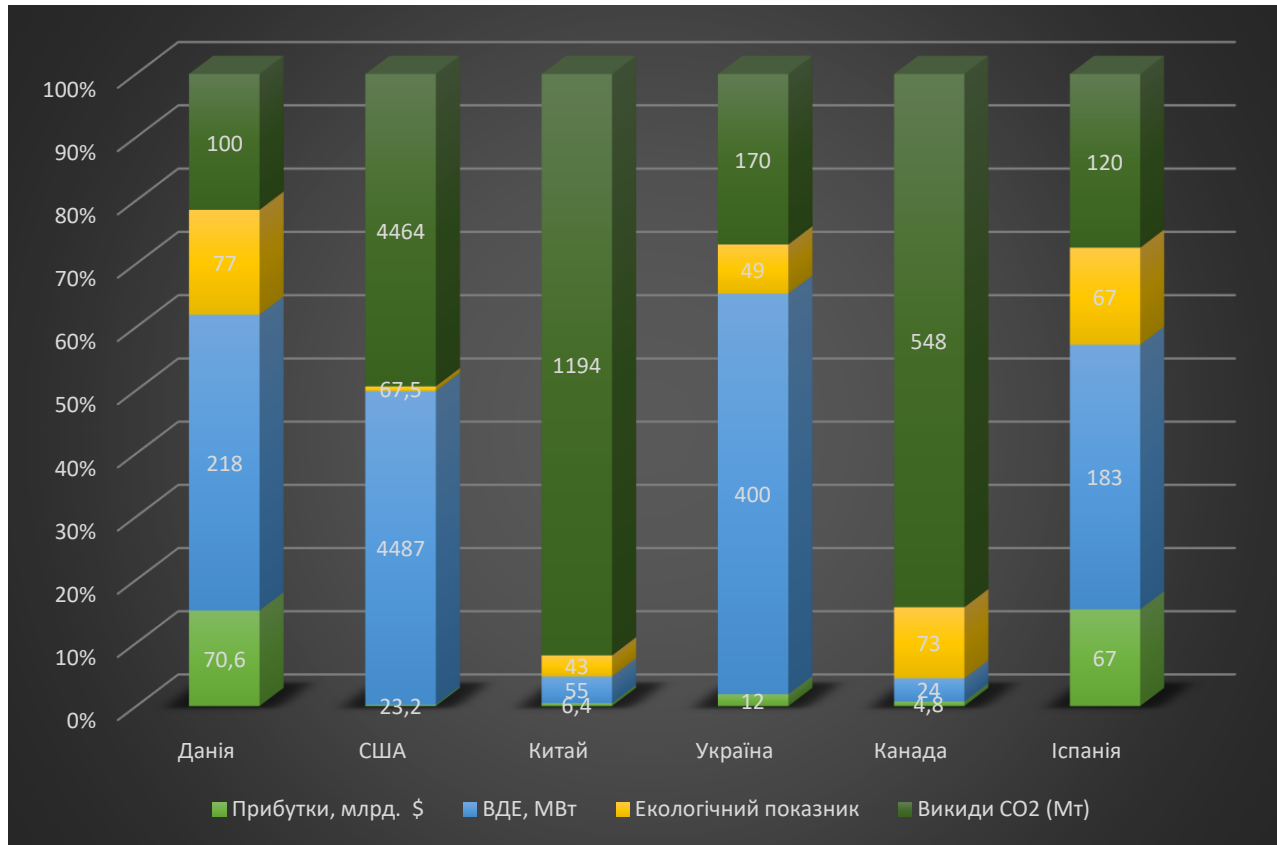
<b>Показники реалізації</b>	<b>Північна Америка</b>	<b>Південна Америка</b>	<b>Євразія</b>	<b>Австралія</b>	<b>Африка</b>
Запаси природних ресурсів	Л-6; Со-8; Р -8; Н-9	Л – 8; Со-6; Р-7; Н-5	Л-8; Со-8; Р-8; Н-10	Л-2;Со – 7; Р – 7; Н-5	Л-3; Со-7; Р- 7; Н-6
Екологічна ситуація (з використанням мап)	6	5	5	6	7
Викиди CO <sub>2</sub>	1	6	1	6	5
Динаміка декарбонізації	5	5	5	5	3
Використання ВДЕ	9	7	9	4	3
Маловідходне виробництво	4	5	4	4	3
Безвідходне виробництво	3	2	3	2	2
Країни-лідери з реалізації ресурсозберігаючих технологій	Канада США	Бразилія	Японія Китай Данія Іспанія Україна Німеччина	Квінсленд Південна Австралія Уельс Вікторія	Алжир Лівія Єгипет Туніс

Розглянемо Екологічну ситуацію, викиди CO<sub>2</sub>, динаміку декарбонізації, маловідходне та безвідходне виробництво за допомогою точкової діаграми та ліній тренду, побудованої у Microsoft Exel (рисунок 3.3).



**Рисунок 3.3 — лінія тренду для 5 континентів оцінки екологічної ситуації та ресурсозбереження**

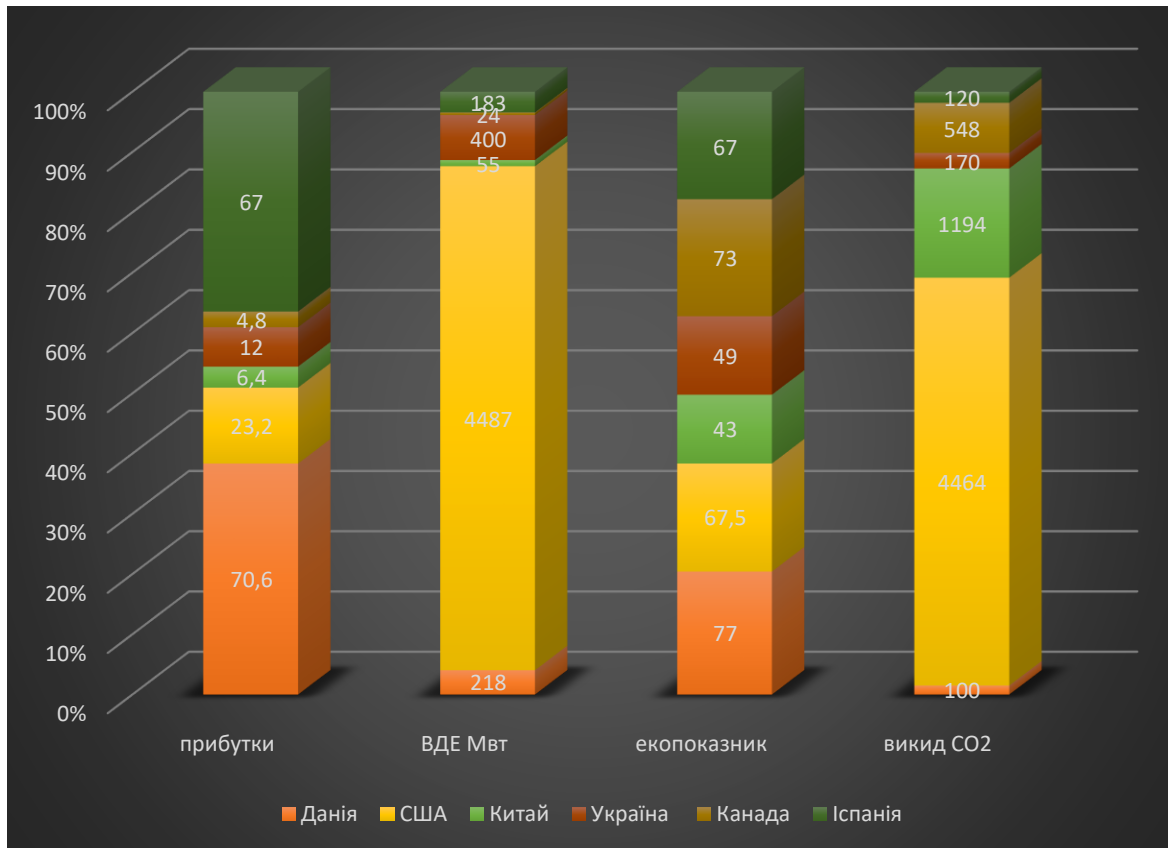
Лінія тренду для північної Америки та Євразії на початку графіку має зростаючий темп для викидів CO<sub>2</sub>, як для найбільшої проблеми цих континентів. Надалі ці лінії плавно переходять у горизонтальний напрямок, що означає стабільність та невисокий рівень діоксиду вуглецю через використання та впровадження ВДЕ, що значною мірою покращує екологічний стан, але не на значну кількість. Всі інші континенти мають спадаючу лінію тренду в залежності від їх екологічних показників. Чим вищий бал показника тим лінія тренду могла б збільшитись. Тенденція ресурсозбереження має поступове впровадження, такі методи розробляються роками. Проведемо кореляційно-регресійний аналіз для країн-лідерів з використання ВДЕ та реалізації технологій ресурсозбереження (рисунок 3.4 – 3.5).



**Рисунок 3.4 — Графічна модель залежності між прибутками зеленої енергії, екологічними показниками, викидами CO<sup>2</sup> та кВт енергії що виробляється**

Графічно відображено залежність кВт зеленої енергії: чим більше кВт виробляється компаніями з ВДЕ тим кращим буде екологічний показник, але чим більше прибутків вкладає компанія у свої ВДЕ тим частіше прибуток може бути від'ємним.





**Рисунок 3.5 — Графічна модель залежності між країнами-лідерами з ВДЕ та показниками ВДЕ, прибутком, екопоказником та CO<sub>2</sub>**

Викиди CO<sub>2</sub> суттєво помітні на графічній моделі у США та Китаю, але з поступовим використанням ВДЕ викиди CO<sub>2</sub> в інших країнах помітно зменшується, це говорить про те що використання ВДЕ надає перевагу більшу ніж використанням рудних копалин або нафти. Виконаємо кореляційно-регресійний аналіз. За залежні змінні «у» прийняті:  $y_1$  - екологічний стан;  $y_2$  - викиди CO<sub>2</sub> (МВт); за незалежні «х»:  $x_1$  - прибутки від реалізації ресурсозберігаючих технологій  $x_2$  – ВДЕ (МВт) чистої енергії. Визначимо для країн-лідерів вплив та тісноту зв'язку між екологічним станом і викидами вуглецю та прибутками від реалізації ресурсозберігаючих технологій і ВДЕ (таблиця 3.2).

У результаті проведеного аналізу виявлено, що:

1. у Данії, США, Китаї, Україні, Канаді, Іспанії є кореляційна залежність та тісний зв'язок між показниками ВДЕ та викидами CO<sub>2</sub> (0,95; 0,90). При збільшенні використання чистої енергії зростає

кількість карбону (IV) оксиду, що свідчить про повільний перехід підприємств у країнах на безвідходні технології;

- реалізація ресурсозберігаючих технологій впливає на екологічні показники на 56% з тісніотою зв'язку 31%;

Таблиця 3.2

### Результати кореляційно-регресійного аналізу

$y_n - x_n$	$y_1 - x_1$		$y_1 - x_2$		$y_2 - x_1$		$y_2 - x_2$	
Коефіцієнти (для всіх країн)	R	R <sup>2</sup>	R	R <sup>2</sup>	R	R <sup>2</sup>	R	R <sup>2</sup>
	0,56	0,31	0,15	0,02	0,28	0,08	0,95	0,91
<b>Країни</b> <b>високою</b> <b>тісніотою</b> <b>зв'язку</b> <b>показників</b>	з Канада		Канада		Канада, Іспанія		Канада, Іспанія, Данія, США, Україна, Китай	

- спостерігається закономірність (тіснота зв'язку 33,5%) щодо підвищення екологічних показників та зменшення викидів карбону (IV) оксиду при збільшенні виробництва та використання ВДЕ і реалізації технологій ресурсозбереження у Канаді.

- Данія найактивніше реалізує технології ресурсозбереження та отримує високі прибутки, найменше забруднює повітря CO<sub>2</sub> та має найвищий екологічний показник, також набирає обертів з ВДЕ.

Отже, потрібно зазначити, що для якнайшвидшої декарбонізації необхідно одночасно використовувати ВДЕ та реалізовувати технології ресурсозбереження. Яскравим прикладом того, що збільшення використання ВДЕ при повільному переході на безвідходні технології призводить до значного забруднення повітря CO<sub>2</sub> є США.

### 3.2. Аналіз найбільших компаній світу у секторі відновлюваних джерел енергії

Сектор ВДЕ стабільно розвивається останніх кількох років і десятиліть. Стає очевидним, що чиста енергетика — це шлях сталого та зеленого майбутнього. Ось 10 найбільших компаній з відновлюваної енергетики у світі (таблиця 3.3):

Таблиця 3.3

### Аналіз компаній світу з впровадження ВДЕ та технологій [12,20,27]

Назва компанії	Потужності ВДЕ Вт	Країна походження Прибуток від ВДЕ	Розробки та проекти
Iberdrola	60,77 МВт	Іспанія \$56,8 млрд	Виробництво, розподіл, торгівля та маркетинг електроенергії. Головні проекти компанії: Офшорний вітровий комплекс East Anglia Hub. Офшорна вітрова електростанція Кітті Хоук. Офшорна вітрова електростанція Park City
NextEra Energy	61МВт	США \$20,9 млрд.	У 2022 році мала близько 61 800 МВт встановленої генеруючої потужностей, половина від зеленої енергії. Цілі зосереджені на зниженні витрат на відновлювані джерела енергії для клієнтів і на тому, щоб зробити енергію доступнішою.
Ерстед	7,45 ГВт	Данія 18,7 мільярда доларів	Займається розробкою, будівництвом і експлуатацією ВДЕ. Надає енергетичні продукти та послуги своїм клієнтам..
Vestas	164МВт	Данія 15,2 мільярда доларів	Має понад 164 МВт вітрових турбін, встановлених у 88 країнах.. Наразі найбільшою турбіною в їх портфоліо є V236-15,0 МВ. Вона здатна виробляти до 80 ГВт-год щороку.

## Продовження таблиці 3.3

Назва компанії	Потужності ВДЕ Вт	Країна походження Прибуток від ВДЕ	Розробки та проекти
Siemens Gamesa Renewable Energy	122МВт	Іспано-німецька \$10,3 млрд	Виробляють вітрові турбіни, також надають офшорні та наземні вітрові послуги. Мають понад 122 МВт встановленої вітрової потужності.
Jinko Solar Co. Ltd.	55ГВт	Китай \$6,4 млрд	Китайська компанія, що займається СЕС. Зосереджена на виробництві компонентів для сонячних продуктів, таких як кремнієвий монокристалічний матеріал для елементів, модулів і пластин.
Brookfield Renewable Partners LP	24ГВт	Канада \$4,8 млрд.	Підтримує енергетичний сектор за допомогою установок з ВДЕ. СЕС- 2300 встановленої потужності. ВЕС - установки потужністю 5400 МВт(105 об'єктів) ГЕС - 8 100 МВт встановленої потужності (229 об'єктів)
Enphase	4412МВт	США 2,3 мільярда доларів	Американська компанія, що займається СЕС розробляє, виробляє та розповсюджує рішення для житлових будинків для світового фотоелектричного ринку. Розробка - мікроінверторна технологія перетворює сонячне світло на надійне джерело енергії для населення світу.
Apple	15ГВт	США 2,5 млрд доларів	Дана компанія має центри ВДЕ від якої живиться на 100% та надає доступ до зеленої енергії для 5млн. американських будинків. Щороку виділяє кошти для створення на екологічно перероблених батарей для смартфонів та екологічно чистих корпусів для електроніки.
Danfoss	3,5 МВт	Данія 3,5 млрд доларів	створюють більш “зелені” та комфортні кліматичні умови в будівлях та оселях споживачів, а також постачають великий обсяг послуг з меншою кількістю відходів CO <sub>2</sub> та сприяють поетапного розвитку декарбонізації.

## РОЗДІЛ 4

### ДИНАМІКА РЕАЛІЗАЦІЇ ЗЕЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ

#### 4.1. Аналіз провідних українських компаній у секторі ВДЕ

У 2021 році українській енергетиці довелося вичікувати, в якому напрямку розвиватиметься енергетичний сектор країни. У секторі відновлюваної енергетики також спостерігалася невизначеність. З одного боку, український уряд почав поступово виконувати свої зобов'язання за Меморандумом про взаєморозуміння щодо врегулювання проблемних питань у секторі відновлюваної енергетики України, який був досягнутий у червні 2020 року в результаті медіації в Центрі вирішення спорів Енергетичного Співтовариства між урядом України та Національною комісією, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП).

Президент України був одним із підписантів Глобального вітроенергетичного маніфесту в рамках COP26 (Міжнародної конференції ООН з питань зміни клімату), який передбачає припинення споживання вугілля до 2035 року. У 2019 році Україна увійшла до десятки країн світу за рівнем розвитку відновлюваної енергетики; у цьому ж році рейтинг Bloomberg New Energy Finance (Bloomberg NEF) Climatescore поставив Україну на восьме місце серед 100 країн світу за рівнем розвитку та застосування "зеленої" економіки та перспективами використання низьковуглецевих джерел енергії; у 2020 році країна посіла п'яте місце серед європейських країн за рівнем розвитку сонячної енергетики; у 2021 році рейтинг Bloomberg NEF розмістив Україну на 48 місці серед 136 країн за загальним інвестиційним потенціалом країни. На щастя, у секторі відновлюваної енергетики працює низка компаній, які

використовують ресурсозберігаючі та зелені технології (таблиця 4.1) [17,13].

Таблиця 4.1

**Рейтинг українських компаній, які найбільше вкладали у  
екомодернізацію у 2021 році [21]**

Назва компанії	Розробки та проекти
ДТЕК ВДЕ	Прийнято рішення про відмову від вугільної генерації Компанія ввела в експлуатацію першу в Україні літій-іонну систему зберігання енергії потужністю 1 МВт. Це комерційний пілотний проєкт, який регулює частоту в енергосистемі.
"Clear Energy group"	Напрямки компанії – генерація енергії з біогазу та біомаси, а також управління полігонами. Щогодинно станція спалює 300 м <sup>3</sup> вогненебезпечного газу метану, шкідливість якого у 23 рази вища за викиди вдуоксида вуглецю.
"Регіональна газова компанія"	Компанія розробляє біометановий проєкт, для чого підписала угоду про співпрацю з Біоенергетичною асоціацією України. Разом вони починають модернізацію газорозподільних систем для виробництва, транспортування, розподілу та використання біометану та вже інших синтетичних газів.
ГК "Укртепло"	У місті Токмак Запорізької області побудовано Придніпровську біоелектростанцію, яка працює на відходах сільського господарства – лушпинні соняшника та солоні. Потужність станції становить 8,7 МВт електроенергії та 25 МВт тепла. Сільськогосподарське виробництво постачає ТЕС сировину, а станція забезпечує підприємство дешевою електроенергією.
МХП	Компанія яка займається питаннями енергоефективності, завершила першу чергу найбільшого в Європі біогазового комплексу "БІОГАЗ Ладижин
"Нафтогаз"	Одним із пунктів стратегії компанії до 2025 року є розвиток водневої енергетики та офшорної вітроенергетики. До 2040 року компанія має на меті стати вуглецево-нейтральною. Розпочато роботу над виробництвом "зеленого" аміаку.
EDS-Engineering	Досягнення вуглецевої нейтральності у виробництві "зеленої" енергії на своїх підприємствах. завершила будівництво "під ключ" промислової електростанції потужністю 10 МВт з інверторами у Василівському районі Запорізької області.
Recycling Solutions	На шахті "Степова" введено в експлуатацію теплоелектростанцію, яка перетворює шахтний газ, що раніше викидався в атмосферу, на електричну та теплову енергію.
UDP Renewables	Компанія приєдналася до Європейського альянсу чистого водню і має намір розвивати проєкти зелених технологій
KNESS	побудувала електростанцію потужністю 6 МВт на відвалах кар'єрів Ferrexpo.

Географічний розподіл потужностей ВДЕ відрізняється за джерелами відновлюваної енергії, що відповідає природному потенціалу ВДЕ того чи іншого регіону країни. Відомо, що вітрові електростанції переважно розташовані у південних та південно-східних регіонах, переважно на узбережжях Чорного та Азовського морів (близько 80%), тоді як сонячна генерація значно поширеніша (близько 65%), причому промислові сонячні електростанції зосереджені у південних та південно-східних регіонах України. Частка вітроенергетичних потужностей, введених в експлуатацію у 2021 році, склала 326% або 360,9 МВт, що у 3,5 рази перевищує обсяг нових вітроенергетичних потужностей, введених в експлуатацію у 2020 році (146,2 МВт). Таким чином, на кінець 2021 року загальна встановлена потужність вітроенергетичного сектору сягне 1 692,9 МВт (рисунок 4.1).



**Рисунок 4.1 — Вітрові станції України станом на кінець 2021 року**

Джерело: ГС УВЕА, 2021[15]

## 4.2. Перспективи технологій ресурсозбереження в Україні

Етап науково-технічного прогресу призводить до збільшення потреб у ресурсах у великих обсягах, а отже виникає і питання у тому як ресурсозберігаючі технології розробити для більш раціонального використання тих же самих ресурсів для людства. Ресурсозбереження – це важлива умова в напрямку вирішення виробничих та соціальних проблем розвитку суспільства. Розвинені країни зосередженні на тому щоб вберегти невелику кількість ресурсів не тільки вбереже навколишнє середовище але і збереже економіку. Україна як частина світової економіки поступово крокує у напрямку розробки ресурсозберігаючих технологій і звичайно країна матиме доволі непогані перспективи. У даному випадку перспективами ресурсозбереження буде покращення соціальної, екологічної та економічної верств виробництва (рисунок 4.2), стабілізація та відновлення, інноваційність підходу щодо раціонального використання сировини та її екологічна переробка. Безперечно, Україна зобов'язана зробити внесок у глобальну стратегію щодо скорочення викидів, але перед собою потрібно ставити реалістичні цілі з урахуванням реальних можливостей промисловості.



Рисунок 4.2 — Ресурсозбереження в Україні



Зменшене використання при цьому ресурсів викопного палива, з заміною на альтернативні, відновлювальні джерела. Україна має великі перспективи та зелене майбутнє з нульовим використанням корисних копалин та виробкою вуглецю в атмосферу та встановлення конкурентоздатності для інших країн, при цьому формуючі екологічної свідомості населення країни. Відновлювані джерела енергії гарантують безпеку та здоров'я українського суспільства, що є однією з найголовніших перспектив для країни. Вітрові електростанції роблять суспільство незалежним не лише в питанні електроенергії, але й звичайно в питанні декарбонізації інших галузей економік в яких переважають шкідливі викиди в атмосферу планети, включаючи транспортну та металургійну галузі виробництва та використання. Водень, який вироблений за рахунок вітру та сонцю, є реальним і нешкідливим паливом для усіх видів транспорту і інструментом незалежності країн від імпорту відповідних нафтопродуктів. З переходом на відновлювальні джерела, енергія перестане бути інструментом політичного чи військового впливу та шантажу однієї країни на іншу. Майже усі війни, що відбувались у світі до сьогодні, пов'язані з захопленням територій, енергетикою, боротьбою за енергетичні цінні ресурси: нафту, газ, вугілля, тощо. Воєнний стан та бойові дії на території України лише посилюють важливість використання ресурсозберігаючих інновацій не тільки в грошовому плані але і для природних ресурсів, не зважаючи на те що, використання ВДЕ зменшилось у порівнянні у довоєнні роки через окупацію територій та постійних руйнувань зі сторони агресора. Міжнародні партнери України, особливо ЄС і США, заявили що готові надати допомогу лише в післявоєнній відбудові України. Проте Україні потрібно буде створити умови для здійснення цих інвестицій [15,13,30].

## ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі магістра виконано аналіз реалізації технологій ресурсозбереження в Україні та світі. Спираючись на результати роботи, можна зробити наступні висновки:

1. Декарбонізація — стратегія, методи основні принципи яких повинно притримуватись людство протягом свого існування. Об'єднанні Арабські Емірати пропонують на сьогодні поширення технології уловлення та зберігання вуглецю або УЗВ яка має 3 стадії( вловлювання  $\text{CO}_2$ ; стиснення  $\text{CO}_2$  та дегідратація; підвищене зберігання вуглецю) Норвегія в цей же час пропонує декарбонізацію мінеральних добрив. Декарбонізація міндобрив в  $\text{CS}$ ,  $\text{CO}_2$  який буде уловлений під час виробництв аміаку, буде транспортуватись до західної частини узбережжя Норвегії, де буде глибоко схований під морським дном. Стратегія спалювання відходів та переробки їх в енергію є також однією з розробок Норвегії. Ще однією стратегією декарбонізації є впровадженням ВДЕ — застосування інтелектуальних технологій: високоефективні теплові насоси, енергоефективне утеплення, світодіодні ліхтарі, хаби розумного будинку є хорошим способом заощадити енергію.

2. Відомі та найбільші компанії країн світу у секторі відновлювальної енергетики в Іспанії, Данії, США, Канаді, Китаю та Україні, де основний напрямок цих країн проекти зі створення офшорних потужних вітрових установок та доступності зеленої енергетики для споживачів, зосередження на виробництві компонентів для сонячних продуктів, таких як кремнієвий монокристалічний матеріал для елементів, модулів і пластин, створення на екологічно перероблюваних батареї для смартфонів та екологічно чистих корпусів для електроніки.

3. Один із ключових інструментів для оцінки екологічної ефективності країн — це індекс, який враховує не тільки рівень викидів парникових газів, але й інші аспекти екологічної діяльності. Багато країн

зосереджуються на розробці та впровадженні програм для зменшення викидів CO<sub>2</sub>. Так Єльський і Колумбійський університети (обидва США) з 2002 року, визначає Норвегію як країну з найкращим екологічним показником із загальним балом 78 та Данію з балом 77. Ці дві країни ефективно впроваджують методи та способи декарбонізації з цим екологічний показник стає вищим.

4. Кореляційно-регресійний аналіз став інструментом для розкриття зв'язків між різними показниками та ефективністю країн-лідерів у впровадженні технологій ресурсозбереження. Ключові показники, які визначають реалізацію технологій ресурсозбереження: Прибутки, кВт з ВДЕ, CO<sub>2</sub> для Данії, США, Китаї, Україні, Канаді, Іспанії є кореляційна залежність та тісний зв'язок між показниками ВДЕ та викидами CO<sub>2</sub> (0,95; 0,90). Чим більше використання енергії з копалин тим більше викид CO<sub>2</sub>, тим вище виникає потреба у ВДЕ. Прибутки, кВт з ВДЕ та екологічний показник для тих самих країн спостерігається закономірність (тіснота зв'язку 33,5%) щодо підвищення екологічних показників та зменшення викидів карбону (IV) оксиду при збільшенні виробництва та використання ВДЕ.

5. Оцінювання перспектив ресурсозбереження для України є актуальним завданням, оскільки країна відчуває потребу в розвинених стратегіях сталого розвитку та зменшення впливу на навколишнє середовище. Ключові аспекти оцінки перспектив ресурсозбереження для України: енергоефективність, відновлювана енергія, ефективне використання ресурсів, сприяння усвідомленості громадян, розвиток наукових досліджень. Запровадження цих заходів має потенціал визначити Україну як лідера в сфері ресурсозбереження та сталого розвитку, що не лише сприятиме покращенню якості довкілля, але й забезпечить довгострокові переваги для суспільства та економіки країни.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. National Geographic – Global Warming: веб-сайт. URL: <https://education.nationalgeographic.org/resource/global-warming/> (дата звернення 08.10.23).
2. Декарбонізація Вікіпедія: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F> ( дата звернення 08.10.23).
3. 6 Lessons and tips on Energy Decarbonization from Countries Leading the Way: веб-сайт. URL: <https://www.wri.org/insights/6-lessons-energy-decarbonization-countries-leading-way> (дата звернення 08.10.23).
4. Japan looks to the Gulf as it bets big on hydrogen: веб-сайт. URL: <https://www.mei.edu/publications/japan-looks-gulf-it-bets-big-hydrogen> (дата звернення 08.10.23).
5. Zero waste approach towards a sustainable waste management: веб-сайт. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666916121000013> (дата звернення 08.10.23).
6. Solid-waste managment: веб-сайт. URL: <https://www.britannica.com/technology/solid-waste-management> (дата звернення 10.10.23).
7. Top Energy Saving Inventions and Innovations: веб-сайт. URL: <https://blog.constellation.com/2021/10/14/top-energy-saving-inventions-and-innovations/> (дата звернення 11.10.23).
8. 5 most promising tech innovations for energy efficiency in 2022: веб-сайт. URL: <https://techaeris.com/2021/12/13/5-most-promising-tech-innovations-for-energy-efficiency-in-2022/> ( дата звернення 12.10.23).
9. Carbon Footprint by Country 2023: веб-сайт. URL: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/carbon-footprint-by-country> ( дата звернення 15.10.23).

10. Список країн — найбільших забруднювачів за викидами CO<sub>2</sub>: Україна не потрапила в рейтинг: веб-сайт. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/z-yavivsyia-spisok-krain-najbilshih-zabrudnjuvachiv-za-vikidami-so2-ukraina-ne-potrapila-v-rejting/> ( дата звернення 17.10.23).

11. Highest Environmental Performance Index (country, current): веб-сайт. URL: <https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/84533-highest-environmental-performance-index-country> ( дата звернення 17.10.23).

12. 8 of the Biggest Renewable Energy Companies In The World: веб-сайт. URL: <https://www.nesfircroft.com/resources/blog/8-of-the-biggest-renewable-energy-companies-in-the-world/> ( дата звернення 18.10.23).

13. Сектор відновлюваної енергетики України до, під час та після війни: веб-сайт. URL: <https://razumkov.org.ua/statti/sektor-vidnovlyuvanoyi-energetyky-ukrayiny-do-pid-chas-ta-pislya-viyny> (дата звернення 17.10.23).

14. Resource conservation and environmental policy: веб-сайт. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/waste-resources/resource-conservation-environmental-policy> (дата звернення 20.10.23).

15. Декарбонізація промисловості: веб-сайт. URL: <https://bellona.org/news/ukraine/2016-11-dekarbonizatsiya-promyslovosti-zberehty-klimat-ta-maybutnye> (дата звернення 20.10.23).

16. УЗВ- уловлювання та затримка вуглецю: веб-сайт. URL <https://bellona.org/pro-tekhnologiyu-uzv/yak-pratsyuue-uzv/ulovlyuvannya-co2> (дата звернення 22.10.23).

17. Закон України Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку систем накопичення енергії: веб-сайт. URL: <https://www.rada.gov.ua/news/Novyny/219439.html> (дата звернення 18.10.23).

18. 10 Green Technologies that will Change the World: веб-сайт. URL: <https://medium.com/climate-conscious/10-green-technologies-that-will-change-the-world-9f7a709c1a15> (дата звернення 24.10.23).

19. Green Technology: The 10 leading countries: веб-сайт. URL: [https://labexkorea.files.wordpress.com/2010/08/top10\\_verde.pdf](https://labexkorea.files.wordpress.com/2010/08/top10_verde.pdf) (дата звернення 25.10.23).
20. Технології та інновації. Внесок за 2023: веб-сайт. URL: <https://unctad.org/tir2023> (дата звернення 25.10.23).
21. Провідні компанії з ВДЕ в Україні: веб-сайт. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/rejting-top-10-kompanij-ukraini-shho-vprovadzhujut-zeleni-tehnologii/> (дата звернення 26.10.23).
22. Завдання регресійного аналізу в біологічних і екологічних дослідженнях: веб-сайт. URL: <https://lib.chmnu.edu.ua/pdf/pidruchnuku/3/39.pdf> (дата звернення 01.11.23).
23. Кореляційний та регресійний аналізи: веб-сайт. URL: <https://repository.ldufk.edu.ua/bitstream/34606048/10765/1/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%20%E2%84%966.pdf> (дата звернення 01.11.23).
24. Основи кореляційного та регресійного аналізу: веб-сайт. URL: [https://pchilka-litsei.in.ua/excel-book/basis\\_analysis.html](https://pchilka-litsei.in.ua/excel-book/basis_analysis.html) (дата звернення 01.11.23).
25. Економіка та менеджмент: наукові нотатки. Кореляційно-регресійний аналіз та його ефективне використання. 2017 Випуск 1 (13) частина 1, 9 сторінок. URL: <http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/bitstream/pdf> (дата звернення 02.11.23).
26. Сутність кореляційного аналізу в біології: веб-сайт. URL: <https://lib.chmnu.edu.ua/pdf/pidruchnuku/3/32.pdf> (дата звернення 02.11.23)
27. Danfoss – датська компанія з ініціативи декарбонізації та сталого розвитку: веб-сайт. URL: <https://www.danfoss.com/uk-ua/about-danfoss/company/> (дата звернення 02.11.23).
28. Земельні, лісові, водні ресурси світу. Ресурси Світового океану: веб-сайт. URL: <http://school.xvatit.com/index.php?title=%> (дата звернення 02.11.23)
29. Україна і глобальна політика декарбонізації. Максим Білявський, канд.техн.наук, Центр Разумкова, 53с. URL:

[https://razumkov.org.ua/uploads/article/2021\\_Ukraine%20and%20the%20Global%20Policy%20of%20Decarbonisation.pdf](https://razumkov.org.ua/uploads/article/2021_Ukraine%20and%20the%20Global%20Policy%20of%20Decarbonisation.pdf) (дата звернення 02.11.23)

30. Проблема ресурсозбереження в Україні та шляхи її вирішення / О. Ю. Амосов, Н. Л. Гавкалова // Теорія та практика державного управління. 2011. Вип. 3. С. 3-7.

# ДОДАТКИ



ДОДАТКИ

Додаток А

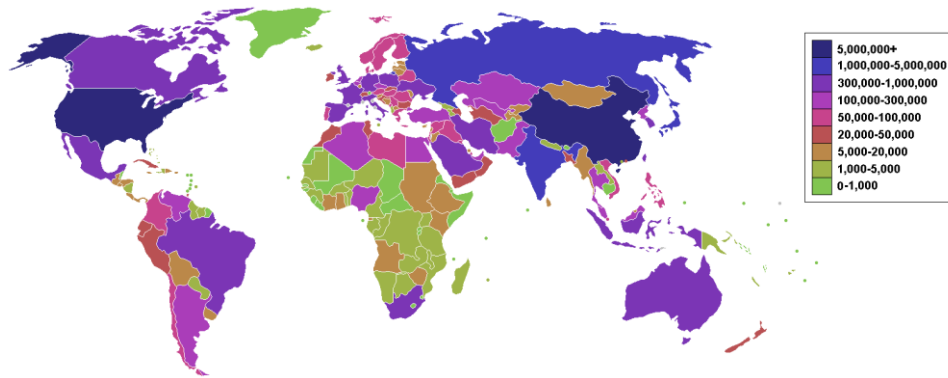


Рисунок А.1- Мапа світу за кількістю викидів CO<sub>2</sub> (у тонах)

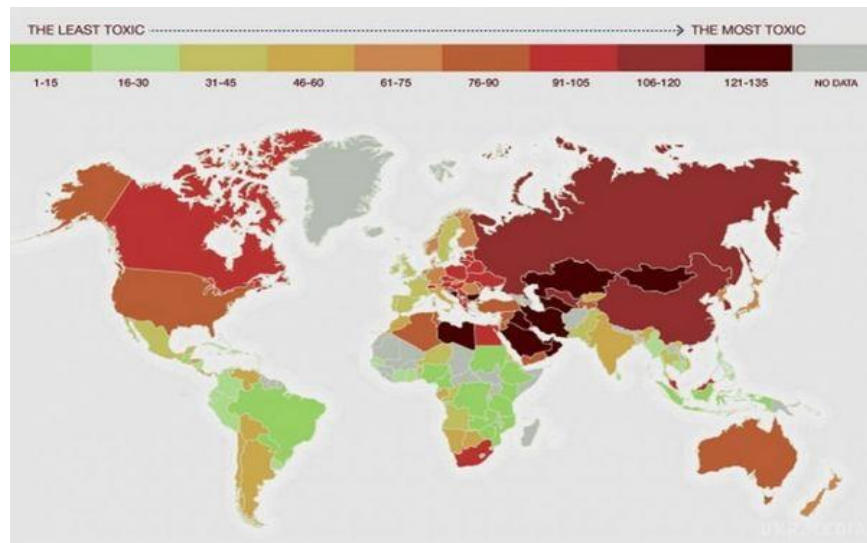


Рисунок А.2 -Мапа світу осередків забруднення (включаючи водний, повітряний простір та земельний)

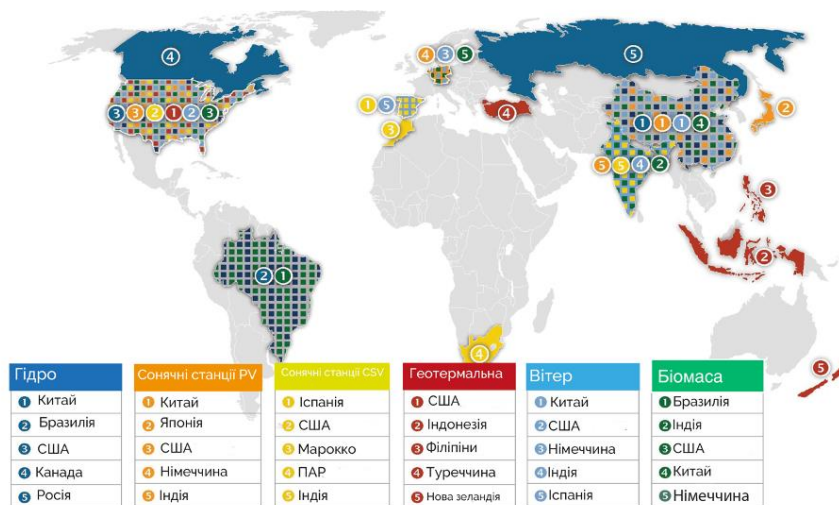


Рисунок А.3 -Мапа ВДЕ в світі

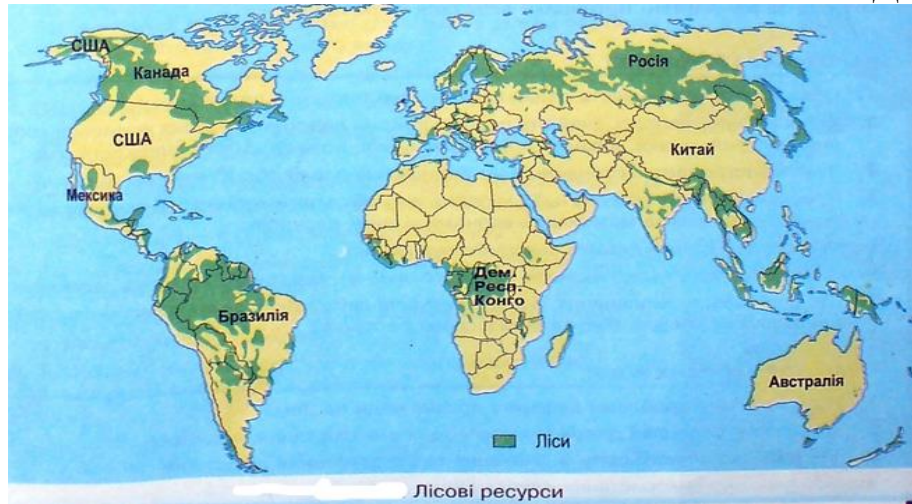


Рисунок Б.1- Мапа світу лісових ресурсів



Рисунок Б.2- Мапа – ресурси Світового океану



Рисунок Б.3 - Мапа – рудні та нерудні корисні копалини



**Рисунок Б.4 - Мапа – паливні корисні копалини**