

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО – НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МІЖНАРОДНИХ
ВІДНОСИН ІМ. Б. Д. ГАВРИЛИШИНА
КАФЕДРА МІЖНАРОДНОЇ ЕКОНОМІКИ**

Куций Максим Васильович

РОЗВИТОК ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ В КРАЇНАХ ЄВРОПИ

спеціальність 051 Економіка
освітньо-професійна програма «Міжнародна економіка»
кваліфікаційна робота за освітнім ступенем «магістр»

Виконав студент
групи ЕМЕм-21
Куций Максим Васильович

підпис

Науковий керівник:
проф. Зварич І. Я.

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри

Тернопіль – 2024

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Розділ I. Теоретико-методологічні основи декарбонізації економіки.....	5
1.1. Визначення поняття декарбонізації та теоретичні основи переходу до низьковуглецевої економіки.....	5
1.2. Політика декарбонізації в ЄС: стратегічні рамки.....	13
Розділ II. Аналіз сучасного стану декарбонізації в країнах ЄС.....	18
2.1. Динаміка викидів CO ₂ у країнах ЄС.....	18
2.2. Економічні та соціальні ефекти декарбонізації.....	27
Розділ III. Реалізація політики декарбонізації в Україні.....	31
Висновки.....	36
Список використаних джерел.....	39

Анотація

Куций М. В. Розвиток декарбонізації в країнах Європи. – Рукопис. Дослідження на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 051 «Економіка», освітньо-професійна програма «Міжнародна економіка». Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, 2024.

У роботі дано визначення терміну «декарбонізації», «низьковуглецевої економіки»; охарактеризовано політику декарбонізації ЄС; проведено аналіз динаміки викидів CO₂; оцінено економічні та соціальні ефекти декарбонізації; виявлено виклики та запропоновано можливі шляхи покращення політики декарбонізації в Україні.

Annotation

Kutsy M. V. Development of decarbonization in European countries. – Manuscript. Research for the degree of Master in the specialty 051 “Economics”, educational and professional program “International Economics”. Western Ukrainian National University, Ternopil, 2024.

The work defines the terms “decarbonization”, “low-carbon economy”; characterizes the EU decarbonization policy; analyzes the dynamics of CO₂ emissions; assesses the economic and social effects of decarbonization; identifies challenges and suggests possible ways to improve decarbonization policy in Ukraine.

Вступ

Актуальність теми дослідження. Дослідження розвитку декарбонізації в країнах Європи є актуальним у контексті сучасних економічних, екологічних та соціальних викликів. Європейський зелений курс, який передбачає досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року, визначає основні напрямки трансформації економіки ЄС. Цей курс спрямований на скорочення викидів парникових газів, активне впровадження відновлюваних джерел енергії та розробку сталих технологій, що є фундаментом декарбонізації.

Додаткового значення тема набуває у зв'язку з енергетичною кризою, спричиненою геополітичними факторами, зокрема війною в Україні. Зусилля країн Європи зменшити залежність від імпорту викопного палива стимулюють масштабні інвестиції в "зелену" енергетику. Це створює унікальні умови для прискореного переходу до низьковуглецевої економіки, що є актуальним як на національному, так і на міжнародному рівнях.

Економічний аспект декарбонізації має не менш важливе значення. Інвестиції в "зелені" технології створюють сприятливі умови для розвитку інноваційних секторів економіки, сприяють створенню нових робочих місць і зміцнюють конкурентоспроможність європейських підприємств на глобальному ринку. Таким чином, декарбонізація є не лише екологічною необхідністю, а й важливим драйвером економічного зростання.

Крім того, високий рівень громадської обізнаності щодо проблем кліматичних змін у країнах Європи сприяє активній підтримці політик декарбонізації з боку суспільства. Це формує запит на більш амбітні дії урядів, зокрема у сфері розвитку відновлюваної енергетики, енергоефективності та модернізації інфраструктури.

Нарешті, необхідність адаптації до наслідків глобального потепління, таких як екстремальні погодні явища, загострює потребу у швидкій та ефективній декарбонізації. Це не лише мінімізує ризики для економіки та життя громадян, але й сприяє формуванню більш стійкої екосистеми.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у дослідженні декарбонізації у країнах Європи.

Опираючись на встановлену мету дослідження можна сформулювати **такі основні завдання:**

- дати визначення терміну «декарбонізація», «низьковуглецева економіка»;
- виявити характерні особливості впровадження політики декарбонізації в країнах Європи;
- дослідити стратегічні рамки декарбонізації;
- проаналізувати динаміку викидів CO₂;
- оцінити економічні та соціальні ефекти декарбонізації;
- визначити можливості та загрози політики декарбонізації в Україні;
- сформулювати рекомендації покращення переходу до низьковуглецевої економіки в Україні.

Об'єктом дослідження є процес декарбонізації.

Предметом дослідження виступає впровадження політики в країнах Європи

У рамках дослідження цифрової економіки були використані **такі методи дослідження**. Для більш детального дослідження було поєднано якісні та кількісні методи дослідження, що дало змогу отримати комплексну оцінку політики декарбонізації у країнах. Порівняльний аналіз дозволяє порівняти викиди CO₂ у країнах Європи та. Метод прогнозування дозволяє прогнозувати майбутні рекомендації для кращого впровадження політики декарбонізації в Україні.

Інформаційну базу дослідження складають наукові та монографічні видання з міжнародної економіки, інтернет ресурси, статистичні дані.

Наукова новизна проведеного дослідження полягає у розробці рекомендацій щодо ефективнішого впровадження декарбонізації в Україні

Структура роботи. Ця кваліфікаційна робота складається із анотації, змісту, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел.

Розділ I. Теоретико-методологічні основи декарбонізації економіки.

1.1. Визначення поняття декарбонізації та теоретичні основи переходу до низьковуглецевої економіки.

Досягнення декарбонізації є екологічною метою, яка одночасно винагороджується та підтримується енергетичною політикою. Однак існують різні визначення декарбонізації, які можуть призвести до неправильного розрахунку результатів декарбонізації та, отже, дати оманливі або суперечливі висновки для оцінки енергетичної політики країни. По-перше, ця точка зору переглядає ці різні визначення декарбонізації. Потім пропонується, щоб декарбонізація мала стосуватися зменшення інтенсивності викидів CO₂ з соціальної та економічної точки зору. Це визначення повинно привести до правильного розрахунку результатів декарбонізації на національному та глобальному рівнях і бути найбільш корисним для оцінки поточної енергетичної політики в більшості країн [1].

Декарбонізація є неминучим результатом технологічного прогресу та соціального розвитку. Технологічний прогрес розвиває інструменти та промисловість, які зменшують кількість викидів CO₂ в атмосферу. Соціальний розвиток зменшує викиди CO₂, які є результатом людської діяльності. Країни світу та регіональні групи визначили декарбонізацію як ціль енергетичної та екологічної політики та досягли значних результатів.

Декарбонізація – це процес значного зменшення або усунення викидів вуглекислого газу та інших парникових газів, які є результатом діяльності людини. Шлях до декарбонізації може відрізнятися в кожному секторі через відмінності процесів і матеріалів у різних галузях промисловості, але досягнення декарбонізації вимагатиме чіткого бачення того, як виглядають часові рамки та які кроки необхідні для кожної галузі [2].

Декарбонізація - це термін, який використовується для видалення або зменшення викиду вуглекислого газу (CO₂) в атмосферу. Декарбонізація досягається шляхом переходу на використання джерел енергії з низьким вмістом вуглецю.

Декарбонізація означає перехід до економіки, яка зменшує та уникає викидів вуглецю, особливо в енергетичній промисловості. У процесі декарбонізації викопне паливо замінюється відновлюваними джерелами енергії, щоб зменшити або навіть повністю уникнути викидів парникових газів. Декарбонізація змінить наше енергопостачання.

Декарбонізація — це процес скорочення або усунення спричинених діяльністю людини викидів вуглекислого газу (CO_2) і надзвичайно важливий для пом'якшення кліматичних змін [2]. Декарбонізація національної економіки часто починається з націлювання на найбільш вуглецевоємні сектори та вимагає вивчення практичних та інноваційних стратегій зменшення викидів вуглецю. Деякі досліджувані альтернативи для досягнення економіки з низьким вмістом вуглецю включають використання відновлюваних джерел енергії, застосування технологій уловлювання та зберігання вуглецю, перехід від вуглецевоємного бізнесу, інвестування в замітники з низьким вмістом вуглецю, впровадження стійких методів сільського господарства та сприяння іншим видам діяльності з поглинання вуглецю.

Слово «декарбонізація» стосується всіх заходів, за допомогою яких бізнес-сектор або організація – уряд, організація – зменшує свій вуглецевий слід, насамперед викиди парникових газів, вуглекислого газу (CO_2) і метану (CH_4), щоб зменшити свій вплив на клімат [3].

Під декарбонізацією ми маємо на увазі зусилля зі зменшення та, зрештою, усунення викидів вуглецю, які виникають під час ведення бізнесу та нашого повсякденного життя. Це критично важлива мета: CO_2 та інші парникові гази в атмосфері нагрівають клімат у світі, спричиняючи екстремальні погодні умови та виснаження природних ресурсів і біорізноманіття.

Щоб утримати планету від потепління більш ніж на $1,5^\circ\text{C}$ порівняно з доіндустріальним рівнем, більшість країн, включаючи США, мають на меті досягти чистого нуля до 2050 року [4]. Чистий нуль означає, що всі викиди парникових газів урівноважуються рівною кількістю викидів, які усуваються. Для досягнення цього знадобиться швидка декарбонізація.

Є два аспекти декарбонізації. Перший передбачає скорочення викидів парникових газів, що утворюються в результаті спалювання викопного палива. Це можна зробити шляхом запобігання викидам за рахунок використання відновлюваних джерел енергії з нульовим вмістом вуглецю, таких як вітер, сонце, гідроенергія, геотермальна енергія та біомаса, які зараз складають одну третину світових енергетичних потужностей, і електрифікації якомога більшої кількості секторів. Енергоефективність зменшить попит на енергію, але збільшення електрифікації збільшить його, і очікується, що в 2050 році попит на електроенергію зросте більш ніж вдвічі, ніж сьогодні [4].

Отже, декарбонізація також вимагатиме поглинання вуглецю з атмосфери шляхом уловлювання викидів і збільшення накопичення вуглецю в сільськогосподарських землях і лісах.

Щоб досягти декарбонізації, усі аспекти економіки мають змінитися — від того, як генерується енергія, як ми виробляємо та надаємо товари та послуги, до того, як управляємо землями. Викиди вуглекислого газу та метану, які нагрівають планету, здебільшого походять від секторів виробництва електроенергії, промисловості, транспорту, будівель, а також сільського господарства та землекористування, тому всі ці сектори мають бути трансформовані. Ось як може виглядати декарбонізація в кожному секторі.

З огляду на те, що населення планети досягне 10 мільярдів у 2060 році, а також зростаюча електрифікація суспільства, попит на електроенергію зростатиме, тому скорочення викидів на одиницю виробленої електроенергії має важливе значення [4]. Виробництво електроенергії, включаючи виробництво електроенергії та тепла, відповідає за 30 відсотків глобальних викидів CO₂ через викопне паливо; їх потрібно замінити відновлюваною енергією [5].

- Відновлювані джерела тепер настільки економічні, що в 2018 році вони становили більшість нових потужностей для виробництва енергії. Ціни на сонячну енергію впали приблизно на 80 відсотків за останні 10 років, тоді як вітрова енергія впала на 40 відсотків. З 2015 по 2018 рік витрати на накопичення акумуляторів у комунальному господарстві впали на 70 відсотків.

Однак, оскільки відновлювані джерела енергії є періодичними, комунальні підприємства все ще покладаються на постійну базову енергію, яку можуть забезпечити викопне паливо та атомні електростанції.

Щоб США досягли своєї чистої нульової цілі, вони повинні перейти від виробництва близько 20 відсотків електроенергії з безвуглецевих джерел сьогодні до щонайменше 75 відсотків до 2030 року [5]. Це вимагатиме збільшення виробництва енергії з відновлюваних джерел і підтримки ядерних джерел енергії, якщо ядерна енергетика рослини безпечні. Вугільні електростанції мають бути виведені з експлуатації або модернізовані, щоб уловлювати 90 відсотків їхніх викидів. Уловлювання, використання та зберігання вуглецю необхідно розширити, щоб уловлювати викиди CO₂ від електростанцій, що працюють на викопному паливі. Цей CO₂ можна використовувати на місці або транспортувати в інше місце для використання в паливі, хімікатах або будівельних матеріалах, або впорскувати в підземний резервуар для постійного зберігання [6].

Електростанції також необхідно зробити більш енергоефективними. Дві третини енергії, що витрачається на виробництво електроенергії, втрачається як відпрацьоване тепло; використання цього відпрацьованого тепла для обігріву заводу або прилеглих будівель, наприклад, може збільшити енергоефективність виробництва електроенергії на 80 відсотків.

Лінії електропередачі повинні бути побудовані для доставки відновлюваної енергії з місця її вироблення в усі частини країни. Оскільки відновлювані джерела енергії все більше інтегруються в мережу, необхідне вдосконалене недороге накопичення енергії для мережі, щоб допомогти згладити їх переривчастість і забезпечити надійність, особливо враховуючи, що зміна клімату призводить до більш екстремальних погодних умов. Розподілена генерація — невеликі децентралізовані модульні системи виробництва енергії, такі як мікромережі — можуть використовувати відновлювані джерела енергії та підвищити стійкість існуючої мережі [7].

Програми стимулювання також важливі для заохочення споживачів зменшувати споживання енергії під час високого навантаження на мережу та керувати споживанням електроенергії вдома за допомогою додатків.

- Промислові процеси, такі як виробництво сталі, цементу та хімікатів, а також видобуток і переробка нафти, вугілля та газу, спричиняють 30 відсотків світових викидів CO₂ і 33 відсотки викидів метану. Промисловість споживає 32 відсотки енергії США [7].

Цей сектор є одним із найскладніших для декарбонізації, оскільки виробництво сталі, цементу та хімічної промисловості може вимагати температур 1600°C або вище, які легко досягаються при спалюванні викопного палива, але важко досягти шляхом електрифікації. Щоб електрифікувати це інтенсивне теплогенерування, знадобляться значні зміни в печах і стільки енергії, що це, ймовірно, буде економічно недоцільним [7].

Щоб справді декарбонізувати промисловість, виробничі процеси потрібно буде переробити. Енергоефективність у промисловості можна підвищити за допомогою інтеграції процесів, будь то шляхом початкового проектування, модернізації або підвищення енергоефективності. Прикладами інтеграції процесів є когенерація, коли відпрацьоване тепло використовується для виробництва додаткового тепла або електроенергії для самої станції, а також кластеризація установок на одній ділянці, що забезпечує синергію операцій або ресурсів.

Процеси повинні бути електрифіковані за допомогою відновлюваної енергії, де це можливо. Стало вироблену біомасу можна використовувати як паливо на деяких цементних заводах і нових металургійних заводах, а також для виробництва етилену та аміаку. Сталь також можна виробляти шляхом спалювання деревного вугілля, а не вугілля; Деревне вугілля вважається відновлюваним джерелом енергії, оскільки воно походить з деревини, яка відносно швидко росте. А аміак, який використовується для добрива, можна отримати із зеленого водню [8].

Використання уловлювання вуглецю має бути розширене, оскільки це єдина технологія, яка може значно скоротити викиди від виробництва цементу.

- Транспорт і транспорт, включаючи авіацію та морський, генерують 19 відсотків викидів CO₂. Щоб досягти чистого нуля в США, 50 відсотків усіх нових транспортних засобів повинні мати нульовий рівень викидів до 2030 року. Це означає, що вони повинні бути електромобілями (EV), що працюють на відновлюваних джерелах енергії, або транспортними засобами на водневих паливних елементах [8]. Більше електромобілів на дорогах вимагатиме розширення інфраструктури зарядних станцій електромобілів по всій країні, а також розробки кращих і дешевших акумуляторів. Покращена продуктивність автомобіля та економія палива також важливі для зменшення викидів.

Необхідно розширити можливості громадського транспорту та залізничну мережу, а також послуги спільного використання автомобілів. Для далекобійних вантажних перевезень, які важко електрифікувати, можна використовувати паливо з низьким вмістом вуглецю, наприклад водень і синтетичне рідке паливо. Авіація, на яку припадає 2,1 відсотка світових викидів CO₂, вважається найважчим сектором для декарбонізації. Авіаційні викиди можна зменшити за рахунок покращеного управління повітряним рухом, наприклад використання більш прямих маршрутів і польотів на оптимальних швидкостях і висотах, а також, зрештою, за рахунок використання альтернативних видів палива, таких як біопаливо та зелений водень. Морський транспорт працює на мазуті, виробляючи 2,5 відсотка світових викидів. Нові судна можуть зменшити викиди за рахунок технічних удосконалень, таких як рекуперація відпрацьованого тепла та раціоналізація операцій. Оскільки мазут набагато дешевший за альтернативне паливо, малоймовірно, що морський транспорт найближчим часом перейде на паливо з низьким вмістом вуглецю [8].

- Будівлі відповідають за 6 відсотків викидів CO₂. Частина цих викидів утворюється в будівлях від видобутку, обробки, виробництва, транспортування та встановлення матеріалів, з яких вони виготовлені. Інші викиди утворюються будівлями через роботу їхніх систем опалення, електрики та охолодження, приготування їжі та приладів.

Для будівництва нових будинків більш ефективно виробництво будівельних матеріалів і використання екологічно чистих матеріалів, таких як

деревина з екологічно чистих лісів, нетоксичні перероблені матеріали або бетон, що містить CO₂, зменшать викиди. Будівлі з негативним викидом вуглецю можуть виробляти більше енергії, ніж їм самим потрібно, за допомогою сонячних панелей і повертати її в мережу [9].

Існуючі та старі будівлі необхідно модернізувати для підвищення енергоефективності шляхом покращення ізоляції, ущільнення проміжків, переходу на електрифіковані системи опалення та охолодження з тепловими насосами, що працюють на відновлюваній енергії, встановлення світлодіодів, впровадження інтелектуальних систем управління енергією та створення стимулів для енергоефективних приладів та електричні плити. Для стимулювання цих змін необхідні національні стандарти ефективності для будівель, обладнання для опалення та охолодження, а також приладів [9].

- Сільськогосподарське використання енергії та методи генерують 1 відсоток викидів CO₂ і 38 відсотків викидів метану, останній в основному від тваринництва. Викиди вуглецю можна зменшити за допомогою більш стійких методів ведення сільського господарства, таких як регенеративне сільське господарство, яке покращує накопичення вуглецю в ґрунті та захищає біорізноманіття. Потрібні сильніші стимули, щоб заохотити фермерів застосовувати ці стійкі методи, а також зменшити викиди метану під час перетравлення великою рогатою худобою шляхом використання добавок у їжі [10].

Споживачі можуть допомогти, зменшивши споживання м'яса та молочних продуктів, оскільки ліси знищуються для вирощування сої на корм тваринам і створення пасовищ для випасу худоби. Ці зміни в ґрунтовому покриві є причиною 14 відсотків викидів CO₂ і 5 відсотків викидів метану. Оскільки світові ліси вирубуються та порушуються, вони щорічно викидають в атмосферу майже 9 мільярдів тонн вуглекислого газу. Останні дослідження показали, що кількість викидів вуглецю внаслідок вирубки тропічних лісів подвоїлася з 2001 року [10].

Потрібні стимули для заохочення лісонасадження, висадки нових лісів і відновлення лісів, що деградували, щоб збільшити поглинання вуглецю, а також

підтримувати збереження лісів, що залишилися, захищеними та неушкодженими.

Деякі країни досягають значного прогресу в декарбонізації. Китай, Коста-Ріка, Данія, Ефіопія та Сполучене Королівство йдуть далі до нуля, ніж багато інших, головним чином через природні ресурси, якими вони благословенні. Ефіопія та Коста-Ріка отримують більшу частину електроенергії з гідроенергії; Норвегія виробляє 97 відсотків, а Парагвай 99 відсотків своєї електроенергії з відновлюваних джерел енергії, переважно гідроенергії. Китай,

Данія та Великобританія мають цілі щодо енергоефективності, а також політику та інвестиції для їх підтримки. США та Китай встановили найбільше вітрових і сонячних фотоелектричних установок у 2019 році, і майже 25 відсотків енергії Китаю становить електроенергія, а не природний газ або нафта. Нещодавно Німеччина оголосила про плани отримувати всю свою електроенергію з відновлюваних джерел до 2035 року.

1.2. Політика декарбонізації в ЄС: стратегічні рамки.

Зміна клімату є одним із найбільших глобальних викликів, що потребує комплексних, міжсекторальних і транскордонних заходів. Цю проблему часто визначають як одну з найбільш складних і загрозливих для людства, оскільки вона охоплює всі аспекти життєдіяльності сучасного суспільства і вимагає колективних зусиль на рівні планети. Європейський Союз (ЄС) також стикається з проблемами, пов'язаними з пом'якшенням наслідків зміни клімату та адаптацією до її впливів. Діяльність людини, що призводить до викидів парникових газів (ПГ), зокрема довгострокових і потужних викидів, значно збільшила їх концентрацію порівняно з доіндустріальним періодом. Щоб уникнути серйозних негативних наслідків для кліматичної системи, необхідно значно зменшити викиди ПГ, що потребує кардинальних змін в інфраструктурі, а також у енергетичному, транспортному, сільськогосподарському і промисловому секторах, щоб відмовитися від використання викопних видів палива [11].

Декарбонізація є європейським політичним та економічним пріоритетом. Це процес зменшення викидів вуглекислого газу (CO₂) від людської діяльності - ідея полягає в переході на низьковуглецеві або безвуглецеві джерела енергії та впровадженні екологічних практик. Це життєво важливо для пом'якшення зміни клімату і може бути досягнуто за допомогою таких стратегій, як підвищення енергоефективності, впровадження відновлюваних джерел енергії, впровадження технологій уловлювання та зберігання вуглецю та просування політики, як-от Система торгівлі викидами Європейського Союзу (Emissions Trade System - ETS).

Європейський Союз має довгострокову мету стати світовим лідером у боротьбі зі зміною клімату, демонструючи приклад інших країн через активну розробку амбітної внутрішньої політики. У жовтні 2009 року Європейська рада глав держав та урядів затвердила стратегічну мету кліматичної політики ЄС, спрямовану на обмеження глобального потепління до 2°C. Ця мета передбачає скорочення викидів ПГ на 80-95% до 2050 року порівняно з рівнем 1990 року,

що відповідає науковим рекомендаціям щодо необхідних заходів для запобігання катастрофічним змінам клімату [11, с. 24-26].

Досягнення таких цілей фактично означає здійснення процесу декарбонізації ЄС, що передбачає значне скорочення викидів у різних секторах економіки та повну відмову від викопних видів палива. Це складний і багатоетапний процес, що вимагатиме значних технологічних і політичних зусиль. В рамках цієї стратегії поняття "декарбонізація" використовується саме для опису мети значного зменшення викидів ПГ в ЄС до 2050 року в межах вказаних цільових показників [15].

Як вже зазначалось, ЄС встановив кліматичні цілі з високим рівнем амбіцій, прагнучи бути лідером у глобальних зусиллях з декарбонізації. Завдяки Європейській зеленій угоді ЄС прагне досягти вуглецевої нейтральності до 2050 року, тобто до цього часу не буде викидів вуглецю. Крім того, пакет Fit for 55 встановлює цілі декарбонізації щодо скорочення викидів вуглецю на 55% до 2030 року порівняно з рівнями 1990 року та на 62% для секторів, охоплених EU ETS, порівняно з рівнями 2005 року. Повідомлення про цілі декарбонізації ЄС на 2040 рік, оголошене в 2024 році, розкрило мету скоротити викиди вуглецю на 90% до 2040 року.

EU ETS вважається найефективнішим інструментом, який мають європейські регулятори для декарбонізації (див. табл. 1). Це система обмеження та торгівлі, що забезпечує гнучкість установок для зменшення викидів вуглецю – галузі самі вирішують, які операційні зміни вони вживають для декарбонізації. Він пропонує сильні фінансові стимули для установок інвестувати в технології декарбонізації та використовувати первинні джерела з меншими викидами. EU ETS має широку сферу дії, охоплюючи приблизно 11 000 установок, і продовжує розширюватися. Наприклад, у 2024 році він включав морський сектор і, як очікується, охоплюватиме викиди від транспорту та будівель у майбутньому [15].

Система торгівлі викидами ЄС (EU ETS)	вимагає, щоб забруднювачі платили за викиди парникових газів (ПГ);
	запущений у 2005 році, це перший у світі вуглецевий ринок і один з найбільших у світі;
	допомагає скоротити загальні викиди в ЄС, водночас генеруючи доходи для фінансування переходу на «зелену» систему;
	охоплює викиди від секторів виробництва електроенергії та тепла, промислового виробництва та авіації, на які припадає приблизно 40% загальних викидів парникових газів у ЄС;
	почали охоплювати викиди від морського транспорту у 2024 році;
	працює в усіх країнах ЄС, а також в Ісландії, Ліхтенштейні та Норвегії, і пов'язано зі швейцарською ETS (з 2020 року).
	вимагає, щоб забруднювачі платили за викиди парникових газів (ПГ);

Джерело: складено автором самостійно.

СТВ ЄС базується на принципі «обмеження та торгівлі». Обмеження стосується обмеження загальної кількості парникових газів, які можуть викидатися установками та операторами, що підпадають під дію системи. Це обмеження щорічно зменшується відповідно до кліматичної цілі ЄС, гарантуючи, що загальні викиди в ЄС з часом зменшаться. До 2023 року EU ETS допомогла скоротити викиди європейських енергетичних і промислових установок приблизно на 47% порівняно з рівнем 2005 року [12].

Обмеження СТВ ЄС виражається в дозволах на викиди, причому один дозвіл дає право викидати одну тунну CO₂-екв. (тобто еквівалент вуглекислого

газу). Дозволи продаються на аукціонах і можуть торгуватися. Зі зменшенням ліміту зменшується і пропозиція квот на вуглецевий ринок ЄС.

Згідно з цією системою, компанії повинні щорічно здійснювати моніторинг і звітувати про свої викиди, а також здавати достатню кількість квот, щоб повністю врахувати свої річні викиди. Якщо ці вимоги не виконуються, накладаються великі штрафи [13].

Хоча квоти переважно продаються на аукціонах, деякі компанії отримують безкоштовно. За потреби компанії також можуть торгувати між собою квотами. Якщо установка або оператор зменшує викиди, компанія може або продати запасні квоти та/або залишити їх для використання в майбутньому. Усі ці операції реєструються в Союзному реєстрі.

Ціна квот визначається вуглецевим ринком ЄС, на який поширюється жорсткий набір правил нагляду. Зменшення ліміту СТВ ЄС інформує компанії про довгострокову нестачу квот на ринку, водночас гарантуючи, що вони мають ринкову вартість. Ціна на вуглець, у свою чергу, є стимулом для компаній до економічного скорочення викидів. Ця ціна також визначає дохід від продажу квот. З 2013 року EU ETS залучила понад 175 мільярдів євро [15].

Дохід від EU ETS в основному надходить до національних бюджетів, і держави-члени повинні використовувати його для підтримки інвестицій у відновлювані джерела енергії, підвищення енергоефективності та низьковуглецевих технологій, які допомагають зменшити викиди, а отже, і витрати компаній на вуглець. Крім того, частка доходу від EU ETS підтримує інновації з низьким вмістом вуглецю та енергетичний перехід ЄС через Фонд інновацій та Фонд модернізації.

Запущена в 2005 році система торгівлі викидами ЄС проходить поетапно.. Зараз система перебуває на четвертій фазі торгівлі (2021-2030) [20].

Законодавча база EU ETS викладена в Директиві ETS. Протягом багатьох років Директива зазнавала кількох переглядів, щоб привести систему у відповідність до загальних кліматичних цілей ЄС.

Директива ETS для четвертого етапу торгівлі була вперше переглянута в 2018 році відповідно до рамок клімату та енергетики ЄС до 2030 року,

створених у 2014 році. Із запуском Європейської зеленої угоди та більш амбітними кліматичними цілями в рамках Європейського законодавства про клімат Директива було додатково переглянуто у 2023 році [14].

14 липня 2021 року Європейська комісія презентувала програму Fit for 55, яка є комплексним пакетом ініціатив, спрямованих на реформування кліматичної та енергетичної політики ЄС. Цей документ передбачає модернізацію Системи торгівлі викидами (ETS) ЄС та інших ключових механізмів, що підтримують реалізацію цілей Європейської зеленої угоди. У червні 2023 року Європейський парламент і Рада ЄС завершили погодження всіх пропозицій, пов'язаних із ETS.

Стратегічною метою Європейського Союзу є досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року, тобто побудова економіки з нульовими чистими викидами парникових газів. Це завдання є центральним у рамках Європейської зеленої угоди та закріплене як юридично обов'язкове відповідно до положень Європейського кліматичного закону.

Перехід до кліматично нейтрального суспільства розглядається як можливість створити стабільне, екологічно безпечне майбутнє для всіх, водночас забезпечуючи справедливий підхід до кожного члена суспільства. Реалізація цієї мети вимагає участі всіх секторів економіки, включаючи енергетику, промисловість, транспорт, будівництво, сільське та лісове господарство [14].

Європейський Союз активно розвиває технологічний потенціал для підтримки цих змін, сприяючи інноваціям, розширюючи участь громадян у кліматичних ініціативах і впроваджуючи політики для забезпечення справедливого переходу. Пріоритетними напрямками є стимулювання розвитку промисловості, фінансування та підтримка досліджень, які прискорюють перехід до низьковуглецевої економіки [16].

Розділ II. Аналіз сучасного стану декарбонізації в країнах ЄС

2.1. Динаміка викидів CO₂ у країнах ЄС

ЄС хоче стати кліматично нейтральною економікою до 2050 року. Для досягнення цієї мети необхідно змінити спосіб виробництва, споживання, пересування та харчування. Інституції ЄС уже запровадили багато заходів, щоб направляти та підтримувати уряди, підприємства та громадян у цьому переході. Щоб бути ефективними, політики повинні тепер розуміти, як і з якою швидкістю ці заходи перетворюються на зміни в реальному світі та чітко аналізувати сучасний стан та динаміку викидів CO₂ [13].

Згідно з оцінками Євростату, у 2022 році викиди вуглекислого газу (CO₂) в ЄС від спалювання викопного палива (нафти та нафтопродуктів, природного газу, вугілля та торфу) для використання в енергетиці на території ЄС досягли майже 2,4 гігатонни (Гт), що вказує на на 2,8% менше, ніж у минулому році. Викиди CO₂ від використання енергії є головним фактором глобального потепління і складають близько 75% усіх антропогенних викидів парникових газів у ЄС. Паливна суміш, житлові стандарти, економічне зростання, чисельність населення, а також транспорт і промислова діяльність – це деякі фактори, які впливають на викиди CO₂ від використання енергії.

Викиди CO₂ утворюються при спалюванні викопного палива. Наприклад, використання імпортованого природного газу для виробництва електроенергії призводить до збільшення викидів у країні, яка імпортувала газ. Навпаки, імпорт електроенергії не впливає на викиди країни, оскільки вони реєструються в країні, де електроенергія була вироблена. Більш поглиблений аналіз потребує врахування всього імпорту та експорту різних первинних і похідних енергетичних продуктів, товарів із вбудованими викидами (таких як залізо та сталь), а також, у випадку транспорту, паливний туризм (тобто, заправка транспортного засобу в одній країні, але споживання цього палива в іншій країні) [16].

Найбільше зниження викидів CO₂ від територіального використання енергії в Нідерландах, Люксембурзі, Бельгії та Угорщині (див. рис. 2.1)

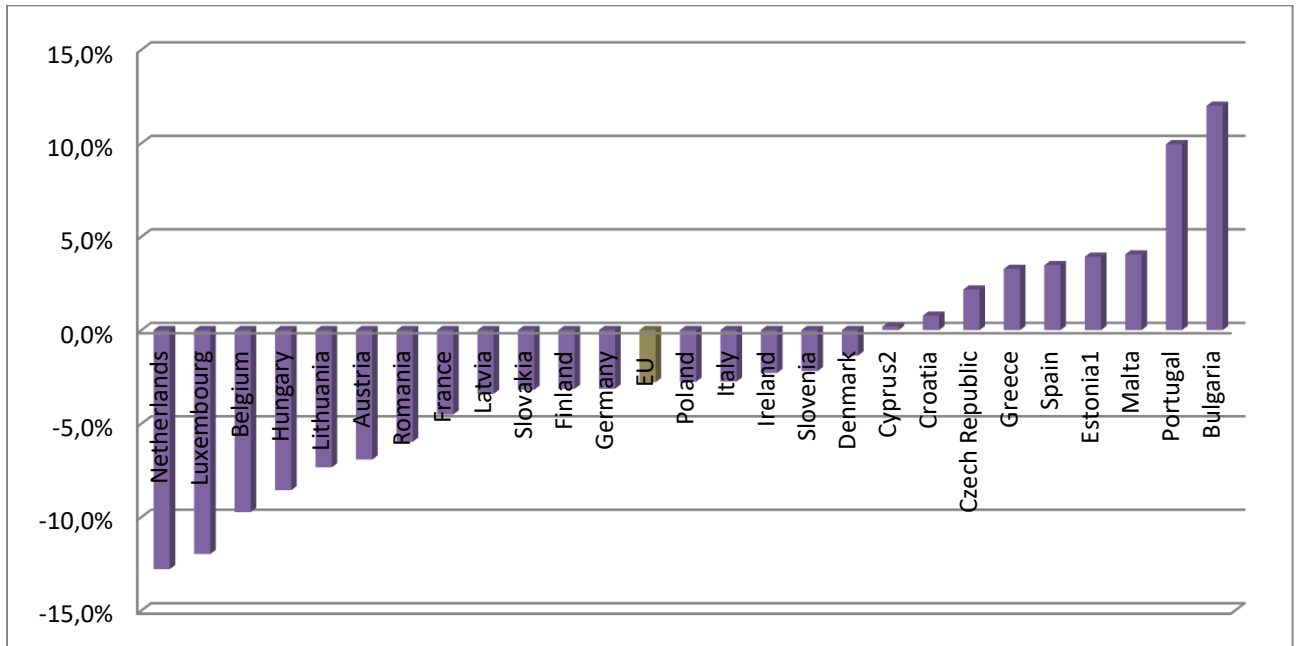


Рис. 2.1. Зміни викидів CO₂ для всіх видів викопного палива у % з 2021 по 2022 рік.

Джерело: [19]

У 2022 році викиди CO₂ від територіального використання енергії зменшилися в 17 країнах ЄС. Найбільше падіння зафіксовано в Нідерландах (-12,8%), далі йдуть Люксембург (-12%), Бельгія (-9,7%) та Угорщина (-8,6%).

З іншого боку, Болгарія зареєструвала найбільше зростання викидів CO₂ (+12%), за нею йдуть Португалія (+9,9%) і Мальта (+4,1%).

Дані показують, що лише на Німеччину припадає чверть загальних викидів CO₂ в ЄС від спалювання викопного палива для використання енергії. Італія та Польща (по 12,4%) і Франція (10,7%) йдуть далі в списку найбільших викидів CO₂ в ЄС у 2022 році.

У 2022 році зведені дані показують, що викиди CO₂ від твердого викопного палива (вугілля та горючих сланців, за винятком торфу) дещо зросли на рівні ЄС (+3 відсоткові пункти.), тоді як викиди від нафти та нафтопродуктів залишилися приблизно на тому ж рівні. на рівні 2021 року (+1 в.п.). З іншого боку, викиди CO₂ від природного газу суттєво зменшилися (-13 в.п.), що відображає, серед іншого, зусилля країн ЄС для досягнення добровільної цілі скорочення попиту на газ, запровадженої в серпні 2022 року.

З 1990 року ЄС неухильно скорочував свої викиди парникових газів. У 2023 році чисті викиди були на 37% нижче рівня 1990 року. За цей же період ВВП ЄС зріс на 68%.

У 2023 році ЄС досяг чистого скорочення викидів парникових газів на 8% порівняно з попереднім роком. Це найбільше щорічне скорочення за останні десятиліття (за винятком виняткового, тимчасового падіння через пандемію в 2020 році), скорочення значною мірою зумовлене зростанням виробництва відновлюваної енергії та падінням використання вугілля та газу.

Дуже обнадійливе скорочення викидів парникових газів зміцнює впевненість у здатності ЄС досягти своєї кліматичної цілі до 2030 року щодо скорочення на 55% порівняно з 1990 роком і досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року.

У майбутньому скорочення викидів на 134 мільйони тонн CO₂-еквіваленту на рік (приблизно 2,8 відсоткових пунктів викидів 1990 року, або половина скорочення викидів, показаного в 2023 році), має бути досягнуто в середньому з цього моменту до 2030 року.)

Для досягнення майбутніх цілей і підвищення стійкості до посилення впливу кліматичної кризи необхідні подальші дії з боку ЄС та його держав-членів.

З 2014 року до 2024 року спостерігається загальне скорочення викидів у більшості секторів, що узгоджується з цілями ЄС зі скорочення парникових газів. Сектори енергетики та виробництва демонструють суттєве зниження, що може бути результатом переходу на екологічніші джерела енергії та впровадження енергоефективних технологій.

Одна з найвагоміших категорій викидів, які залишаються стабільними або зменшуються повільніше порівняно з іншими секторами. Основний внесок — опалення, транспорт, споживання енергії. Сюди відносять: опалення, транспорт, споживання електроенергії, яке досі може вироблятися за рахунок викопного палива. Попри те, що впроваджуються енергоефективні технології (теплові насоси, енергозберігаючі будівельні матеріали), темп скорочення залишається повільним [18].

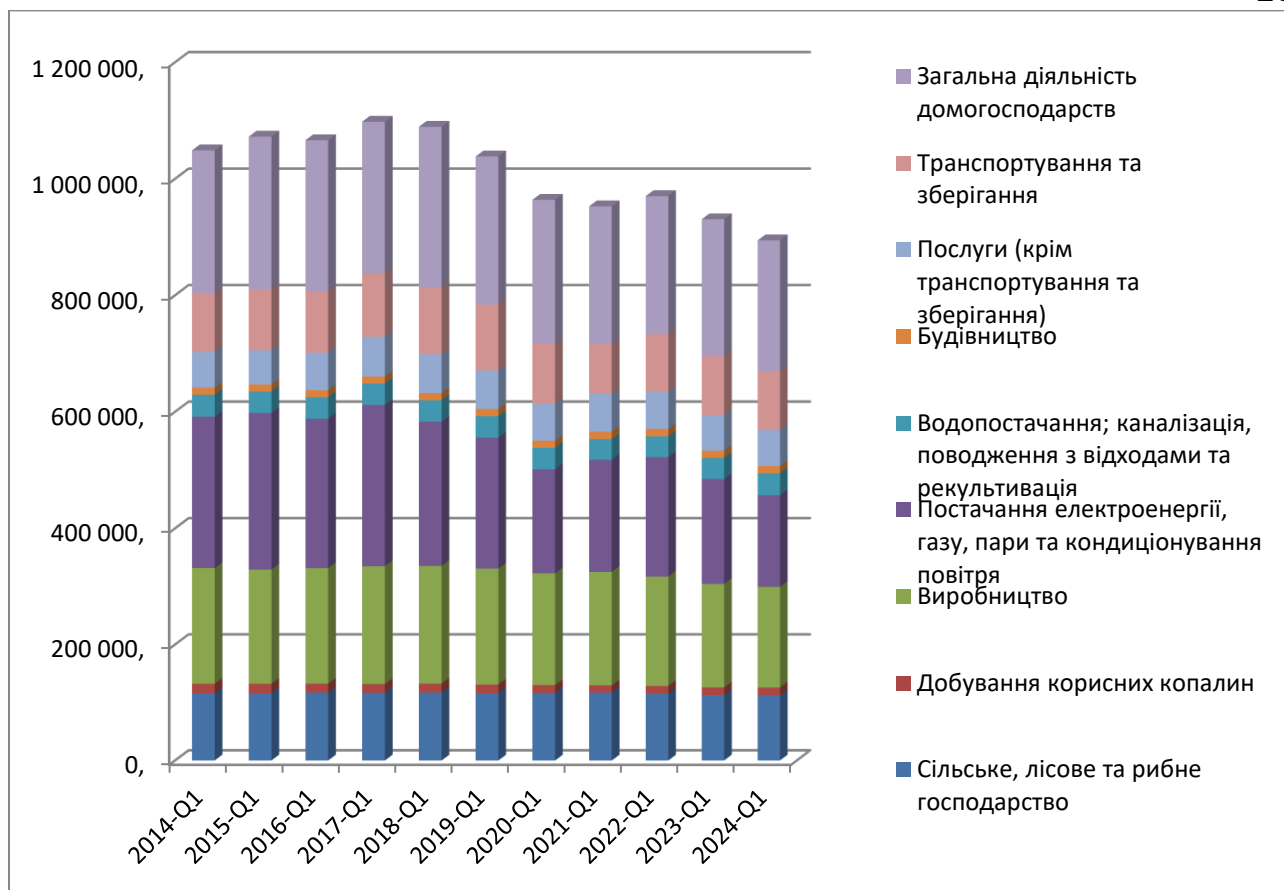


Рис. 2.2. Забруднювачі повітря та викиди парникових газів по секторам.

Джерело: [19]

У секторі енергетики простежувалось значне зменшення викидів завдяки поширенню відновлюваних джерел енергії та декарбонізації електроенергетики.

Хоча спостерігається незначне зниження, транспорт залишається одним із основних джерел викидів. Повільна динаміка може бути пов'язана зі зростанням використання автомобілів.

Виробництво протягом 10 років все ще залишається одним із найбільших забруднювачів та джерелом викидів парникових газів. Проте позитивна тенденція все ж таки є. Варто зауважити, що деякі галузі, зокрема хімічна та металургійна, все ще залежать від викопного палива, а це, у свою чергу, збільшує частку викидів парникових газів.

У секторі сільського лісового та рибного господарства значних змін у частці викидів немає, через використання добрив, які вивільняють метан і закис азоту. Вчені вважають цей сектор складним для екологізації та декарбонізації.

Протягом десятиліття добування корисних копалин мало незначну частку у викидах, що пояснюється тим, що скорочення пов'язане зі зменшенням видобутку вугілля та переходом на інші джерела енергії.

ЄС демонструє явне зниження викидів у ключових секторах, таких як енергетика та промисловість.

Табл. 3. Викиди парникових газів за видами економічної діяльності, 2023 рік

	Сільське, лісове та рибне господарство	Добування корисних копалин	Виробництво	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиціонування повітря	Транспортування та зберігання	Інші послуги, водопостачання та будівництво	Виробнича діяльність плюс домогосподарства
ЄС	467 183	55 120	744 736	745 363	433 504	451 386	3 614 852
Бельгія	12 372	454	32 820	13 751	6 284	14 028	105 457
Болгарія	6 458	1 597	8 395	26 203	7 438	4 643	58 953
Чехія	9 405	4 657	17 662	41 763	10 273	11 237	108 235
Данія	13 528	1 424	5 509	5 556	40 574	6 445	79 431
Німеччина	64 441	4 941	181 749	220 510	78 919	68 860	788 822
Естонія	1 752	51	1 697	7 860	1 455	979	15 540
Ірландія	23 392	57	7 114	9 137	16 339	5 694	73 896
Греція	9 465	384	16 801	19 717	21 473	10 223	92 014
Іспанія	44 413	1 850	74 417	40 829	43 002	30 807	304 438
Франція	81 649	731	81 458	27 785	62 475	76 285	438 734
Хорватія	3 616	610	4 370	3 221	1 330	4 621	24 047
Італія	41 020	3 206	86 284	82 620	42 203	64 844	428 915
Кіпр	648	25	1 534	3 113	286	1 370	8 784
Латвія	2 901	45	1 250	1 087	2 384	1 624	11 578
Литва	4 702	11	4 363	1 672	7 405	1 571	24 297
Люксембург	792	6	1 112	267	4 858	861	9 349
Угорщина	8 630	867	9 770	10 662	7 868	11 401	65 749
Мальта	100	20	65	787	388	610	2 327
Нідерланди	26 333	1 957	42 169	30 744	23 592	20 844	174 321
Австрія	8 283	833	25 791	5 856	7 124	6 941	69 423
Польща	53 780	22 950	62 917	141 010	13 413	58 953	405 732
Португалія	9 323	341	13 873	6 194	9 094	11 998	60 815
Ромунія	20 028	6 320	23 312	19 032	6 220	16 048	111 620
Словенія	2 073	278	2 728	3 509	1 189	2 596	16 682
Словакія	2 215	261	14 405	4 819	2 390	6 649	37 963
Фінляндія	7 604	378	9 355	11 955	8 478	5 226	48 182
Швеція	8 263	866	13 818	5 702	7 049	6 030	49 548

Джерело: Eurostat [23].

Серед держав-членів ЄС викиди парникових газів різними виробниками та домогосподарствами значно відрізнялися (див. таблицю 3). Ці відмінності

частково зумовлені різними економічними структурами та різним поєднанням відновлюваних і невідновлюваних джерел енергії. У восьми країнах-членах ЄС виробництво було основним джерелом викидів ПГ у 2023 році, а в інших восьми державах-членах підприємства з постачання електроенергії, газу, пари та кондиціонування повітря були основними джерелами викидів. Домогосподарства, транспортування та зберігання були основним джерелом парникових газів у п'яти державах-членах. Найбільші викиди припадають на категорії "Виробництво" (744,736), "Постачання електроенергії, газу, пари та кондиціонування повітря" (745,363) і "Виробнича діяльність плюс домогосподарства" (3,614,852).

Німеччина має найвищі викиди серед країн, зокрема у категоріях "Виробництво" (181,749) та "Постачання електроенергії, газу, пари та кондиціонування повітря" (220,510).

Італія також має великі викиди в категоріях "Виробництво" (86,284) та "Постачання електроенергії, газу, пари та кондиціонування повітря" (82,620). Іспанія має суттєві викиди в "Виробництво" (74,417) та "Постачання електроенергії, газу, пари та кондиціонування повітря" (40,829). Франція та Польща також мають високі показники викидів у категоріях "Виробництво" і "Постачання енергоресурсів".

Переважають у країнах, де є значний сільськогосподарський сектор, такі як Ірландія (23,392) та Греція (9,465).

Високі показники викидів у Німеччині (220,510) та Польщі (141,010), що відповідає інтенсивному розвитку транспортної інфраструктури.

Викиди в секторі водопостачання варіюються, але є помітні у країнах як Італія (42,203) та Франція (62,475).

Загалом, таблиця показує різні рівні викидів парникових газів в залежності від рівня розвитку економіки, індустріалізації та природних ресурсів кожної країни. Більшість викидів припадають на важкі індустрії та енергетичні сектори, що підтверджує потребу в переході на більш екологічно чисті технології та зменшення викидів для боротьби з зміною клімату.

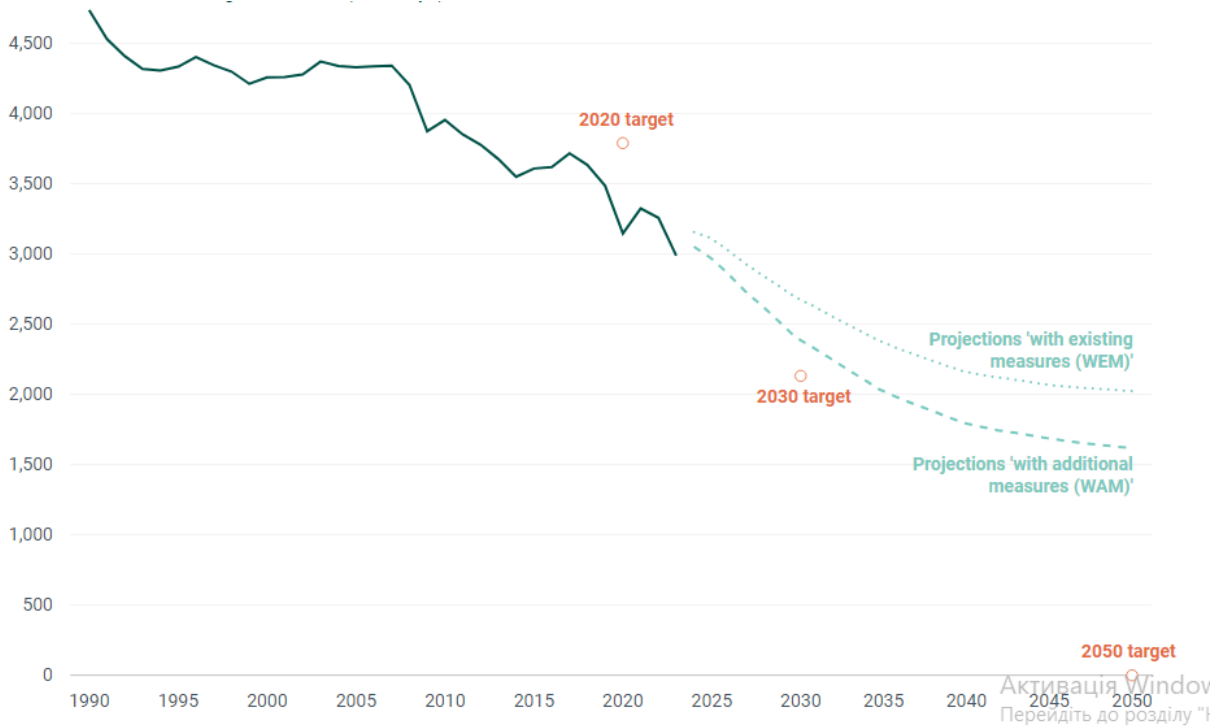


Рис. 2.3. Прогрес у досягненні кліматичних цілей у ЄС-27.

Джерело: Eurostat [23].

Скорочення викидів ПГ є життєво важливим для уповільнення темпів глобального потепління та пом'якшення його впливу на навколишнє середовище та здоров'я людини. ЄС є лідером у боротьбі з зміною клімату. Європейський кліматичний закон встановлює обов'язкову мету досягти кліматичної нейтральності до 2050 року та скоротити чисті викиди парникових газів щонайменше на 55% у 2030 році порівняно з 1990 роком (див. рис. 2.3). ЄС уже зробив значні кроки для досягнення цих амбіцій.

Чисті викиди парникових газів в ЄС скоротилися в 2022 році на 31%, починаючи з 1990 року, тоді як ВВП значно зріс за той самий період. Це досягнення враховує поглинання вуглецю від сектору землекористування, змін у землекористуванні та лісового господарства (ЗЗЗЛГ) і включає викиди міжнародної авіації та морського транспорту, як це регулюється законодавством ЄС (цільовий обсяг ЄС).

Спостережуване скорочення чистих викидів парникових газів відбулося після поступового посилення політики щодо скорочення викидів парникових газів протягом останніх двох десятиліть. Загальне зниження можна в основному пояснити змінами в методах виробництва енергії, зокрема значним зниженням

використання вугілля та зростанням використання відновлюваних джерел енергії. Також відбулося помірне скорочення загального споживання енергії та суттєве скорочення викидів парникових газів, пов'язаних із конкретними процесами промислового виробництва.

Зосереджуючись на галузевих подіях у 2023 році, оцінки вказують на нещодавнє продовження минулих тенденцій. Сектор енергопостачання зафіксував приблизно 19% скорочення викидів парникових газів між 2022 і 2023 роками завдяки розгортанню виробництва енергії з відновлюваних джерел і обмеженому скороченню виробництва електроенергії. За оцінками, викиди парникових газів зменшилися на 6% у промисловому секторі через поєднання скорочення виробництва та підвищення ефективності в окремих секторах Європи [22].

Аналогічне скорочення викидів парникових газів спостерігалось в будівельному секторі. Транспортний сектор та сільськогосподарський сектори зазнали більш обмеженого скорочення викидів на 1% та 2% відповідно. Оцінки вказують на помірне збільшення потужності видалення ПГ від ЗЗЗЛГ.

Очікується, що поточні та заплановані політичні заходи в ЄС сприятимуть підтримці скорочення викидів до 2030 року. Прогнози держав-членів, надані в березні 2023 року та оновлені деякими державами-членами в 2024 році, показують, що політика та заходи, що діють, разом досягнуть скорочення 43% чистих рівнів викидів до 2030 року порівняно з 1990 роком.

Прогнозоване скорочення сягне 49%, якщо врахувати заплановані додаткові заходи, залишаючи розрив у шість відсоткових пунктів до цілі мінус 55%. Більш амбітні політики та заходи розробляються в поточних оновленнях Національних енергетичних і кліматичних планів. Нові загальноєвропейські інструменти політики, такі як система торгівлі викидами для будівель, автомобільного транспорту та інших секторів, створюють додаткові стимули для скорочення викидів.

Розрив між цілями та прогнозованим впливом поточних і запланованих заходів буде більшим після 2030 року. Беручи до уваги поточні прийняті та заплановані заходи, очікується, що чисті викиди досягнуть рівня на 62% нижче

рівня 1990 року у 2040 році та на 66% у 2050 році. Ці прогнози значно перевищують рекомендовану ціль скорочення на 90% до 2040 року та юридично обов'язкову ціль кліматичної нейтральності до 2050 року. Це вказує на необхідність продовжувати розробку амбітної політики щодо скорочення викидів у всіх секторах у найближчі роки та десятиліття.

2.2. Економічні та соціальні ефекти декарбонізації.

Декарбонізація є важливою складовою стратегій боротьби зі зміною клімату та забезпечення сталого розвитку. Вона передбачає скорочення викидів парникових газів (ПГ) в економіці, що дозволяє знизити негативний вплив на навколишнє середовище та зменшити темпи глобального потепління. У той же час, декарбонізація має глибокі економічні та соціальні наслідки, оскільки вона впливає на ключові сектори економіки, ринки праці, соціальну справедливість та забезпечення енергетичної безпеки [24].

Економічні ефекти декарбонізації можуть бути як позитивними, так і негативними. З одного боку, впровадження низьковуглецевих технологій, розвиток відновлюваних джерел енергії та інновацій у сфері енергоефективності створюють нові економічні можливості, стимулюючи зростання певних секторів і створення нових робочих місць. З іншого боку, перехід до зеленої економіки вимагає значних інвестицій, адаптації існуючих підприємств і галузей, що може викликати тимчасові економічні труднощі в певних регіонах або секторах.

У першому кварталі 2024 року викиди парникових газів в економіці ЄС оцінювалися в 894 мільйони тонн CO₂-еквівалентів (CO₂-eq), що на 4,0% менше порівняно з тим самим кварталом 2023 року (931 мільйон тонн CO₂-eq). Валовий внутрішній продукт (ВВП) ЄС залишився стабільним, зафіксувавши лише невелике зростання (0,3% у першому кварталі 2024 року порівняно з тим самим кварталом 2023 року) [25].

Процес декарбонізації є не тільки екологічною необхідністю, але й економічною і соціальною трансформацією, яка вимагає комплексного підходу для досягнення стійкого та справедливого розвитку. У наступних розділах буде розглянуто, як зміни в рівнях викидів парникових газів пов'язані з економічними показниками, зокрема ВВП, і які ефекти це має для країн ЄС.

З рисунка 2.4 видно, що, попри зростання ВВП, викиди парникових газів дещо знижуються. Це може бути результатом переходу до більш чистих джерел енергії (відновлювані джерела енергії, енергоефективність), що веде до зменшення викидів при збереженні економічного зростання [30].

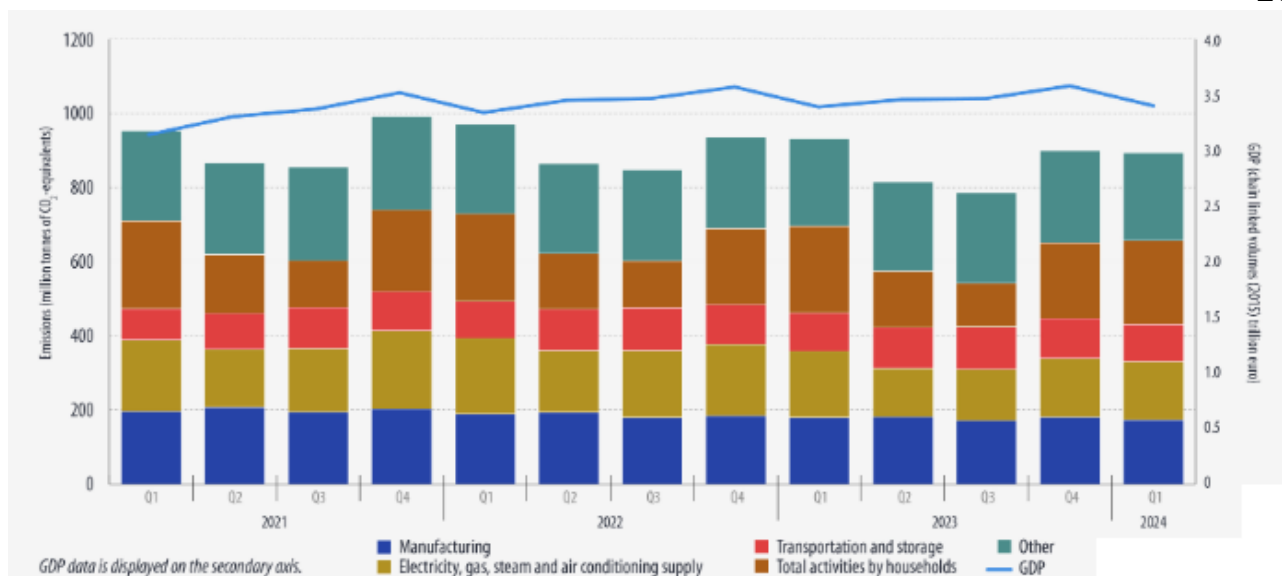


Рис. 2.4. Викиди парникових газів за секторами та ВВП країн ЄС.

Джерело: Eurostat [23].

У першому кварталі 2024 року викиди парникових газів, за оцінками, зменшилися в 20 країнах ЄС порівняно з тим же кварталом 2023 року.

Найбільше скорочення парникових газів оцінюється в Болгарії (-15,2%), Німеччині (-6,7%) і Бельгії (-6,0%).

Виробництво і енергетичний мають значний вплив на загальний рівень викидів. Ці сектори є найбільшими джерелами парникових газів, однак їхні викиди поступово зменшуються завдяки впровадженню нових технологій, таких як енергоефективність та використання відновлюваних джерел енергії [27].

Транспорт і діяльність домогосподарств продовжують залишатися значними джерелами викидів, але і ці сектори поступово змінюються завдяки розвитку електричних автомобілів, удосконаленню транспорту та зміні поведінкових патернів населення (наприклад, зміни в споживанні енергії).

Зв'язок між викидами та ВВП є складним, але очевидно, що є тенденція до розділення економічного зростання від викидів, що вказує на можливість зеленої економіки. Країни ЄС активно інвестують у сталий розвиток, що дозволяє зменшувати викиди без суттєвого негативного впливу на економічний розвиток. Це може бути результатом політики декарбонізації, що включає в себе стимули для бізнесу на впровадження низьковуглецевих технологій, а також

регуляцій, таких як «зелений» податок або підтримка переходу до чистих джерел енергії [28].

З 20 членів ЄС, які, за оцінками, скоротили свої викиди, 8 також зафіксували падіння свого ВВП (Чехія, Німеччина, Естонія, Ірландія, Люксембург, Нідерланди, Австрія та Фінляндія). За оцінками, іншим 12 країнам ЄС (Бельгії, Болгарії, Данії, Іспанії, Франції, Італії, Угорщини, Польщі, Португалії, Словаччини, Швеції та Хорватії) вдалося скоротити викиди при одночасному збільшенні ВВП (див. рис. 2.5).

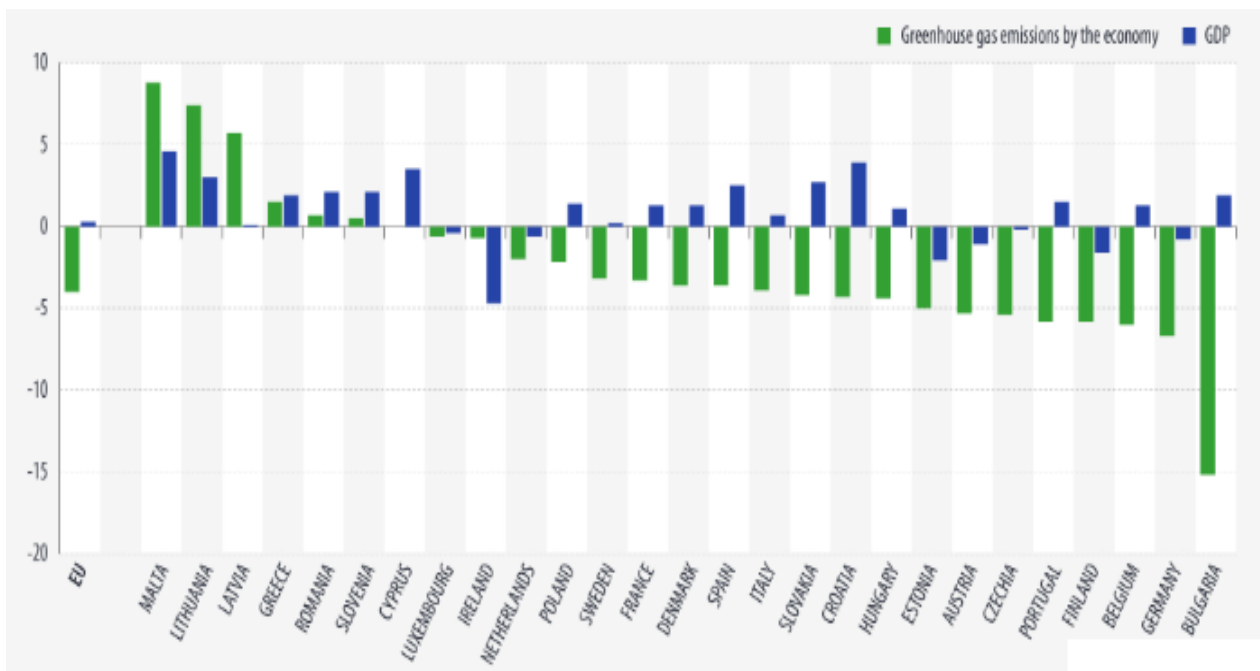


Рис. 2.5. Темпи зростання викидів парникових газів країною ЄС та ВВП.

Джерело: Eurocommission [21].

Соціальні ефекти декарбонізації також є важливими для оцінки цієї трансформації. Декарбонізація може призвести до покращення якості життя, зменшення забруднення повітря, розвитку «зелених» робочих місць і створення нових можливостей для населення.

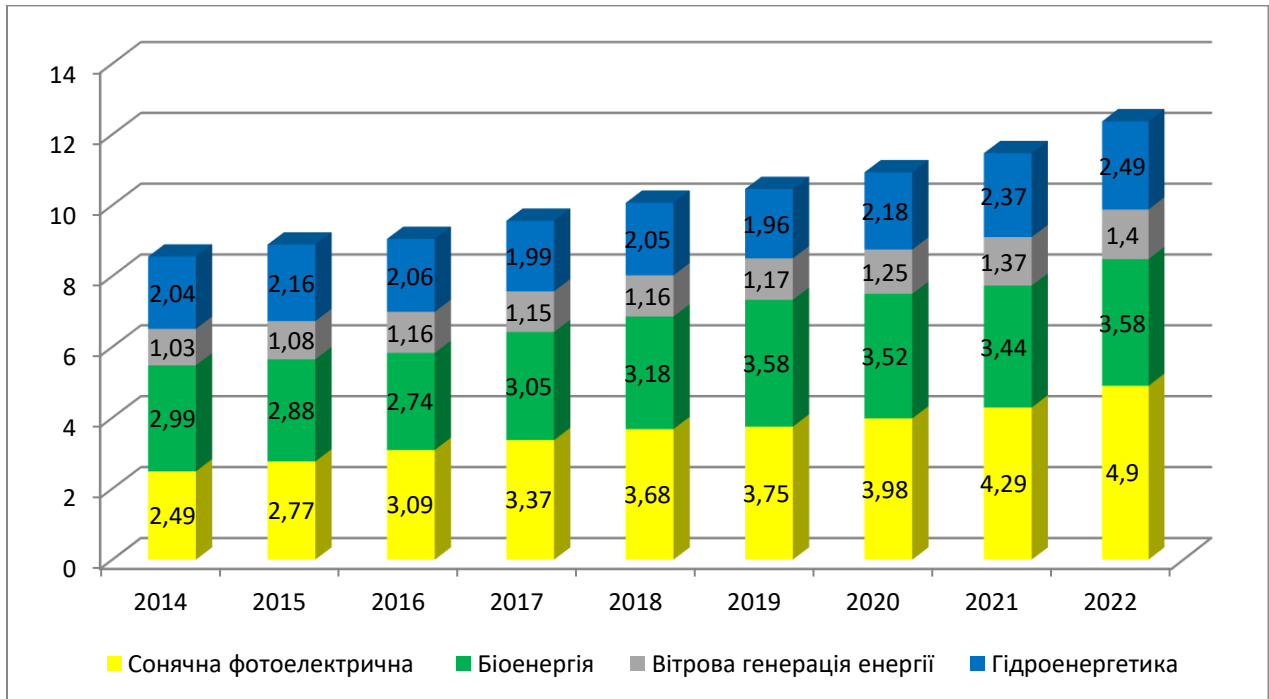


Рис. 2.6. Динаміка зайнятості населення у відновлюваних джерелах енергії 2014-2022 рр.

Джерело: [24]

Зайнятість у секторі відновлюваних джерел енергії продовжує зростати, і цей тренд, ймовірно, буде посилюватися в майбутньому завдяки глобальним зусиллям щодо зниження викидів і переходу на чисту енергію. За прогнозами, цей сектор стане одним з головних джерел робочих місць у світі в найближчі десятиліття, що ще більше підкреслює важливість інвестицій у відновлювані джерела енергії для економічного розвитку та сталого майбутнього.

Розділ III. Реалізація політики декарбонізації в Україні.

Перехід економіки України на низьковуглецеву траєкторію є важливою складовою державної політики, спрямованої на забезпечення її сталого розвитку, зокрема, в контексті Глобальних цілей сталого розвитку до 2030 року.

Україна є багатою на ресурси країною та має надзвичайно багаті та взаємодоповнюючі мінеральні ресурси у високій концентрації та в безпосередній близькості один від одного. Традиційні та нетрадиційні ресурси вуглеводнів України розташовані в Дніпровсько-Донецькому регіоні на сході, Карпатському регіоні на заході та Чорноморсько-Азовському регіоні на півдні. На Дніпровсько-Донецький регіон припадає 90% видобутку природного газу. Решта 10% природного газу видобувається в Карпатському та Чорноморсько-Азовському регіонах. На вугілля припадає понад 90% запасів викопного палива в Україні. У 2020 році Україна мала 34,4 мільярда тонн запасів вугілля, переважно у східній частині країни, яка посідала восьме місце у світі за запасами кам'яного вугілля, наближаючись до Німеччини та Індонезії [32].

Україна має значний потенціал відновлюваної енергетики (ВДЕ), який залишається значною мірою невикористаним. У 2020 році Україна мала надзвичайно низький (у 2–6 разів нижчий) порівняно з країнами ЄС рівень впровадження ВДЕ, незважаючи на високі рівні інсоляції та вітрового потенціалу. Країна має значний потенціал ВДЕ, який можна використовувати для підвищення енергетичної безпеки [32].

Проте економіка України є вуглецевоемною. Вуглецемісткість ВВП в Україні все ще в 4,5 рази перевищує середній світовий показник і більш ніж у 8 разів перевищує середній показник в Європі ОЕСР, тоді як викиди на душу населення знаходяться на середньосвітовому рівні. На Україну припадає 0,5% світових річних викидів вуглецю (185 млн т CO₂), а також 1,8% (29 млрд т CO₂) сукупних викидів CO₂ з часів промислової революції. Викиди на душу населення в Україні приблизно еквівалентні середньому світовому показнику в 4,5 метричних тонн CO₂ і нижчі, ніж 6,5 млн тонн CO₂ для Європейського Союзу. Незважаючи на те, що атомна енергетика становить 55% виробництва електроенергії, вуглецевоемність економіки України майже втричі перевищує

показники Європейського Союзу. На енергетику припадає понад 80% викидів парникових газів, причому виробництво електроенергії та тепла, неконтрольовані викиди та виробництво разом становлять близько трьох чвертей викидів [34].

Енергетичний сектор покладається на викопне паливо та ядерну енергію на понад 85%, при цьому частка відновлюваної енергії у 2022 році становила близько 15% (за винятком гідроенергетики). Вугілля відіграє величезну роль в енергетичному секторі, незважаючи на прагнення поступово відмовитися від вугілля до 2035 року. Позитивним моментом є те, що український ринок електроенергії було відкрито 1 липня 2020 року, перейшовши від регульованої моделі одного покупця до конкурентної лібералізованої моделі відповідно до Директиви ЄС. Незважаючи на те, що синхронізація знаходиться на ранній стадії, це вирішальний крок для країни, щоб насолодитися переваги повної інтеграції ринку в майбутньому. Більше того, сектор електроенергетики вразливий до багатьох втрат електроенергії при передачі та розподілі, що перевищують 10% на рік, а також до регулярних відключень у міських і сільських районах.

В Україні транспортний сектор важко декарбонізувати через ефект блокування та фрагментарне управління. Частка ВДЕ в транспортному секторі була досить низькою. Податки на реєстрацію транспортних засобів та викиди автомобілів були скасовані на початку 2015 року. У той час як дорогі автомобілі оподатковуються, старі та неефективні залишаються неоподаткованими. З іншого боку, стимулюючі заходи допомогли збільшити продажі електромобілів. У 2016 році було скасовано мито на електромобілі, а з 2018 року також скасовано акциз і ПДВ на імпорт електромобілів [32].

На житловий сектор припадає значна частина пов'язаних з енергетикою викидів в Україні. У 2018 році на будівельний сектор припадало приблизно 8% загальних викидів парникових газів в Україні, а лише на житловий сектор припадало 30% загального кінцевого споживання електроенергії в Україні. Будівельний фонд походить з часів Радянського Союзу та потребує модернізації, оскільки енергоспоживання на квадратний метр більшості будівель споживає

втричі більше енергії, ніж енергоефективні будівлі класу В. Хоча кілька програм, таких як Фонд енергоефективності або Програма теплих кредитів, були створені для спрямування фінансування на підвищення ефективності огорожувальних конструкцій і технічних систем будівель, вони не дали очікуваних результатів. Україна також прийняла закони для імплементації Директиви про енергетичну ефективність будівель та узгодження їх із Директивою про енергоефективність, сприяючи загальнонаціональній модернізації будівель, заміні котлів із низьким рівнем ефективності, заміні систем опалення на викопному паливі та загальнонаціональній реконструкції житлових будинків [35].

Ще є можливості для покращення показників енергоефективності промислового сектора в Україні. Промисловість відповідає за 18% загальних викидів парникових газів в Україні без урахування ЗЗЗЛГ. Промисловий сектор є одним з найважчих для декарбонізації через труднощі зі скороченням промислових викидів у цементній, вапняній та інших галузях промисловості. У січні 2018 року Міністерство охорони навколишнього середовища України опублікувало проект закону, який вимагатиме від великих викидів проводити аудит своїх викидів як перший крок до розробки в Україні дієвої Системи торгівлі викидами (ETS). Тим не менш, застосований податок на викиди вуглецю є досить низьким порівняно із середньосвітовим показником, що робить малоімовірним зменшення викидів у цьому секторі. Україна також підтримала розробку та реалізацію кількох галузевих ініціатив для розширення та поглиблення обмеження попиту в промисловому секторі, включаючи впровадження стандарту системи енергоменеджменту ISO 50001.

Україна дуже вразлива до наслідків зміни клімату. Очікується, що країна постраждає від збільшення інтенсивності та частоти посух, високих температур, хвиль спеки, змінного режиму опадів і повеней¹⁰. Очікується, що зміна клімату також пересуне межі весняних заморозків, що негативно вплине на сільське господарство, основу української економіки, на частку якого станом на 2021 р. припадає майже 11% ВВП¹¹. Крім того, водні ресурси постраждають від зміни температур і режимів опадів, які матимуть довгострокові наслідки для

кількості та якості доступної води, що, у свою чергу, зменшить кількість доступної води, що використовується в енергетиці також.

Згідно зі звітами про проект, станом на 2022 рік викиди парникових газів у промисловості вже скоротилися на 37% порівняно з 1990 роком. Хоча для досягнення оновленої цілі цей сектор потребує подальших найбільших скорочень парникових газів до 2050 року та найбільшого обсягу інвестицій – 114 Мт CO₂ та 11,1 млрд євро до 2050 року. Викиди парникових газів у сільському господарстві скоротилися на 53% станом на 2022 р. з 1990 р. До 2050 р. необхідно скоротити ще 36 Мт CO₂, на що буде потрібно 3,6 млрд євро. До 2050 року лісове господарство та землекористування вимагатимуть 2,6 млрд євро, а сектор відходів – 14,2 млрд євро [35].

Україна активно працює над реалізацією політики декарбонізації, намагаючись скоротити викиди парникових газів та зменшити залежність від викопного палива. Це є частиною міжнародних зобов'язань країни в межах Паризької угоди та її прагнення до інтеграції з європейськими екологічними стандартами [35].

Україна суттєво збільшила встановлену потужність сонячних електростанцій. Наприклад, у Нікополі (Дніпропетровська область) збудовано одну з найбільших в Європі сонячних електростанцій потужністю 246 МВт.

Введено в експлуатацію біогазові установки, наприклад, на Полтавщині, які дозволяють використовувати аграрні відходи для виробництва енергії.

Разом з цим Україна прийняла Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок (НПСВ). Він спрямований на модернізацію вугільних ТЕС, які є одними з головних джерел викидів парникових газів, шляхом впровадження сучасних фільтраційних технологій та поступового переходу до більш чистих видів енергії [35].

Україна стала однією з країн Європи з найбільш швидкими темпами росту ринку електромобілів. Для стимулювання цього сектору введено:

- Звільнення від податку на імпорт електромобілів.
- Розвиток мережі зарядних станцій у великих містах та на магістральних дорогах.

Україна приєдналася до "Європейського зеленого курсу" (European Green Deal), який передбачає зниження викидів і досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року. Також розробляються інструменти торгівлі квотами на викиди CO₂, адаптовані до вимог ЄС.

Україна розглядається як потенційний партнер ЄС у розвитку водневої енергетики. У планах – будівництво інфраструктури для виробництва та експорту "зеленого" водню до країн Європи [34].

Україна здійснює поступові кроки до декарбонізації економіки, активно залучаючи міжнародне фінансування та використовуючи досвід інших країн.

Висновки

1. Декарбонізація визначається як процес зменшення викидів вуглекислого газу (CO₂) та інших парникових газів (ПГ) у ключових секторах економіки, включаючи енергетику, транспорт, промисловість та сільське господарство. Основною метою цього процесу є досягнення вуглецевої нейтральності, яка передбачає баланс між обсягами викидів та обсягами їх поглинання природними чи технологічними способами. Цей підхід є невід'ємною частиною глобальної боротьби зі зміною клімату, регульованої, зокрема, Паризькою угодою 2015 року.

У практичному вимірі перехід до низьковуглецевої економіки потребує міжнародної координації, оскільки проблема зміни клімату є глобальною за своїм характером. Економічна ефективність декарбонізації залежить від спільних зусиль урядів, бізнесу та громадськості у стимулюванні інновацій та адаптації економіки до нових екологічних викликів.

Перехід до низьковуглецевої економіки передбачає комплексну трансформацію традиційних секторів:

- Широкомасштабне впровадження відновлюваних джерел енергії (сонячна, вітрова енергія), децентралізація енергосистем та зниження використання вугілля, нафти і газу.
- Перехід на електричний і водневий транспорт, розвиток громадського транспорту, впровадження інфраструктури для велосипедів і пішоходів.
- Використання екологічно чистих матеріалів, впровадження замкнених циклів виробництва, зниження енергоємності виробництв.
- Зменшення використання добрив, зміна методів вирощування культур, підвищення ефективності тваринництва.

Для успішного переходу необхідно забезпечити економічну підтримку, включаючи інвестиції в "зелені" технології, фінансування інфраструктурних змін та створення стимулів для бізнесу і домогосподарств. Важливу роль відіграють також міжнародні угоди та національні стратегії, які забезпечують гармонізацію зусиль у боротьбі зі зміною клімату.

2. Політика декарбонізації Європейського Союзу спрямована на досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року, що є центральним завданням в рамках Європейського зеленого курсу (European Green Deal). Ця стратегія ґрунтується на поступовому скороченні викидів парникових газів у всіх секторах економіки через впровадження інновацій, відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), модернізацію інфраструктури та зміну підходів до споживання.

- ЄС ухвалив Європейський кліматичний закон, який встановлює юридично обов'язкові цілі скорочення викидів. Основна мета – зниження викидів на 55% до 2030 року порівняно з рівнем 1990 року.

- Політика спрямована на розширення частки ВДЕ в енергетичному балансі, модернізацію електромереж для інтеграції децентралізованих енергетичних систем, а також стимулювання електрифікації промисловості й транспорту.

- Розширення та вдосконалення Системи торгівлі викидами ЄС є ключовим економічним інструментом для зменшення викидів у промисловості та енергетиці. Розроблено плани розповсюдження ETS на нові сектори, включаючи морський транспорт та будівництво.

- ЄС стимулює перехід до електромобілів, зменшення використання автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння та розширення мережі зарядних станцій. Додатково посилюється підтримка громадського транспорту та розвитку велосипедної інфраструктури.

3. Викиди вуглекислого газу (CO_2) у країнах Європейського Союзу демонструють тенденцію до зниження протягом останніх десятиліть, що є результатом впровадження кліматичної політики, модернізації енергетичного сектору та скорочення використання викопного палива.

З 1990 по 2022 рік викиди CO_2 в ЄС скоротилися приблизно на 30%. Основні зменшення відбулися в енергетичному секторі завдяки переходу на відновлювані джерела енергії (ВДЕ) і зменшенню використання вугілля. У 2020 році спостерігалось значне скорочення викидів (на 10% порівняно з 2019 роком), спричинене економічним спадом через пандемію COVID-19. Проте в 2021 році викиди знову зросли, але не досягли рівнів до пандемії.

ЄС планує досягти вуглецевої нейтральності до 2050 року. Ця мета вимагає посилення зусиль у декарбонізації транспорту, промисловості та сільського господарства.

4. Україна, як учасник Паризької угоди, зобов'язалася скорочувати викиди парникових газів, адаптувати свою економіку до викликів зміни клімату та сприяти глобальним зусиллям із досягнення вуглецевої нейтральності до 2050 року. Політика декарбонізації в Україні базується на стратегічних документах, міжнародних зобов'язаннях та підтримці міжнародних партнерів, але залишається на етапі активного впровадження.

Через російське вторгнення у 2022 році енергетична інфраструктура зазнала значних руйнувань. Це змусило країну активніше впроваджувати ВДЕ та децентралізовані енергетичні рішення для забезпечення енергетичної безпеки.

Політика декарбонізації України має значний потенціал, зокрема завдяки міжнародній підтримці (наприклад, "Зелений альянс" з ЄС) та географічним перевагам для розвитку ВДЕ.

Список використаних джерел

1. Anderson, K., & Bows, A. (2011). Beyond 'dangerous' climate change: Emission scenarios for a new world. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369(1934), 20–44. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0290>
2. Як країни декарбонізують свої енергетичні системи? Ecobusiness Group. URL: <https://ecolog-ua.com/news/yak-krayiny-dekarbonizuyut-svoyi-energetychni-systemy>
3. Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., ... & Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
4. Sovacool, B. K., & Griffiths, S. (2020). The cultural barriers to a low-carbon future: A review of six mobility and energy transitions across 28 countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 119, 109569. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109569>
5. Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36(3), 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
6. Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press.
7. Gunningham, N. (2019). Averting climate catastrophe: Environmental activism, extinction rebellion and coalitions of influence. *King's Law Journal*, 30(2), 194–202. <https://doi.org/10.1080/09615768.2019.1645424>
8. Unruh, G. C. (2000). Understanding carbon lock-in. *Energy Policy*, 28(12), 817–830. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00070-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00070-7)
9. Sovacool, B. K., Turnheim, B., Hook, A., & Brock, A. (2021). Dispossessed by decarbonisation: Reducing vulnerability, injustice, and inequality in the low-carbon transition. *World Development*, 137, 105116. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105116>

10. Watson, J., Byrne, R., & Morgan, J. (2018). What role for international cooperation in the Nationally Determined Contributions? *Climate Policy*, 18(4), 377–387. <https://doi.org/10.1080/14693062.2017.1406845>
11. Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, 41(6), 955–967. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.013>
12. Гнатишин М. А. Паризька угода: прогрес в імплементації та торговельні аспекти. *Ефективна економіка*. 2019. № 3. – URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6950>
13. Паризька угода : Угода; ООН від 12.12.2015. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/995_161 (дата звернення: 30.05.2023 р.)
14. . Кармелюк Т. Норвегія розкриває потенціал декарбонізації комунального вантажного транспорту. *Bellona*. URL: <https://bellona.org/news/ukraine/2017-03-norvehiya-rozkryvaye-potentsial-dekarbonizatsiyi-komunalnohovantazhnoho-transportu>
15. European Commission. (2021). The European Green Deal. Retrieved from <https://ec.europa.eu>
16. United Nations. (2015). Paris Agreement. Retrieved from <https://unfccc.int>
17. IPCC. (2023). Sixth Assessment Report. Retrieved from <https://www.ipcc.ch>
18. International Energy Agency. (2023). World Energy Outlook 2023. Retrieved from <https://www.iea.org>
19. European Commission. (2023). EU Climate Action Progress Report. Retrieved from <https://ec.europa.eu/clima>
20. REN21. (2023). Renewables 2023 Global Status Report. Retrieved from <https://www.ren21.net>
21. United Nations Framework Convention on Climate Change. (n.d.). GHG Data Interface. Retrieved from <https://unfccc.int>
22. Eurostat. (2023). Energy and Environment Statistics. Retrieved from <https://ec.europa.eu/eurostat>

23. OECD. (2023). Green Growth Indicators. Retrieved from <https://www.oecd.org/greengrowth>
24. World Resources Institute. (2023). Climate Watch. Retrieved from <https://www.wri.org>
25. Elsevier. (2022). Energy Policy Journal. Retrieved from <https://www.journals.elsevier.com/energy-policy>
26. Cambridge University Press. (n.d.). Decarbonization Studies. Retrieved from <https://www.cambridge.org>
27. European Environment Agency. (2023). Annual European Climate Report. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu>
28. BloombergNEF. (2023). Energy Transition Analysis. Retrieved from <https://about.bnef.com>
29. Carbon Tracker Initiative. (2023). Fossil Fuel Finance Reports. Retrieved from <https://carbontracker.org>
30. The World Bank. (2023). Climate Change and Economic Growth. Retrieved from <https://www.worldbank.org>
31. McKinsey & Company. (2023). Global Energy Transition Report. Retrieved from <https://www.mckinsey.com>
32. План Маршалла для післявоєнного відновлення України. Пропозиції ГД ООН в Україні. Global Compact Network Ukraine. URL: <http://surl.li/efyzy>
33. Elsevier. (2021). Renewable and Sustainable Energy Reviews. Retrieved from <https://www.journals.elsevier.com/renewable-and-sustainable-energy-reviews>
34. Білявський М. Україна і глобальна політика декарбонізації. Razumkov centre. URL: <https://razumkov.energy/meny/news/ukraine-global-policy-decarbonisation/>
35. "Зелені" перегони. Як Україні не втратити доступ до ринку ЄС. Економічна правда. URL <https://www.epravda.com.ua/projects/ekopromyslovist/2021/02/26/671344/>