

## ЦІЛЬОВІ ПОКАЗНИКИ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОГО РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

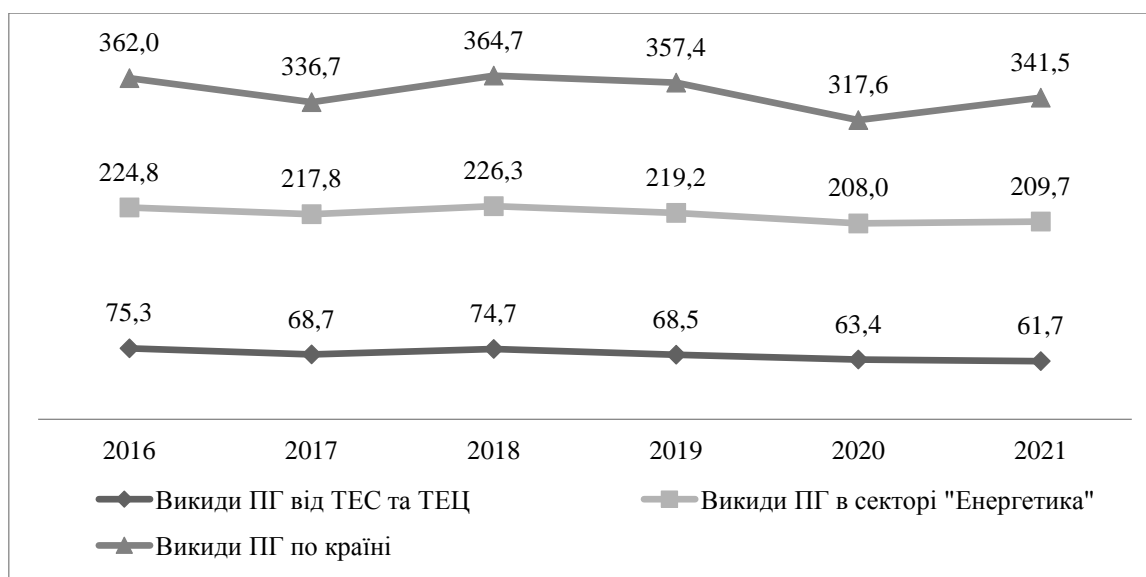
*Зобов'язання України як сторони Паризької кліматичної угоди щодо скороченням викидів парникових газів з поступовим збільшенням їх амбітності передбачає низьковуглецевий розвиток економіки з декарбонізацією її секторів. Електроенергетика України з 20% внеском у загальні викиди ПГ, обумовленими в основному спалюванням викопного палива на ТЕС та ТЕЦ зі значною часткою вугілля у балансі, має пройти трансформацію її структури для зниження карбоємності виробництва електроенергії з очікуваним зростанням споживання електроенергії. Метою статті є огляд поточних та перспективних зобов'язань України щодо її низьковуглецевого розвитку та формування відповідних цільових показників розвитку електроенергетичного сектору України. Визначено основні зобов'язання щодо низьковуглецевого розвитку, що містяться у Оновленому національно визначеному внеску України з 65% скороченням викидів ПГ у 2030 році порівняно з 1990 роком, Національній економічній стратегії на період до 2030 р. з задекларованим досягненням вуглецевої нейтральності економіки до 2060 року та закладеною у Енергетичній стратегії України до 2050 року вуглецевою нейтральністю енергетичного сектору з максимальним скороченням використання вугілля. Запровадження механізму прикордонного вуглецевого коригування з оподаткуванням імпортованої в ЄС електроенергії з 2026 року може стати певною перешкодою для імпорту електроенергії при об'єднанні ринків електроенергії України та ЄС, і стане ще одним чинником необхідності зростання частки низьковуглецевої та безвуглецевої генерації.*

**Ключові слова:** електроенергетика, низьковуглецевий розвиток, карбоємність, вуглецева нейтральність, викиди парникових газів, механізм прикордонного вуглецевого коригування.

**Вступ.** Прагнення країн до низьковуглецевого розвитку обумовлено очікуваними негативними для планети наслідками зміни клімату через зростання антропогенних викидів парникових газів, що спостерігаються з початком індустріального періоду. Рамкова конвенція ООН зі зміни клімату (РКЗК ООН) поєднала 198 країн світу у прагненні стабілізації концентрації парникових газів в атмосфері на такому рівні, який не допускав би небезпечного антропогенного впливу на клімат Землі. Згідно з підписаним у 1997 році Кіотським протоколом країни домовилися скоротити та стабілізувати рівень викидів парникових газів з кількісними показниками зниження викидів до 2020 року відносно 1990 року. Якщо розвинуті європейські країни мали забезпечити скорочення викидів ПГ в середньому на 8% від базового року, то для України як країни з перехідною економікою обмеженням було неперевищення рівня базового року.

На заміну Кіотському протоколу, термін дії якого спливав у 2020 році, було розроблено Паризьку кліматичну угоду до РКЗК ООН, яка набула чинності у листопаді 2016 року. Паризька угода, яку Україна ратифікувала однією з перших серед європейських країн [1], є одним із основних документів щодо національних зобов'язань по скороченню викидів ПГ. Метою Паризької Угоди [2] є стримування зростання глобальної середньої температури значно нижче 2°C понад доіндустріального рівня і докладання зусиль з метою обмеження зростання температури до 1,5°C; підвищення здатності адаптуватися до несприятливих наслідків зміни клімату, а також сприяння опірності до зміни клімату та низьковуглецевому розвитку таким чином, щоб не ставити під загрозу виробництво продовольства. На відміну від Кіотського протоколу, Паризька кліматична угода передбачає, що зобов'язання зі скорочення викидів ПГ в атмосферу беруть на себе всі держави, що приєдналася до цієї Угоди, незалежно від ступеня їхнього економічного розвитку з визначенням індивідуального для кожної країни національно-визначеного внеску (НВВ) у досягнення глобальної мети з конкретним рівнем скорочення вуглецевих викидів. Ці НВВ мають оновлюватися через кожні п'ять років зі збільшення амбітності зобов'язань щодо скорочення викидів ПГ.

Електроенергетичний сектор України, основними джерелами викидів парникових газів якого є спалювання викопного палива на ТЕС та ТЕЦ, останніми роками мав приблизно 20% внесок у загальні викиди ПГ по країні. Сектор «Енергетика», до якого входить енергетичне споживання палива в усіх секторах економіки та викиди при його добуванні, обробці та транспортуванні, має приблизно 62-64% від загальних викидів ПГ (рис. 1).

Рисунок 1 - викиди ПГ в Україні за 2016-2021 роки, млн т CO<sub>2</sub>-екв. [3]

**Метою** статті є огляд поточних та перспективних зобов'язань України щодо низьковуглецевого розвитку її економіки та формування відповідних цільових показників при визначенні перспектив розвитку електроенергетичного сектору України.

**Матеріал і результати досліджень** У першому Очікуваному національно визначеному внеску Паризької угоди, поданому до Секретаріату РКЗК ООН у 2015 році [4], Україна взяла зобов'язання щодо неперевищення у 2030 р загальних нетто викидів ПГ на рівні 60 % від рівня 1990 року [5].

Стратегічні напрями переходу економіки України на траєкторію низьковуглецевого зростання на засадах сталого розвитку визначено у розробленій і затвердженій у липні 2018 року на засіданні Кабінету Міністрів Стратегії низьковуглецевого розвитку України до 2050 року [6], в якій скорочення рівня викидів ПГ до 2050 року очікується до 31-34 % від рівня 1990 року. Переглядати стратегію зі збільшенням рівня амбітності та урахуванням національних обставин заплановано принаймні кожні п'ять років. В енергетиці основними рушійними заходами низьковуглецевого розвитку визначено збільшення виробництва та споживання електричної енергії з відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), екологічно стале виробництво та розширення використання біомаси (біопалива), виробництво біогазу та розширення його використання для виробництва теплової та електричної енергії, підвищення ефективності роботи електростанцій, розвиток ядерної енергетики, модернізація, інтелектуалізація електричних мереж, підтримка впровадження технологій акумулювання енергії, розвиток технологій виробництва водню, запровадження ринкових механізмів скорочення викидів ПГ.

Сталий низьковуглецевий розвиток всіх галузей економіки є одним з цільових стратегічних завдань прийнятого на початку 2019 року Закону України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» [7]. Це передбачає створення умов для декарбонізації енергетичного сектору, активного впровадження технологій енергозбереження та підвищення енергоефективності, збільшення виробництва енергії за рахунок відновлювальних та альтернативних джерел, впровадження найкращих наявних низьковуглецевих, ресурсозберігаючих технологій виробництва, а також сучасних будівельних технологій з тепло- та енергозбереження, що дасть змогу істотно зменшити обсяг викидів парникових газів та забруднюючих речовин в атмосферне повітря, а також скидання забруднюючих речовин у водойми. Викиди ПГ мають не перевищувати в 2030 році 60% від рівня 1990 року, а частка відновлювальної енергії від її загального споживання в 2030 р. повинна становити не менше 17%.

У проекті Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року [8], розробленої у 2020 році, перехід до кліматично нейтральної економіки України у соціально прийнятний та економічно ефективний спосіб передбачено до 2070 року. Проміжною ціллю при такому переході стане скорочення викидів ПГ в 2030 році до рівня, який мав бути визначений в другому НВВ України. До 2050 року передбачається збільшення частки ВДЕ у виробництві електроенергії до 70% зі значним внеском (до 15%) електроенергії від дахових сонячних електростанцій в домогосподарствах та бізнесі. Частка атомної генерації в електроенергетичному балансі України зменшиться до 20-25%, а гідроенергетики – залишиться на поточному рівні. Вугільні ТЕС до 2050 року будуть повністю замінено із запровадженням нових високоманеврових генеруючих потужностей, зокрема, на природному газі (в більш віддаленій перспективі

на синтетичному газі, виробленому завдяки ВДЕ), технологій акумулювання та зберігання електроенергії для балансування в енергосистемі та, можливо, нових технологій ядерної енергетики.

У затвердженій у березні 2021 року Кабінетом міністрів Національній економічній стратегії на період до 2030 р. (НЕС) [9] вперше офіційно визначено довгострокову кліматичну мету досягнення кліматичної нейтральності до 2060 р. Стратегічним орієнтиром є декарбонізація економіки, що передбачає підвищення енергоефективності, розвиток ВДЕ та циркулярної економіки, синхронізацію із ініціативою Європейського зеленого курсу. Стратегічними цілями в енергетиці визначено забезпечення високого рівня енергетичної безпеки та інтеграцію України в європейський енергетичний ринок, забезпечення функціонування розумної, модернізованої та надійної енергосистеми, яка повністю задовольняє вимоги та потреби кінцевих споживачів, забезпечення функціонування вільних, ефективних та конкурентних ринків, підвищення енергоефективності економіки та забезпечення екологічності енергетичного сектору.

У 2021 році Україна подала до Секретаріату РКЗК ООН більш амбітний Оновлений національно визначений внесок (НВВ2) [10, 11] з зобов'язанням скорочення викидів парникових газів до 2030 року на 65% порівняно з 1990 роком та досягнення вуглецевої нейтральності до 2060 року, як це передбачено Національною економічною стратегією до 2030 року. Згідно НВВ2 у 2050 році викиди ПГ мають скоротитися до 15% від рівня базового 1990 року. У 2021 році загальні викиди ПГ порівняно з базовим 1990 роком скоротилися на 62,5% [3].

При формуванні НВВ2 було враховано економічне зростання та збільшення частки споживання електроенергії зі зростанням попиту на електроенергію в Україні на 30 % до 2030 р., що становитиме 150 ТВт·год [13]. Викиди в секторі виробництва електроенергії та тепла повинні зменшитися до 2030 року приблизно на 26 % від рівня 2019 року, досягнувши 68,1 млн т CO<sub>2</sub>-екв. У 2030 році близько 80% виробництва електроенергії має бути безвуглецевим, що досягається 30 % часткою генерації ВДЕ в поєднанні з ядерною генерацією в обсязі не менше 50% первинного енергопостачання з урахуванням будівництва нових енергоблоків. При прогнозованому виробництві електроенергії у 2030 році обсягом 190 ТВт·год ядерна енергетика забезпечить 90 ТВт·год при середньому коефіцієнті використання встановленої потужності 75%, відновлювані джерела енергії (в т.ч. великі ГЕС та ГАЕС) вироблять близько 60 ТВт·год, виробництво від вугільних електростанцій складе 25 ТВт год, решту електроенергії мають забезпечити газова генерація і промислові автовиробники [11]. Для забезпечення такої структури виробництва основна частка інвестицій у період з 2021 по 2030 рік має бути спрямована на будівництво 15 ГВт нових вітрових, сонячних та біоенергетичних потужностей, а також для збільшення використання біомаси котельнями та ТЕЦ. Досягнення цільового показника НВВ2 в електроенергетиці зі збільшенням частки ВДЕ потребує будівництва до 2 ГВт пікових та напівпікових маневрових теплоенергетичних потужностей та 0,5 ГВт систем підтримки регулювання частоти.

Зростання генерації на ВДЕ передбачено у розробленому Державним агентством з енергоефективності та енергозбереження України проекті Національного плану дій з розвитку відновлюваної енергетики на період до 2030 р. (НПДВЕ–30), оприлюдненому на початку 2022 року [14] та доопрацьованого у вересні 2022 року [15]. Індикативною ціллю НПДВЕ–30 є досягнення споживання енергії з відновлюваних джерел у 2030 році на рівні 27%, у тому числі 25,4% в електроенергетиці. Заплановано збільшення виробництва електричної енергії з енергії сонячного випромінювання до 14,7 ТВт·год у 2030 році, з яких 10 ТВт·год від промислових СЕС встановленою потужністю 8 ГВт та 4,65 ТВт·год від 3,8 ГВт проз'юмерів). Виробництво електроенергії ВЕС у 2030 році має зрости до 15,8 ТВт·год у 2030 році, з яких 14,7 ТВт·год від 5,1 ГВт наземних ВЕС та 1 ТВт·год від встановлених протягом 2028-2030 років 300 МВт офшорних ВЕС. Виробництво електроенергії з біомаси у 2030 році може бути збільшено до 6,5 ТВт·год установками загальною потужністю 1,45 ГВт). Розвиток геотермальної енергетики має розпочатися з 2025 року введенням в експлуатацію до 2030 року 20 МВт нових геотермальних установок, що забезпечить виробництво 100 ГВт·год електроенергії. Встановлена потужність великих ГЕС до 2030 року має зрости на 100 МВт від рівня 2020 року і забезпечити виробництво 6,8 ТВт·год чистої електроенергії. Потужність малих ГЕС у 2030 році має зрости до 135 МВт та виробити 270 ГВт·год електроенергії.

Економічне і галузеве співробітництво в рамках Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом [16] передбачає розвиток та імплементацію політики з питань зміни клімату, зокрема, розроблення та запровадження довгострокових заходів, спрямованих на скорочення викидів парникових газів як визначено у Додатку XXXI до цієї Угоди. В рамках цієї Угоди в частині імплементації положень Директиви 2003/87/ЄС про встановлення системи торгівлі квотами на викиди парникових газів (СТВ) в Україні з 1 січня 2021 року набув чинності Закон України, що регулює відносини у сфері моніторингу, звітності та верифікації (МЗВ) викидів парникових газів [17]. Система МЗВ в Україні згідно цього Закону в Україні розпочала роботу з 01.01.2021. Перші достовірні та верифіковані дані про фактичні викиди парникових газів на рівні установок мали бути отримані у 2022 році, але з початком повномасштабного російського вторгнення подання звітності по МЗВ було призупинено. Роботу системи

МЗВ має бути поновлено протягом місяця після припинення або скасування воєнного стану. Подальші кроки імплементації положень Директиви 2003/87/ЄС щодо впровадження СТВ в Україні передбачають розроблення національного плану розподілу квот та запровадження дозвільної системи на викиди парникових газів та на квоти, що продаватимуться на національному рівні. Запуск пілотної СТВ планувалося розпочати у 2023 році, а повноцінна СТВ мала запрацювати на основі результатів роботи пілотної системи вже у 2026 [18]. Так як фактична реалізація СТВ в Україні повинна базуватися на верифікованих даних МЗВ протягом щонайменше 3 років, ці терміни скоріш за все будуть пролонговані. Приєднання національної СТВ до ЄСТВ передбачалося до 2036 року.

У роботі [19] проведено огляд нормативної бази 2019–2020 років в Україні щодо декарбонізації економіки, зокрема, стану впровадження системи МЗВ, перспектив введення в дію національної системи торгівлі квотами на викиди, а також нових європейських документів з цього питання, зокрема, Європейського зеленого курсу, Стратегії ЄС щодо скорочення викидів метану та Водневої стратегії для кліматично нейтральної Європи з точки зору впливу їх реалізації на функціонування української газової галузі. Для електроенергетики також важливим є вплив механізму прикордонного вуглецевого коригування, що стосується до імпортованої до країн ЄС електроенергії.

Кліматичні амбіції ЄС щодо скорочення викидів та декарбонізації економіки для досягнення цілей Європейської «зеленої» угоди (European Green Deal) кліматичної нейтральності не пізніше 2050 року, закріплені у законодавстві Регламентом (ЄС) 2021/1119, обумовили увагу до проблеми так званого «витоку вуглецю», пов'язаного з переміщенням виробництва з інтенсивним викидом вуглецю з країн ЄС за кордон до країн, де діє менш сувора кліматична політика, або заміщенням продукції ЄС більш вуглецевмісною імпортною. Розроблений Європейської Комісією механізм прикордонного вуглецевого коригування (Carbon Border Adjustment Mechanism - CBAM) [20] був вперше запропонований в межах Green Deal у 2019 році і представлений як частина пакету законодавчих ініціатив Fit for 55, що мають забезпечити зменшення викидів ПГ в ЄС до 2030 року на 55% від рівня 1990 року. Введення механізму CBAM було схвалено Європарламентом 18 квітня 2023 р. в рамках п'яти законодавчих актів з пакету Fit for 55 [21], покликаних створити більш рівні умови для виробників в ЄС та за його межами, а також реформувати Європейську систему торгівлі квотами на викиди ПГ (ЄСТВ).

Механізм прикордонного вуглецевого коригування є інструментом для визначення справедливої ціни на викиди вуглецю під час виробництва вуглецевмісних товарів, які надходять до ЄС, а також для заохочення чистішого промислового виробництва в країнах, що не входять до ЄС. Суть механізму CBAM полягає в тому, що постачальники імпортованої в ЄС вуглецевмісної продукції з країн, що не входять до ЄС, повинні з 2026 року сплачувати додаткові кошти при ввезенні товарів. Уникнути цього оподаткування можна, якщо країна-імпортер увійшла до ЄСТВ або уніфікувала та пов'язала свою національну СТВ з ЄСТВ, її система має однакові з ЄС цілі щодо скорочення викидів парникових газів; або якщо платежі за викиди ПГ промисловістю цієї країни дорівнюють цінам в ЄС [22]. Цей механізм матиме вплив на можливість експорту продукції українських виробників до країн ЄС.

Упровадження механізму CBAM відбуватиметься паралельно з поступовою відмовою від безкоштовних квот в ЄСТВ протягом 2026-2034 років з перехідним періодом з 1 жовтня 2023 року до 31 грудня 2025 року, протягом якого буде лише збиратися звітність імпортерів, яка включатиме інформацію про обсяг експорту, питоми викиди парникових газів (прямі та непрямі) та платежі за викиди вуглецю, сплачені в країні походження товару. З 1 січня 2026 року для імпортерів з'являться фінансові зобов'язання: вони матимуть змогу імпортувати товари до ЄС лише через уповноваженого декларанта CBAM, який зареєструє постачання у відповідних реєстрах. Імпортери повинні будуть щороку декларувати кількість товарів, імпортованих до ЄС за попередній рік, та відповідні викиди ПГ з подальшою передачею відповідної кількості сертифікатів CBAM. Електронний сертифікат CBAM відповідає одній тонні вбудованих в товарі вуглецевих викидів, тобто прямих викидів, що утворюються під час виробництва товарів. Ціна сертифікатів розраховуватиметься залежно від середньотижневої аукціонної ціни квот в євро/т CO<sub>2</sub> на ЄСТВ. Платежі за CBAM будуть коригуватись з урахуванням рівня безкоштовних квот, які надаються в межах ЄСТВ на викиди до 2035 року. Впродовж 10 років дії CBAM відбудеться поступове скорочення отримання безкоштовних сертифікатів, кожного року на 10%. З 2036 року усі вбудовані викиди імпортованих товарів мають покриватись сертифікатами CBAM. Кількість сертифікатів CBAM може бути зменшена відповідно до вартості платежів за вбудовані викиди у країні-імпортері. Імпортер матиме обов'язок компенсувати різницю ціни прямих викидів парникових газів при виробництві імпортованих товарів у разі, якщо ціна за тонну викидів у країні походження товарів є меншою за ціну у ЄСТВ.

На початку CBAM застосовуватиметься до імпорту певних товарів і окремих прекурсорів, виробництво яких є вуглецевмісним і має найбільший ризик витоку вуглецю: цемент, залізо та сталь, алюміній, добрива, електроенергія та водень, що має охопити понад 50% викидів від діяльності у секторах, які входять до ЄСТВ. Починаючи з 2026 року, перелік товарів, що підлягають податку CBAM, буде розширено товарами з переліку тих товарів, викиди яких охоплюються ЄСТВ. Відповідно до умов CBAM

українські експортери металу, цементу, добрив та електроенергії до ЄС зобов'язані будуть з 2026 року придбавати СВАМ-сертифікати та в результаті сплачувати до бюджету ЄС кошти за вміст вуглецю у експортованій продукції.

Інтеграція третіх країн у ринок електроенергії Союзу є важливим фактором для прискорення переходу цих країн до енергетичних систем із високою часткою відновлюваних джерел енергії, сприяє безпеці постачання електроенергії в цих країнах і в сусідніх державах-членах. Об'єднання ринку для електроенергії, як зазначено в Регламенті Комісії (ЄС) 2015/1222 (15) від 24 липня 2015 року щодо розподілу пропускної спроможності та управління перевантаженням (CACM Regulation), дозволяє третім країнам краще інтегрувати електроенергію з відновлюваних джерел енергії в ринок електроенергії, обмінювати такою електроенергією ефективним чином у більш широкій зоні, балансує попит та пропозиції на більшому ринку Євросоюзу, а також зменшити інтенсивність викидів CO<sub>2</sub> при виробництві електроенергії.

Для країн-імпортерів електроенергії при об'єднанні їх ринків з ринками ЄС Регламентом 2023/956 [22] передбачено умови тимчасового виключення з оподаткування СВАМ до 2030 року при неможливості технічного рішення для застосування СВАМ до імпортованої в ЄС електроенергії. Такі країни повинні розробити дорожню карту та взяти на себе зобов'язання щодо запровадження механізму ціноутворення на вуглець, еквівалентному цінам в ЄСТВ, зобов'язання досягти вуглецевої нейтральності не пізніше 2050 року, а також узгодити законодавство Євросоюзу у сферах навколишнього середовища, клімату, конкуренції та енергетики. Таке звільнення має бути скасовано в будь-який час при невиконанні взятих зобов'язань, або якщо країні-експортер не прийняла до 2030 року систему торгівлі викидами, еквівалентну ЄСТВ.

Україна до 31 грудня 2023 року як договірна сторона Енергетичного Співтовариства має здійснити імплементацію в національне законодавство положень Регламенту (ЄС) 2015/1222 та призначити одного або більше номінованих операторів ринку електроенергії, який/які разом із оператором системи передачі мають забезпечити інтеграцію ринків на добу наперед та внутрішньодобового на основі концепції єдиного об'єднання ринків. Це відкриває повноцінний ринок торгівлі електроенергією з країнами ЄС, але, як було наведено вище, ця діяльність підпадає під механізм СВАМ з необхідністю з 2026 року придбання сертифікатів на вбудовані викиди ПГ в імпортованій електроенергії.

Проведені за підходом Рівня 2 Керівництва з інвентаризацій викидів парникових газів Міжурядової групи експертів зі зміни клімату 2006 р. розрахунки обсягів та питомих викидів CO<sub>2</sub> при виробництві електроенергії в Україні у 2017-2021 роках [23] показали тенденцію до їх зниження, що обумовлено як збільшенням генерації на ВДЕ, так і переважаючою часткою АЕС та потужних ГЕС у структурі загального виробництва, а також зміною у паливному балансі ТЕС та ТЕЦ зі збільшення частки споживання менш вуглецевмісних палив (рис.2).

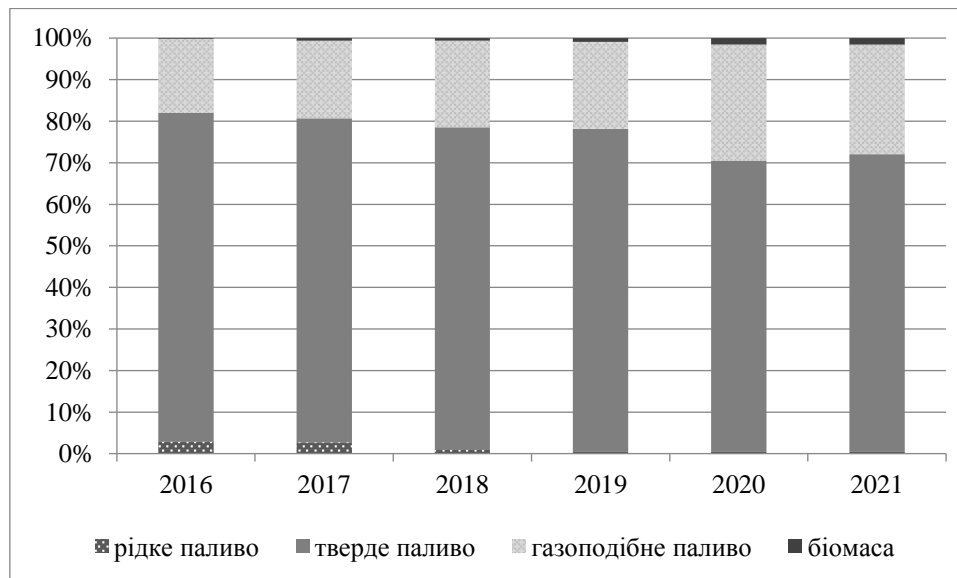


Рисунок 2 - структура споживання палива ТЕС та ТЕЦ у 2016-2021 рр. [3]

Така тенденція зниження питомих викидів CO<sub>2</sub> в цей період була притаманна багатьом країнам ЄС, що обумовлено політикою щодо зміни клімату, зниження вуглецевого енергопостачання та використання відновлюваної енергії та скорочення промислових викидів. При цьому головним фактором було заміщення вугільної генерації газовою, розвиток комбінованого виробництва електроенергії і тепла та ВДЕ. Відновлення економіки після пандемії COVID-19 у 2021 році збільшило використання

електроенергії, що призвело до збільшення споживання вугілля в генерації на 19 % в умовах високих цін на газ [24] на тлі незначного (1%) зростання відновлюваної генерації. Карбоємність виробництва електроенергії в ЄС у 2021 зросла на 4% порівняно з 2020 роком (рис. 3) при 4% зростанні загального виробництва електроенергії. Індикативним показником інтенсивності викидів при виробництві електроенергії в ЄС-27 у 2030 році є 110-118 г CO<sub>2</sub>-екв/кВт год.

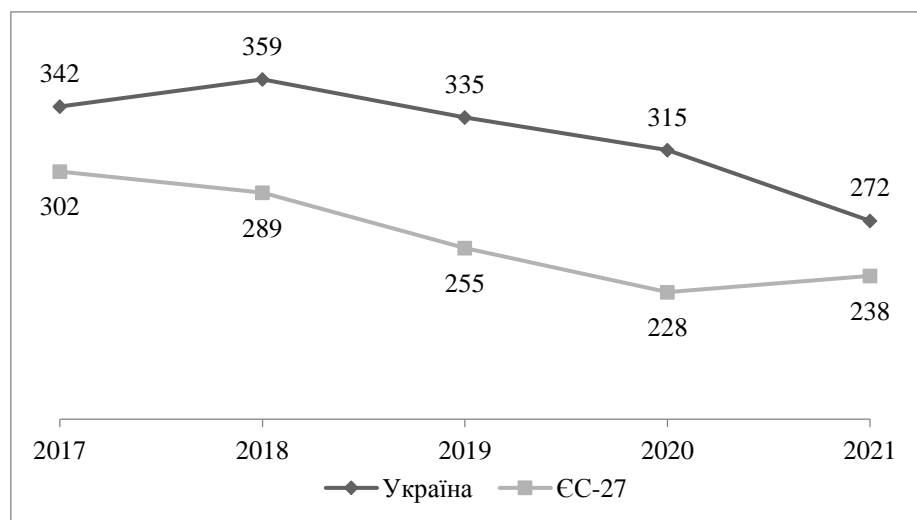


Рисунок 3 - карбоємність виробництва електроенергії в Україні та ЄС-27 за 2016-2021 роки, г CO<sub>2</sub>-екв/кВт год. [23, 24]

Порівняння карбоємності електроенергії в Україні та ЄС показує, що навіть при значній частці атомної генерації у загальному виробництві електроенергії інтенсивність її викидів вище середньої по ЄС. Це обумовлено значним обсягом генерації електроенергії ТЕС, який у 2020-2021 роках складав приблизно 37% у загальному виробництві, з 93% часткою вугілля у споживанні палива. Для порівняння, питомі викиди у сусідніх країнах ЄС у 2021 році становили: Словаччина – 113 г CO<sub>2</sub>-екв/кВт год, Угорщина -188 г CO<sub>2</sub>-екв/кВт год, Румунія – 212 г CO<sub>2</sub>-екв/кВт год, Польща – 721 г CO<sub>2</sub>-екв/кВт год [24]. Крім того, сектор електроенергетики країн ЄС охоплений Європейською СТВ, а плата за викиди CO<sub>2</sub> в Україні набагато менша порівняно з цінами на квоти в ЄСТВ. Поточна ціна викидів CO<sub>2</sub> в Україні від стаціонарних джерел регулюється Податковим кодексом України і становить 30 гривень за тонну, в той час як в ЄСТВ вартість одиниці викидів з початку 2023 року коливалася з 80 до 105 євро/т CO<sub>2</sub> з середньорічним значенням 90 євро/т CO<sub>2</sub> [25]. Тому механізм СВММ може стати певною перешкодою для імпорту в ЄС електроенергії, придбаної на спотовому ринку в Україні при об'єднанні ринків електроенергії і надасть перевагу експорту до ЄС електроенергії, безпосередньо придбаної у виробників з безвуглецевою або низьковуглецевою генерацією (ВДЕ, гідрогенерація, атомна та на основі природного газу).

### Висновки

Україна як Сторона Рамкової конвенції ООН про зміну клімату була однією з перших країн, що ратифікували Паризьку угоду до цієї конвенції, метою якої є утримання зростання глобальної температури до 1,5°C від до індустріального рівня. Зобов'язаннями цієї угоди є національно визначені внески, які раз на п'ять років подаються кожною країною-підписантом для визначення сукупного глобального зниження викидів парникових газів і рівня досягнення мети Угоди. Кожний наступний внесок повинен мати більш амбітні зобов'язання.

Основні зобов'язання щодо низьковуглецевого розвитку національної економіки містяться у таких документах як Оновлений Національно визначений внесок України (НВВ2) до Паризької кліматичної угоди, Національна економічна стратегія на період до 2030 р. НВВ2 визначив 65% скорочення викидів ПГ у 2030 році порівняно з 1990 роком, з доведенням рівня викидів ПГ до 15% від базового 1990 року у 2050 році та досягнення вуглецевої нейтральності до 2060 року. Забезпечення кліматичної нейтральності економіки України до 2060 р. вперше офіційно визначено Національною економічною стратегією на період до 2030 р. Досягнення вуглецевої нейтральності енергетичного сектору до 2050 р. з максимальним скороченням використання вугілля закладено у Енергетичній стратегії України до 2050 року.

Внесок у загальні викиди ПГ від електроенергетики України останніми роками становив приблизно 20%, обумовленими в основному спалюванням викопного палива на ТЕС та ТЕЦ. Навіть при значній частці атомної генерації у загальному виробництві електроенергії питома карбоємність електроенергії в Україні вище середньої по ЄС. Тому застосування механізму прикордонного вуглецевого коригування з

оподаткуванням імпортованої електроенергії в ЄС з 2026 року може стати певною перешкодою для імпорту електроенергії, придбаної на спотовому ринку в Україні при об'єднанні ринків електроенергії. Висока карбоємність електроенергії та низькі національні платежі за викиди CO<sub>2</sub> порівняно з поточними цінами квот на викиди ПГ у Європейській системі торгівлі викидами з необхідністю сплати їх різниці надасть перевагу експорту до ЄС електроенергії безпосередньо від безвуглецевої та низьковуглецевої генерації (ВДЕ, гідрогенерація, АЕС та на основі природного газу). Це є ще одним з чинників необхідності зростання частки генерації з ВДЕ, що заплановано на рівні 25-30% до 2030 року та скорочення споживання вугілля з переходом на безвуглецеві та низьковуглецеві технології. Необхідність декарбонізації електроенергетики також обумовлена очікуваним зростанням попиту на електроенергію в умовах низьковуглецевого розвитку економіки країни.

#### **Список використаної літератури.**

1. Про ратифікацію Паризької угоди : Закон України від 14.07.2016 р. № 1469-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1469-19#Text> (дата звернення: 15.07.2023).
2. Паризька угода : Угода Орг. Об'єдн. Націй від 12.12.2015 р. : станом на 14 лип. 2016 р. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_161#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_161#Text) (дата звернення: 15.07.2023).
3. Ukraine. 2023 Common Reporting Format (CRF) Table. UN Climate Change. URL: <https://unfccc.int/documents/628275> (дата звернення 19.07.2023).
4. Про схвалення Очікуваного національно визначеного внеску України до проекту нової глобальної кліматичної угоди : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 16.09.2015 р. № 980-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/980-2015-p#Text> (дата звернення: 15.07.2023).
5. Intended Nationally-Determined Contribution (INDC) of Ukraine to a New Global Climate Agreement. URL: [https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Ukraine/1/150930\\_Ukraine\\_INDC.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Ukraine/1/150930_Ukraine_INDC.pdf) (дата звернення: 15.07.2023).
6. Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 року. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/zmina-klimatu/pom-yakshennya-zminy-klimatu/strategiya-nyzkovugletsevogo-rozvytku-ukrayiny-do-2050-roku/> (дата звернення: 15.07.2023).
7. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 19.07.2023)
8. Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року. Міністерство енергетики та захисту довкілля. URL: <https://kompek.rada.gov.ua/uploads/documents/30556.pdf> (дата звернення: 15.07.2023).
9. Про затвердження Національної економічної стратегії на період до 2030 року : Постанова Каб. Міністрів України від 03.03.2021 р. № 179 : станом на 4 трав. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-p#Text> (дата звернення: 14.07.2023).
10. Про схвалення Оновленого національно визначеного внеску України до Паризької угоди : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 30.07.2021 р. № 868-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/868-2021-p#Text> (дата звернення: 14.07.2023).
11. Ukraine First NDC (Updated submission). URL: [https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Ukraine%20NDC\\_July%2031.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Ukraine%20NDC_July%2031.pdf) (дата звернення: 14.07.2023).
12. Україна – енергетичний хаб Європи. Уряд схвалив Енергетичну стратегію до 2050 року. Міністерство енергетики України. 1 травня 2023. URL: <https://www.mev.gov.ua/novyna/ukrayina-enerhetychnu-khab-yevropy-uryad-skhvalyv-enerhetychnu-stratehiyu-do-2050-roku> (дата звернення: 15.05.2023).
13. Аналітичний огляд оновленого національно визначеного внеску України до Паризької угоди. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Липень 2021. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/Analitichnyj-oglyad-NVV-lupen-2021.pdf> (дата звернення: 15.07.2023).
14. Національний план дій з розвитку відновлюваної енергетики на період до 2030 року. Проект. 20.01.2022. Держенергоефективності України. URL: <https://sae.gov.ua/uk/content/elektronni-consultatsii> (дата звернення: 15.05.2023).
15. Проект розпорядження Кабінету Міністрів України «Про Національний план дій з розвитку відновлюваної енергетики на період до 2030 року» в останній редакції із зауваженнями станом на 21.09.2022 р. Держенергоефективності України. URL: [https://sae.gov.ua/sites/default/files/blocks/Proekt\\_NPDVE-21.09.2022%20%28dooprats%CA%B9ov-za-zauvazh%29\\_0.pdf](https://sae.gov.ua/sites/default/files/blocks/Proekt_NPDVE-21.09.2022%20%28dooprats%CA%B9ov-za-zauvazh%29_0.pdf) (дата звернення: 15.07.2023).
16. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони : Угода Україна від 27.06.2014 р. : станом на 25 жовт. 2022 р. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text) (дата звернення: 14.08.2023).

17. Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів : Закон України від 12.12.2019 р. № 377-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/377-20#Text> (дата звернення: 14.07.2023).
18. Механізм прикордонного вуглецевого коригування (Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)). UNDP. URL: [https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/1%20FINAL%20Tree%20cbam\\_297x210mm\\_4%2B4\\_web\\_180822.pdf](https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/1%20FINAL%20Tree%20cbam_297x210mm_4%2B4_web_180822.pdf) (дата звернення: 14.07.2023).
19. Лещенко І.Ч. Огляд нової нормативної бази 2019–2020 років щодо декарбонізації економіки та аналіз її впливу на умови функціонування газової галузі України. *Проблеми загальної енергетики*, 2021, 1(64). С. 4–13. doi: <https://doi.org/10.15407/page2021.01.004>
20. Carbon Border Adjustment Mechanism. European Commission. URL: [https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism\\_en](https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en). (дата звернення: 14.07.2023)
21. Fit for 55: Parliament adopts key laws to reach 2030 climate target. European Parliament. 18-04-2023. URL: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20230414IPR80120/fit-for-55-parliament-adopts-key-laws-to-reach-2030-climate-target> (дата звернення: 14.07.2023)
22. Regulation (EU) 2023/956 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023 establishing a carbon border adjustment mechanism. *Official Journal of the European Union*. L 130/52. 16.5.2023. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R0956>
23. Kostyukovskyi, B., Nechaieva, T., Shulzhenko, S. (2023). Assessment and Analysis the Carbon Intensity Change Trends from the Electricity Production in Ukraine. In: Zaporozhets, A. (eds) *Systems, Decision and Control in Energy V. Studies in Systems, Decision and Control*, vol 481. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-35088-7\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-031-35088-7_42)
24. Greenhouse gas emission intensity of electricity generation in Europe. European Environment Information and Observation Network (Eionet)/ URL: <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>. (дата звернення: 14.07.2023).
25. EU Carbon Permits. Trading Economics. URL: <https://tradingeconomics.com/commodity/carbon> (дата звернення: 14.07.2023).

T. Nechaieva<sup>1,2</sup>, Cand. Sc. (Eng.), Senior Researcher, ORCID 0000-0001-9154-4545

<sup>1</sup>General Energy Institute of NAS of Ukraine

<sup>2</sup>State Institution “Center for evaluation of activity of research institutions and scientific support of regional development of Ukraine of NAS of Ukraine”

## TARGET INDICATORS OF UKRAINE'S LOW-CARBON POWER SECTOR DEVELOPMENT

*Ukraine's commitments as a party to the Paris Climate Agreement to reduce greenhouse gas emissions with a gradual increase in ambition provides for low-carbon economic development with decarbonization of its sectors. The Ukraine's power sector with a 20% contribution to total GHG emissions, due mainly to the fossil fuel combustion at thermal power plants and CHPs with a significant share of coal in the fuel balance, must make a transformation of its structure to reduce the carbon intensity of electricity generation with the expected increase in electricity consumption. The purpose of the article is to review Ukraine's current and prospective obligations regarding its low-carbon development and the formation of relevant target indicators for the development of Ukraine's power sector. The main obligations have been determined regarding low-carbon development contained in the Updated Nationally Determined Contribution of Ukraine with a 65% reduction in GHG emissions in 2030 compared to 1990, the National Economic Strategy for the period until 2030 with the declared achievement of carbon neutrality of the economy by 2060 and carbon neutrality of the energy sector with the maximum reduction of coal use laid down in the Energy Strategy of Ukraine until 2050. The introduction of a carbon border adjustment mechanism with taxation of electricity imported in the EU from 2026 may become a certain obstacle to the import of electricity when the electricity markets of Ukraine and the EU are united, and will become another factor in the need to increase the share of low-carbon and carbon-free generation.*

**Keywords:** power sector, low-carbon development, carbon intensity, carbon neutrality, greenhouse gas emissions, carbon border adjustment mechanism.

### References

1. Ukraine, Verkhovna Rada of Ukraine. (2016, July 14). Law of Ukraine No. 1469-VIII, On Ratification of the Paris Agreement. Application date: July 15, 2023. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1469-19#Text>.
2. United Nations. (2015, December 12). Agreement United Nations, Paris Agreement. Application date: July 15, 2023. [Online]. Available: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_161#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_161#Text).



3. UN Climate Change. Ukraine. 2023 Common Reporting Format (CRF) Table. Application date: July 19, 2023. [Online]. Available: <https://unfccc.int/documents/628275>.
4. Ukraine, Cabinet of Ministers of Ukraine. (2015, September 16). Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 980-r, On the approval of the Intended Nationally-Determined Contribution of Ukraine to the draft of the New Global Climate Agreement. Application date: July 15, 2023. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/980-2015-p#Text>.
5. Intended Nationally-Determined Contribution (INDC) of Ukraine to a New Global Climate Agreement. Application date: July 15, 2023. [Online]. Available: [https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Ukraine/1/150930\\_Ukraine\\_INDC.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Ukraine/1/150930_Ukraine_INDC.pdf)
6. Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. Ukraine 2050 Low Emission Development Strategy. Application date: July 15, 2023. [Online]. Available: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/zmina-klimatu/pom-yakshennya-zminy-klimatu/strategiya-nyzkovugletevogo-rozvytku-ukrayiny-do-2050-roku/>.
7. Ukraine, Verkhovna Rada of Ukraine. (2019, February 28). Law of Ukraine No. 2697-VIII, On Basic principles (strategy) of the state environmental policy of Ukraine for the period up to 2030. Application date: July 19, 2023. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>
8. Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. Concept of "green" energy transition of Ukraine by 2050. Application date: July 15, 2023. [Online]. Available: <https://kompek.rada.gov.ua/uploads/documents/30556.pdf>
9. Ukraine, Cabinet of Ministers of Ukraine. (2021, March 3). Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 179, On approval of the National Economic Strategy for the period until 2030. Application date: July 14, 2023. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-n#Text>.
10. Ukraine, Cabinet of Ministers of Ukraine. (2021, July 30). Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 868-r, On the approval of the Updated Nationally Determined Contribution of Ukraine to the Paris Agreement. Application date: July 14, 2023. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/868-2021-p#Text>.
11. Ukraine First NDC (Updated submission). Application date: July 14, 2023. [Online]. Available: [https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Ukraine%20NDC\\_July%2031.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Ukraine%20NDC_July%2031.pdf)
12. Ukraine is the energy hub of Europe. The government approved the Energy Strategy until 2050. Website of the Ministry of Energy of Ukraine, May 1, 2023. Application date: May 15, 2023. [Online]. Available: <https://www.mev.gov.ua/novyna/ukrayina-enerhetychnyy-khab-yevropy-uryad-skhvalyv-enerhetychnu-stratehiyu-do-2050-roku>.
13. Analytical review of the updated nationally determined contribution of Ukraine to the Paris Agreement. Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. July 2021. Application date: July 15, 2023. [Online]. Available: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/Analitychnyj-oglyad-NVV-lypen-2021.pdf>
14. National action plan for the development of renewable energy for the period up to 2030. Project. 20.01.2022. State Energy Efficiency Agency of Ukraine. 20.01.2022. Application date: May 15, 2023. [Online]. Available: <https://sae.gov.ua/uk/content/elektronni-consultatsii>
15. Draft order of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On the National action plan for the development of renewable energy for the period until 2030" in the latest edition with comments as of 09/21/2022. State Energy Efficiency Agency of Ukraine. Application date: July 15, 2023. [Online]. Available: [https://sae.gov.ua/sites/default/files/blocks/Proekt\\_NPDVE-21.09.2022%20%28dooprats%20CA%20B9ov-za-zauvazh%29\\_0.pdf](https://sae.gov.ua/sites/default/files/blocks/Proekt_NPDVE-21.09.2022%20%28dooprats%20CA%20B9ov-za-zauvazh%29_0.pdf)
16. Ukraine. (2014, June 27). Ukraine Agreement, Association Agreement between Ukraine, on the one hand, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their member states, on the other hand. Application date: July 14, 2023. [Online]. Available: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text)
17. Ukraine, Verkhovna Rada of Ukraine. (2019, December 12). Law of Ukraine No. 377-IX, On the Principles of Monitoring, Reporting and Verification of Greenhouse Gas Emissions. Application date: July 14, 2023. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/377-20#Text>.
18. Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). UNDP. Application date: July 14, 2023. [Online]. Available: [https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/1%20FINAL%20Tree%20cbam\\_297x210mm\\_4%20B4\\_web\\_180822.pdf](https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/1%20FINAL%20Tree%20cbam_297x210mm_4%20B4_web_180822.pdf)
19. I. C. Leshchenko, " "Overview of the new regulatory base for 2019–2020 on the decarbonisation of economy and its influence on the conditions of functioning of the ukrainian gas industry ". The Problems of General Energy, 2021, № 1, p. 4–13, March. 2021. DOI: <https://doi.org/10.15407/pge2021.01.004>
20. Carbon Border Adjustment Mechanism. [Online]. Application date: July 14, 2023. Available: [https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism\\_en](https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en)

Надійшла: 23.08.2023  
Received: 23.08.2023