

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-41-03>

УДК 504.062

А. О. АЧАСОВА канд. біол. наук, доц.,
науковий співробітник лабораторії дистанційного зондування та педометрики
e-mail: achasova.alla@vumop.cz ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6294-2445>

Науково-дослідний інститут меліорації та охорони ґрунтів
вул. Забовжеска, 250, м. Прага, 15600, Чеська Республіка

А. Б. АЧАСОВ, д-р с.-г. наук, проф.,
в.о. завідувача кафедри екології та менеджменту довкілля
e-mail: achasov.ab@gmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5009-7184>

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна 61022

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ЗЕЛЕНИЙ КУРС ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ УКРАЇНИ

З січня 2020 року Європейський Союз розпочав реалізацію Європейської зеленої угоди - комплексної програми переходу до нових екологічних стандартів у всіх сферах економіки з метою зробити Європу першим вуглецево нейтральним континентом. З огляду на Європейські амбіції України, для неї важливо розуміти вимоги зеленої угоди і оцінювати можливості врахування цих вимог при повоєнній відбудові країни.

Мета. Розглянути вимоги та актуальні досягнення в реалізації Європейського зеленого курсу з огляду на перспективи повоєнного відновлення України.

Результати. На базі нормативних документів Європейського Союзу, поточних тематичних звітів, статистичних даних та інших публікації з відкритих джерел проводиться аналіз основних складових Європейської Зеленої Угоди в контексті планів та актуальних досягнень з їх реалізації за наступними напрямками: законодавче забезпечення, система торгівлі викидами, механізм регулювання викидів вуглецю на кордоні ЄС, транспорт, енергетика, будівництво, сільське господарство та землекористування, відтворення екосистем та біорізноманіття, фінансове забезпечення та екологічна освіта та наука. Розглядаються деякі перспективні напрями повоєнного відновлення України в контексті зеленого курсу.

Висновки. Незважаючи на гостру критику Європейського зеленого курсу, він є життєво необхідним для подолання найгострішої в історії екологічної кризи, що загрожує сталому розвитку, а можливо й самому існуванню людства. За перші 3 роки впровадження Зеленої Угоди вже досягнуто значних успіхів по скороченню викидів парникових газів, хоча й існують певні труднощі та перешкоди. Україна, має значний потенціал щодо повоєнного відновлення енергетики та промисловості із урахуванням екологічних вимог, однак це буде потребувати значних інвестицій.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *Європейський зелений курс, зміна клімату, зелене зростання, скорочення викидів, альтернативна енергетика, екологічна освіта, вуглецеве землеробство, сталий розвиток*

Як цитувати: Ачасова А. О., Ачасов А. Б. Європейський зелений курс та перспективи для України. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2024. Вип. 41. С. 33-56. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-41-03>

In cites: Achasova, A. O., & Achasov, A. B. (2024). The European Green Deal and prospects for Ukraine. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (41), 33-56. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-41-03> (in Ukrainian)

Вступ

The European Green Deal (EGD) - Європейський зелений курс, або ж в іншому перекладі «зелена угода», був прийнятий Європейським парламентом 11.12.2019 [1]. EGD це комплекс взаємопов'язаних політичних

ініціатив, висунутих Європейською Комісією із загальною метою зробити Європейський континент кліматично нейтральним до 2050 року шляхом кардинальної трансформації фактично всіх галузей економіки.

© Ачасова А. О., Ачасов А. Б., 2024



[This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Основною метою Зеленого курсу, яка декларується, є поступове скорочення сумарних викидів парникових газів (GHG) на 55% до 2030 року та до 2050 року досягнення повної кліматичної нейтральності, тобто нульового рівня викидів. Проміжною метою є скорочення викидів на 90% к 2040 року. «Кліматично нейтральний» та «нульові викиди» - це поняття, які мають на увазі не повну відсутність надходження парникових газів в атмосферу, бо це за законами природи неможливо, а нульовий баланс викидів. Тобто кількість речовин, що надходять до атмосфери, має дорівнювати кількості зв'язаних (поглинутих) речовин за той самий період часу в перерахунку на певні умовні одиниці. Для оцінки викидів парникових газів використовують перерахунок на еквівалент CO₂ з використанням коефіцієнтів відповідності, запропонованим міжнародною групою експертів зі змін клімату IPCC [2].

Результати та обговорення

Чому Європа вирішила стати першим кліматично нейтральним континентом? Зелена угода почала свою дію ще до оприлюднення результатів 6 оціночного звіту IPCC в якому провідні науковці світу на основі фактичних спостережень та кліматичних моделей довели, що світ наблизився до точки необернення, коли людству вже неможливо буде суттєво вплинути на глобальну зміну клімату та боротися із глобальним потеплінням [4]. Однак вже попередні 5 циклів експертних оцінок IPCC та сукупність всіх наявних даних кліматичних спостережень, зведені у поточні звіти IPCC вказували на гостру кліматичну екологічну кризу в якій опинилося людство у зв'язку із неухильним зростанням глобальних температур у 21 сторіччі. Вже стало зрозумілим, що як і кожна глобальна криза, зміна клімату ставить людство перед жорстким вибором – або змінювати звичний спосіб існування переходячи на принципово новий рівень виробництва, або незмінним шляхом рухатись до загибелі.

Оновлені результати оцінок глобальних перспектив змін клімату та імовірних наслідків цих змін для людства, представлені в 6 оціночному звіті IPCC в 2022 році підтверджують це занепокоєння. Зокрема, в резюме для політиків 6 синтетичного звіту IPCC вказано: «З дуже високою впевненістю можна сказати, що зміна клімату є загрозою для добробуту людей

Зрозуміло, що така амбітна мета може бути досягнута лише шляхом послідовних і досить кардинальних кроків спрямованих на зміну всього звичного способу життя європейців, тобто встановлення нової парадигми розвитку Європейського Союзу яку визначають як «Зелене зростання» [3] Отже, фактично, Зелений Курс визначає та буде визначати не лише екологічну, а й економічну та, значною мірою, соціальну політику Європи принаймні на найближчі 30 років. Відповідно до цього, якщо Україна бачить себе в майбутньому європейською державою у складі ЄС, вона має враховувати вимоги Зеленого курсу в усіх аспектах повоєнного відновлення країни.

Метою є розгляд основних вимог Європейської зеленої угоди, поточних досягнень та проблем на шляху її реалізації з огляду на перспективи повоєнного відновлення України

та здоров'я планети. Поки що існує вікно можливостей для забезпечення придатного для життя і сталого майбутнього для всіх, але воно швидко закривається... Рішення та дії, здійснені протягом цього десятиліття, з високою імовірністю матимуть вплив зараз і протягом тисячоліть» [4]. Вже зараз наслідки глобального потепління відчуваються по всьому світі як зростання рекордних температур, більш часті катастрофічні погодні явища такі як шторми, буревії, зливи, паводки та посухи [5, 6]. Негативні наслідки глобального потепління торкаються фактично всіх сфер життя та в сумі призводять до зниження якості життя населення та загострення економічних та соціальних проблем [7, 8, 9].

За даними Swiss Re Institute [5] в 2023 році загальні економічні збитки від природних катастроф в світі становили 280 млрд. USD, з яких 40% (108 млрд. USD) була покрита страхуванням та становила так звані «страхові збитки». Страхові збитки в 2023 році що були на 19 млрд USD більше середнього рівня за останнє десятиріччя (рис.1). Основна частина збитків була спричинена тропічними ураганами та сильними конвективними штормами (SCS) кількість та руйнівна сила яких постійно зростає в останні роки, причому темпи зростання втрат від SCS в Європі найвищі в світі [5].

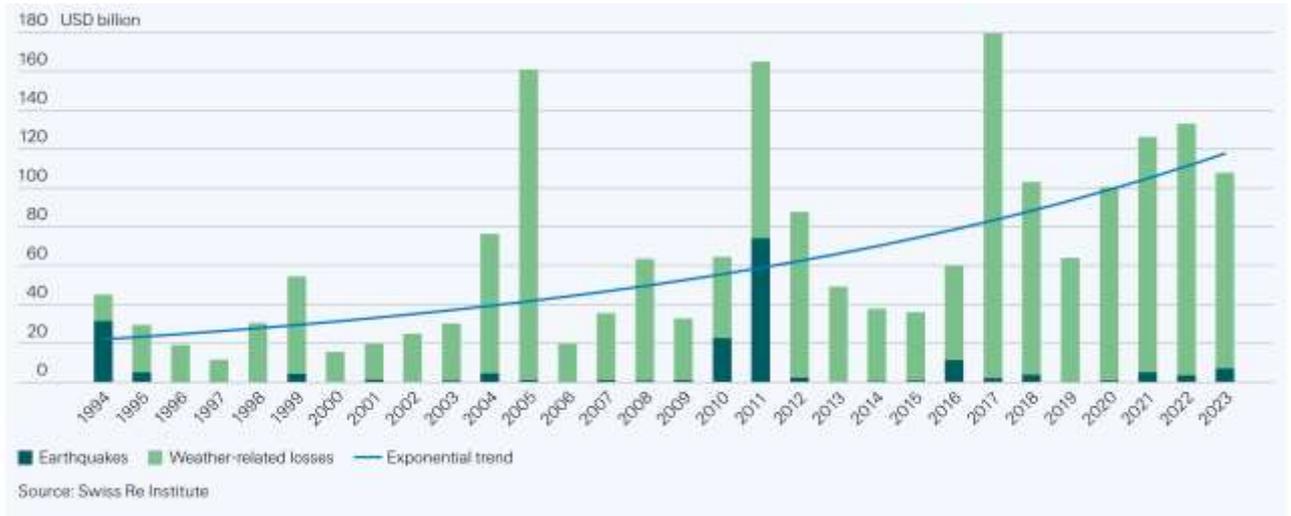


Рис. 1 – Зростання глобальних страхових збитків спричинених природними катастрофами (млрд. USD в цінах 2023 р.) [5]

Fig. 1 – Growth in global insured losses caused by natural catastrophes (USD billion in 2023 prices) [5]

За даними кліматичних спостережень [10, 11] якщо глобальна середня приземна температура повітря у період між 2013 і 2022 роками була на 1,13–1,17 °C вищою за доіндустриальний рівень, то температура суші в Європі зросла за цей період на 2,04–2,10 °C, залежно від використаного набору даних

(рис. 2). Тобто темпи зростання приземних температур в Європі вдвічі вищі за середні значення для земної кулі.

Поступове зростання приземних температур та пов’язаної з цим посушливості вже призводить до масштабних негативних наслідків.

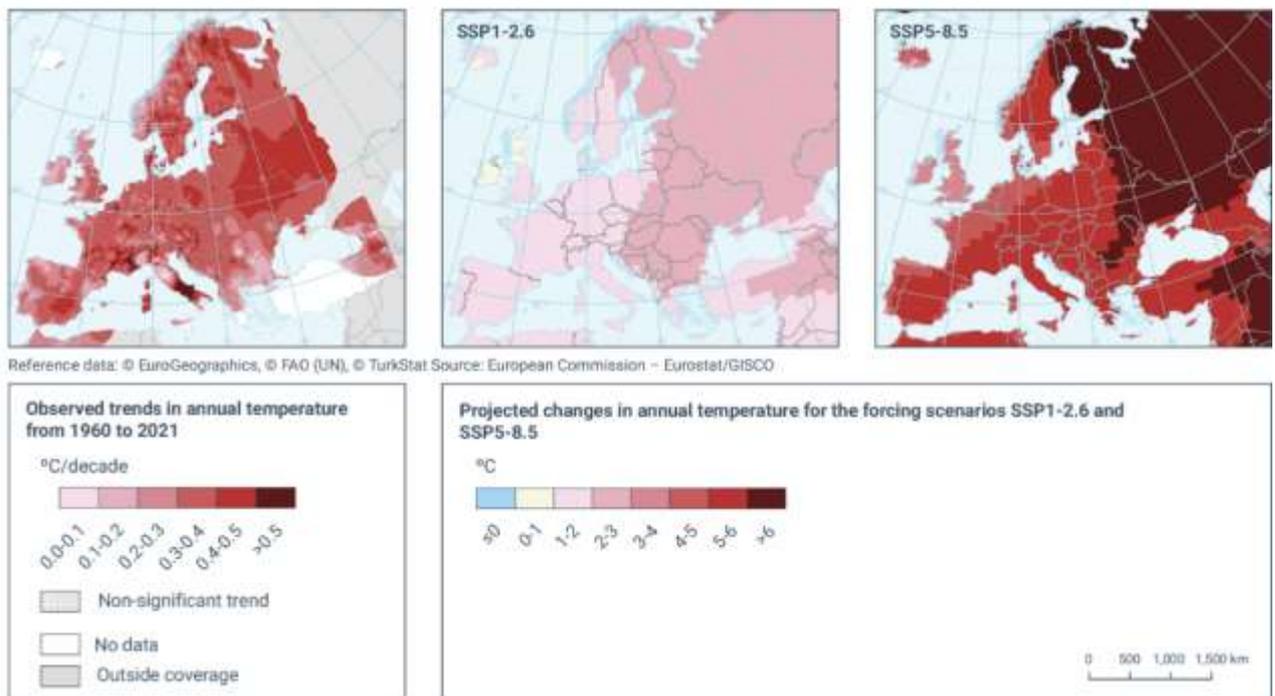


Рис. 2 – Тренд середньорічної температури з 1960 по 2022 рік (ліва панель) і прогнозована зміна температури в 21 столітті за різними сценаріями SSP (права панель) в Європі [10]

Fig. 2 – Observed annual mean temperature trend from 1960 to 2022 (left panel) and projected 21st century temperature change under different SSP scenarios (right panels) in Europe [10]

Так, у вже згадуваному вище звіті Swiss Re Institute [5] вказано, що в 2023 році тільки страхові збитки від SCS в Європі склали 8,5 млрд USD. За оцінками Sammalleri та ін. [12] втрати від посухи в Європейському Союзі (ЄС) становлять близько 9 млрд євро щорічно. При тому, що це, вочевидь, далеко не повна оцінка втрат, оскільки, як вказано у [13,14], вона враховує головним чином галузеві втрати - сільського господарства, енергетики та громадського водопостачання, які становлять лише частину фактичних наслідків посухи. Непрямі, нематеріальні або малопомітні впливи в цих оцінках не враховуються, оскільки їх складніше ідентифікувати та кількісно оцінити, наприклад, негативний вплив на екосистемі послуги та здоров'я людей.

Результати моделювання глобальних змін клімату за різних сценаріїв соціально-економічного розвитку, що були представлені в 6 оціночному звіті IPCC [4, 11], показали, що утримати глобальне потепління на рівні 1,5%, як передбачено Паризькою угодою, навряд чи вдасться, бо для цього потрібне повне припинення викидів парникових газів. Очевидно, що загострення кліматичної кризи вже неможливо далі ігнорувати і воно потребує термінового вжиття заходів щодо зниження вмісту парникових газів в атмосфері. Однак ці заходи потребують докорінної перебудови як стандартів виробництва так і звичного способу життя населення, що потребує значних матеріальних витрат, а відповідно, й розвинутої економіки для їх покриття а також досить високого рівня освіти свідомості громадян для сприйняття необхідності такого кардинального перетворення.

Крім того, для досягнення помітного ефекту будь-яких заходів, що мають на меті вплив на глобальні кліматичні процеси необхідні узгоджені та цілеспрямовані дії різних країн. Нажаль, на глобальному рівні це наразі неможливо зробити. Але Європейський союз має всі передумови для реалізації єдиної загальноєвропейської кліматичної політики – спільне законодавче поле та високий рівень соціально-економічного розвитку. Отже саме тому Європейський союз поставив перед собою амбітне завдання стати світовим лідером у сфері стійкого розвитку та зеленого зростання, для чого була прийнята та послідовно реалізується Зелена Угода.

Зелена Угода - це комплексна програма «зеленого переходу» до нового екологічного способу життя яка включає в себе:

1. Створення законодавчих основ «зеленої» перебудови економіки.

2. Перехід до циркуляційної економіки як ключ до зниження кількості відходів та зменшення енергоємності виробництва та, в результаті, кількості викидів GHG.

3. Перебудову виробничого сектору з метою зниження обсягу викидів та підвищення енергоефективності.

4. Перебудову енергетичного сектору в напрямку зменшення використання викопного палива, розширення використання відновлюваних джерел енергії та, відповідно, зниження викидів.

5. Зміну стандартів виробництва в транспортній галузі, вимог до виробництва та використання палива та структури перевезень.

6. Зміну стандартів будівництва з метою зменшення енерговитрат, використання відновних джерел енергії та скорочення викидів GHG.

7. Зміну технологій в аграрному секторі з метою зниження кількості викидів відтворення ґрунтів та стимулювання секвестрації вуглецю.

8. Програми соціальної підтримки малого бізнесу та вразливих категорій громадян.

9. Відновлення природних екосистем та збільшення частки багаторічних насаджень як поглиначів вуглецю.

10. Боротьбу із забрудненням довкілля як шлях до відновлення екосистем та підвищення їх стійкості до змін клімату

11. Впровадження широкого спектру освітніх ініціатив, спрямованих на формування у населення знань та навичок потрібних для існування в нових умовах «зеленого світу».

12. Розвиток наукових досліджень, що мають забезпечити «зелене зростання».

Розглянемо ці пункти дещо докладніше.

Законодавство. Фундаментом зеленого переходу є зміна законодавства. З метою реалізації Зеленої Угоди та встановлення відповідності ніж існуючими положеннями законодавства в різних галузях та Європейським кліматичним законодавством [15], був розроблений так званий пакет «Fit for 55», який був представлений Європарламенту в липні 2021 року. Він складався з 13 взаємопов'язаних пропозицій для перегляду діючих законів ЄС про клімат і енергетику, а також шести нових законодавчих пропозицій. Всі пропозиції, крім Директиви про оподаткування енергоносіїв були прийняті або погоджені Європейським парламентом і Радою ЄС. Останні рішення з цього пакету були ухвалені 9.10.2023 року.

Згідно з європейським кліматичним законодавством досягнення кліматичної мети

ЄС щодо скорочення викидів ЄС щонайменше на 55% до 2030 року є юридичним зобов'язанням країн-членів, тобто всі 27 країн-членів зобов'язані виконувати відповідні директиви Зеленої Угоди, перебудовуючи свлю економіку та знижуючи викиди відповідно до загальноєвропейських цілей. Отже й Україна, маючи європейські амбіції, плануючи своє повоєнне відновлення та подальший розвиток, має виходити з необхідності врахування цих обов'язкових кліматичних цілей.

Загальний пакет юридично обов'язкових кліматичних цілей Зеленої Угоди включає [15]:

- оновлену систему торгівлі викидами (EU ETS), щоб обмежити викиди, встановити ціну на забруднення та залучити інвестиції в зелений перехід;
- скорочення викидів у широкому діапазоні секторів;
- механізм регулювання викидів вуглецю на кордоні ЄС;
- оновлені цілі щодо відновлюваних джерел енергії та енергоефективності;
- збільшення природного поглинання вуглецю наземними екосистемами, в тому числі ґрунтами;
- соціальну підтримку громадян і малого бізнесу щоб забезпечити рівні умови для європейських компаній.

Незважаючи на те, що законодавчий пакет «Fit for 55» є центральною частиною Європейської Зеленої Угоди, наразі триває робота над іншими законодавчими актами та пропозиціями, які очікують на розгляд, а також щодо впровадження законодавства в державах-членах ЄС.

Система торгівлі викидами ЄС. Система торгівлі квотами на викиди ЄС - European Union Emissions Trading System (EU ETS) — це вуглецевий ринок, заснований на системі обмеження та торгівлі квотами на викиди для енергоємних галузей промисловості та сектору виробництва електроенергії. EU ETS була запущена в Європі в 2005 році та проходила в декілька фаз з деякими змінами відповідно до зміни стран-учасників та загальної кліматичної політики ЄС [16]. Зараз система перебуває на четвертій фазі торгівлі (2021-2030). Законодавча база Європейської торгівлі викидами викладена в Директиві ETS [17]. Система торгівлі квотами на викиди застосовується в усіх державах-членах ЄС, країнах Європейської асоціації вільної торгівлі (Ісландія, Ліхтенштейн і Норвегія), а також у Північній Ірландії для виробництва електроенергії.

EU ETS має змушувати забруднювачів платити за свої викиди парникових газів, допомагаючи зменшити викиди та генерувати доходи для фінансування екологічного переходу ЄС. Одна квота дорівнює 1 т CO₂-еквіваленту (CO₂e) викидів. На даному етапі EU ETS охоплює викиди від близько 10000 установок в енергетичному секторі та обробній промисловості, а також операторів повітряних суден, які здійснюють рейси в межах ЄС і відправляються до Швейцарії та Сполученого Королівства, що в цілому становить 37% всього обсягу викидів ЄС [18]. Планується, що з 2024 року вона також буде охоплювати й викиди від морського транспорту.

За даними [19] у 2022 році загальні чисті викиди парникових газів в ЄС скоротилися на 1,3% у порівнянні з 2021 роком, до 3,2 мільярда метричних тон CO₂e (GtCO₂e) або на 31% порівняно із 1999 р. Викиди від стаціонарних джерел, на які поширюється дія EU ETS з моменту заснування системи у 2005 році також суттєво скоротилися. В 2022 році це скорочення становило 37% порівняно з рівнем 2005 року [19]. Як вказано в аналізі Європейської агенції з навколишнього середовища [19], основними факторами довгострокового скорочення викидів були зростання ціни на вуглець, встановлення плати за викиди, зміна цін на паливо (що стимулювало часткову відмову від викопного палива) та політика у сфері відновлюваної енергетики, яка сприяє декарбонізації енергетичного сектору. Також відіграло ключову роль зниження попиту на електроенергію внаслідок впровадження заходів з підвищення енергоефективності, зменшення попиту на певні промислові товари та глобальні події, такі як економічна криза 2008 року та пандемія COVID-19 [18].

Ефективність системи торгівлі викидами в з моменту її введення дещо знижувалась внаслідок великої обсягу безкоштовних квот, що розподілялися на перших етапах впровадження ETS. Однак важливою рисою екологічної політики ЄС є поступове нарощування вимог для того, щоб дати можливість економіці та населенню адаптуватись до цих змін та зробити їх взагалі можливими. Тому, як вказує [20] заплановано, що дозволена кількість викидів GHG буде зменшуватися поступово. Повільно в 2024-2026 роках, та швидше з 2027 року. Метою EU ETS буде скорочення викидів CO₂ на 62% у 2030 році порівняно з 2005 роком. Кількість доступних квот на викиди буде щорічно скорочуватись, та з 2039 р квоти більше не будуть доступні.

У рамках перегляду Директиви ETS, в 2023 році було створено нову систему торгівлі викидами під назвою ETS2, окрему від існуючої ETS ЄС [21]. Ця нова система охоплюватиме викиди CO₂ від спалювання палива в будівлях, на автомобільному транспорті та інших секторах (переважно для малих підприємств, які не охоплені діючою ETS EU).

Планується [21], що ETS2 почне працювати в повному обсязі в 2027 році. У разі надзвичайно високих цін на газ або нафту в 2026 році, початок роботи системи ETS2 може бути відкладено на 2028 рік. Незважаючи на те, що це буде система «обмеження та торгівлі», як і існуюча ETS ЄС, ETS2 охоплюватиме викиди «знизу вгору». Тобто контролювати та звітувати про свої викиди будуть постачальники палива, а не кінцеві споживачі, такі як домогосподарства чи користувачі автомобілів. Ці організації будуть зобов'язані віддати достатню кількість квот для покриття своїх викидів. Регульовані установи будуть купувати ці квоти на аукціонах. Обмеження ETS2 буде встановлено для зниження викидів на 42% до 2030 року порівняно з рівнем 2005 року [21].

Згідно з вимогами кліматичного законодавства, доходи від торгівлі викидами країни ЄС мають витратити на проекти, пов'язані з кліматом та енергетикою, а також на соціальну підтримку зеленого переходу. За даними звіту про хід виконання Зеленої угоди [19] вказується, що з 2005 року система торгівлі викидами принесла понад 152 млрд євро доходів від аукціонів, які держави-члени в основному використали для підтримки проектів у сфері відновлюваної енергетики, енергоефективності та транспорту з низьким рівнем викидів а також для подолання негативного впливу енергетичної кризи на споживачів та промисловість. Так, за даними [19] у 2022 році доходи від аукціонів ETS загалом склали близько 38,8 млрд євро. З них 29,7 млрд євро надійшли безпосередньо до 27 країн-членів ЄС. У середньому 76% доходів було витрачено на кліматичні та енергетичні цілі. Близько 25% доходів держав-членів призначені для конкретних кліматичних та енергетичних заходів, 27% надійшли до спеціальних екологічних фондів, а 48% - до національних бюджетів.

Впровадження плати за викиди межах ЄС створює нерівні умови для виробників в середині ЄС та за його межами, що провокує так званий «виток карбону» - винесення виробництв, відповідальних за найбільшу кількість викидів, за межі ЄС та подальший імпорт готової продукції цих галузей. Виток карбону, вочевидь, заважає зниженню обсягу викидів в

глобальному масштабі, а отже одним із завдань, що вирішується в межах зеленої угоди є боротьба із витоком карбону.

Механізм регулювання викидів вуглецю на кордоні ЄС (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM). Впровадження CBAM почалося з 1 жовтня 2023 року. CBAM має поступово замінити існуючі механізми ЄС для усунення ризику витоку карбону, зокрема безкоштовний розподіл квот на викиди в ЄС. CBAM передбачає плату за ввезення в ЄС продукції, при виробництві якої в межах ЄС виробники мають сплачувати за викиди карбону на відміну від виробників поза межами ЄС. Тобто CBAM має забезпечити, щоб імпортована продукція також сплачувала ціну на викиди вуглецю при перетинанні кордону. Це дозволяє вирівнювати умови для виробників незалежно від місця розміщення виробничих потужностей та розглядається [22] як цінний інструмент для сприяння глобальному скороченню викидів і залучення ринку ЄС для досягнення глобальних кліматичних цілей

На початковому етапі CBAM буде націлений на імпорт продукції шести найбільш «карбононебезпечних» галузей промисловості – чавуну та сталі, цементу, добрив, алюмінію, електроенергії та водню. З 1.10.2023 іноземні компанії в цих секторах повинні будуть збирати дані про викиди та повідомляти про них у тимчасовий реєстр, який веде Європейська комісія, щоб продовжувати експорт до Європи. CBAM буде застосовуватися в своєму остаточному режимі з 2026 року, тоді як поточний перехідний етап триватиме між 2023 і 2026 роками.

Це поступове впровадження CBAM узгоджується з поетапним припиненням розподілу безкоштовних квот в рамках системи торгівлі викидами ЄС для підтримки декарбонізації промисловості ЄС. Наразі в ЄС триває громадське обговорення законопроектів, які регулюють впровадження CBAM під час його перехідної фази, яке триватиме до кінця 2025 року. В подальшому Європейська комісія планує ухвалити 13 підзаконних актів, які наберуть чинності перед повноцінним запуском CBAM у 2026 році.

Зниження викидів від всіх видів транспорту. Транспорт становить приблизно 5% ВВП ЄС. В той же час транспортні викиди GHG становлять близько 25% від загального обсягу викидів. На вантажні перевезення припадає 30% від загального обсягу транспортних викидів. Понад 50% вантажів у ЄС перевозиться автомобільним транспортом (дані 2020

року). Прогнозується [23], що якщо не буде вжито заходів щодо декарбонізації, вантажні перевезення зростуть приблизно на 25% до 2030 року та на 50% до 2050 року. Як показано [24] транспорт сьогодні є одним з найбільш проблемних секторів щодо скорочення викидів, в якому зниження викидів є дуже нестійким та повільним. В 2022 році це був єдиний сектор, де викиди зросли проти 2021 року (рис. 3).

Зелений Курс передбачає скорочення викидів транспорту на 90% до 2050 року, але з реалізацією цих планів є певні складнощі. Достатньо сказати, що невдоволення вимогами Зеленої Угоди було однією з основних причин масштабних протестів серед Європейських фермерів на початку 2024 року.

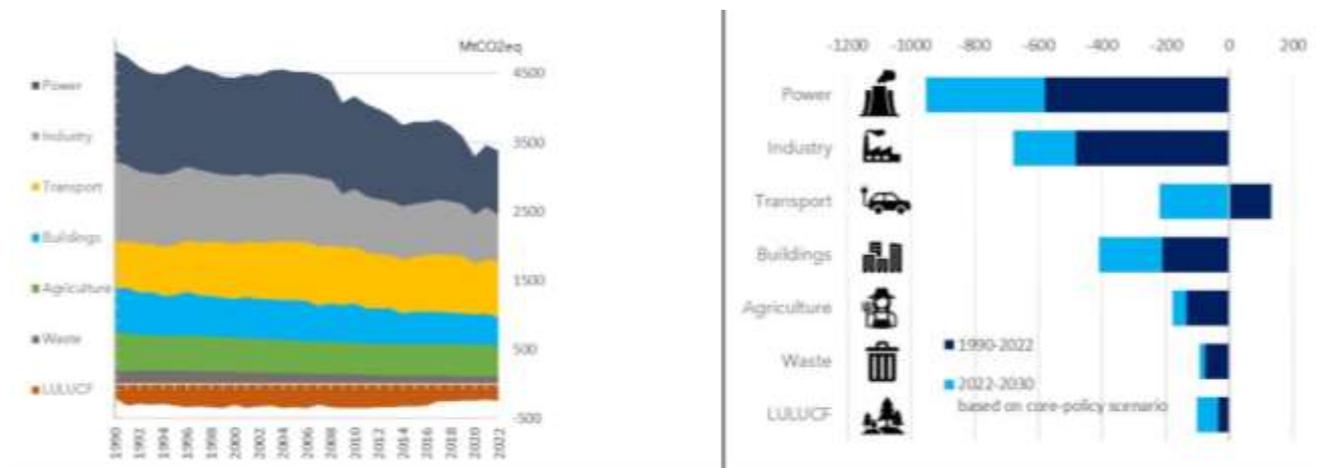


Рис. 3 – Викиди та поглинання парникових газів в ЄС за секторами, минулі тенденції та необхідні скорочення [24]

Fig. 3 – EU GHG emissions and removals by sector, past trends and required reductions [24]

Для стимулювання скорочення викидів транспорту та переходу на альтернативні види палива передбачається введення плати на викиди для всіх видів транспорту. На даний час плата на викиди вуглецю вже застосовувалась до авіаційного сектору а з 2024 року поширена і на морський сектор. З 2027 року планується поширення плати на викиди і на автомобільний транспорт.

З новими стандартами CO₂ до 2035 року всі нові автомобілі та фургони, зареєстровані в ЄС, матимуть нульовий рівень викидів. Зменшення сумарної кількості викидів транспорту буде відбуватися за рахунок використання газових, електричних та водневих двигунів та біопалива. Наприклад, для зниження викидів авіації 9 жовтня 2023 р. був прийнятий новий регламент щодо авіаційної

Для зниження обсягу викидів транспорту передбачається дія за такими напрямками:

1. Зміна структури транспортних перевезень зі збільшенням частки залізничного транспорту в перевезенні вантажів а також стимулювання використання громадського транспорту та велосипедів замість приватних автомобілей у населених пунктах;

2. Підвищення енергоефективності транспортних засобів з метою зменшення використання пального в том числі за рахунок покращення аеродинамічних властивостей конструкцій та вдосконалення двигунів;

3. Повна або принаймні часткова заміна традиційного палива на основі переробки нафти газом та нетрадиційними видами палива. Використання транспорту з водневими та електричними двигунами.

ініціативи «ReFuelEU» [25], що є частиною вищезгаданого пакету «Fit for 55».

Згідно цього Регламенту, починаючи з 2025 року, паливо, яким заправляють літаки в аеропортах ЄС, повинно містити принаймні 2% так званого «стійкого авіаційного палива» (Sustainable Aviation Fuel або SAF). Цей відсоток поступово збільшуватиметься щороку, та має складати 6% до 2030 року, 20% до 2035 року і 70% до 2050 року. Ці вимоги застосуватимуться до всіх рейсів, що відправляються з ЄС. З 2030 року 1,2% палива також має становити синтетичне паливо а у 2050 році його обсяг має зрости до 35% [25]. SAF — це альтернативне паливо, виготовлене з нафтової сировини, в тому числі з частини твердих побутових відходів, деревини, олії тощо [26]. SAF можна змішувати з традиційним паливом з обмеженнями від 10% до 50%,

залежно від вихідної сировини та способу виробництва палива.

Однак сама можливість ЄС виконати встановлені зобов'язання викликає неабиякий скептицизм, оскільки це буде потребувати значних зусиль та суттєво підвищить вартість авіаперельотів. На даний час, як вказують [27], відновлювані види палива в два-чотири рази дорожчі, ніж традиційне викопне паливо. Частка SAF наразі складає лише 0,1 відсотка всього палива, що використовується в авіації ЄС. Виробництво SAF все ще перебуває в зародковому стані - поточні потужності з виробництва SAF в ЄС оцінюються приблизно в 10% від його обсягу, необхідного для досягнення проголошених рівнів 2030 року. Відповідно, виконання директиви потребує будівництва нових виробничих потужностей та пошуку технологій, що дозволять знизити вартість виробництва SAF в найближчі роки.

Отже, зниження викидів транспорту це нетривіальне завдання, що потребує структурних змін економіки, створення нових виробництв та вдосконалення технологій. При цьому, «зелений перехід» буде відчуватися пересічними громадянами як «погіршення умов життя» оскільки буде супроводжуватись зростанням витрат та потребувати обмеження споживання.

Використання відновних джерел енергії та підвищення енергоефективності. Виробництво електроенергії є одним з основних джерел викидів парникових газів в ЄС (рис. 3). В 2022 році енергетика була відповідальна за 26,6% викидів, на внутрішній транспорт припадало 23,1%, промисловість спричинила 19,1% викидів а сільське господарство лише 10,5% викидів [28]. Значний обсяг викидів пов'язаний із використанням вугілля, нафтопродуктів та газу для отримання енергії в багатьох країнах Європи.

Використання викопного палива для отримання електроенергії для ЄС має дві важливі складові. Викопне паливо для Європи не тільки найпотужніше джерелом викидів, а ще й залежність від імпорту енергоносіїв, в першу чергу російських. Саме тому початок російської агресії проти України змусив ЄС переглянути плани щодо повільного нарощування використання відновних джерел енергії та прискорити декарбонізацію енергетики. З метою позбавлення від енергозалежності від російського викопного палива в 2022 році ЄС був розроблений та прийнятий до впровадження план REPowerEU [29] сутність якого

полягає в трьох основних напрямках діяльності з декарбонізації енергетики:

1. Зниження споживання енергії за рахунок підвищення енергоефективності виробництва та попередження втрат енергії в тому числі тепла а також економного споживання енергії. Ця політика має непогані результати, зокрема у 2023 році споживання енергії впало на 18% проти 2022 року.

2. Диверсифікація постачання енергії. Це завдання, яке вирішується як першочергове, доки не вдасться суттєво знизити потреби енергетики у викопному паливі. Вона полягає у відмові від російських енергоносіїв та пошуку нових джерел для закупівлі палива та зниженні загальної частки енергії на основі викопного палива в загальній кількості енергії, що виробляється.

3. Розвиток альтернативної енергетики та вироблення «чистої» енергії. В цьому аспекті атомна енергетика також вважається більш безпечною, ніж паливна теплоенергетика, а атомна енергія є «чистою» з огляду на обсяг викидів GHG, хоча й найдорожчою з усіх видів енергії.

Незважаючи на те, що не всі поставлені короткострокові цілі REPowerEU досягнуті в заплановані терміни [30], вже 2023 рік продемонстрував значне скорочення викидів CO₂ та тлі відновлення та деякого зростання економіки ЄС після пандемії COVID-19 (рис. 4). Як показано на рис. 4, тільки незначна частка цього скорочення пояснюється відносно теплим зимовим періодом, а основний вплив на зниження викидів мало саме використання альтернативних джерел енергії.

Переломним роком для альтернативної енергетики можна вважати 2015 рік, коли, як показано в аналізі SolarPower Europe [32], вартість електроенергії виробленої сонячними та вітровими електростанціями вперше стала нижчою за енергію, вироблену вугільними ТЕС. З прийняттям Зеленої угоди, а особливо плану REPowerEU, нарощування потужностей сонячних та вітрових електростанцій ще більше прискорилось і 2024 рік, як вказують [33], став першим роком в історії, коли частка енергії, виробленої в ЄС за рахунок викопного палива склала менше чверті (23%) а на долю відновних джерел енергії припало більше половини (54%) виробленої енергії, з яких третину склала енергія сонячних та вітрових електростанцій. Це призвело до подальшого скорочення викидів, які за перші 4 місяці 2024 року були на 18% нижчими за аналогічний період 2023 року.

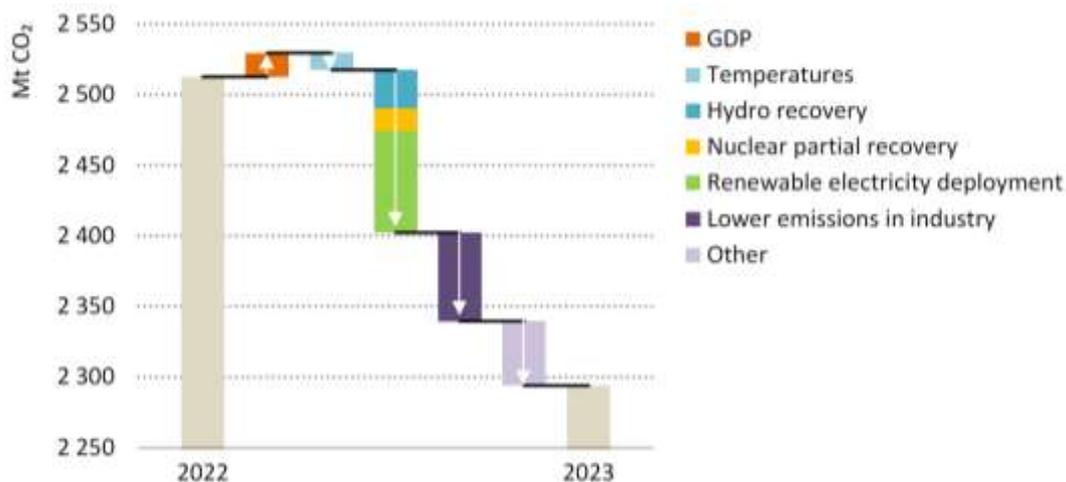


Рис.4 – Чинники зниження викидів парникових газів від процесів спалювання в ЄС в 2023 році порівняно із 2022 роком [31].

Fig. 4 – Change in total CO₂ emissions from combustion in the European Union by driver, 2022-2023 [31]

Як і в усіх інших аспектах Зеленої угоди, загальні рекомендації ЄС є рамковими, що встановлюють певні орієнтовні цілі, досягнення яких очікується від кожної країни. Але внутрішні умови та можливості в кожній з країн ЄС суттєво різняться. В кожній країні розробляються власні національні енергетичні і кліматичні плани, які мають на меті відповідність встановленим на рівні ЄС цілям щодо використання відновлюваних енергетичних ресурсів та зниження викидів, але з урахуванням специфіки кожної конкретної держави. Тому розвиток альтернативної енергетики та зниження кількості викидів в різних країнах іде нерівномірно. Хоча «вуглецева інтенсивність» виробництва енергії, тобто обсяг викидів CO_{2e} на одиницю виробленої енергії порівняно з 1990 роком, суттєво знизилась в усіх країнах ЄС [34], однак існують великі розбіжності в структурі виробництва енергії між різними країнами та приблизно в половині країн ЄС вуглецева інтенсивність енерговиробництва вища за середню.

Вуглецева інтенсивність залежить в першу чергу від типу використовуваних енергоносіїв та є найвищою в країнах із переважанням енергії викопного палива в енергетичній структурі, як, наприклад, в Польщі чи Естонії, та найнижчою - в країнах з використанням альтернативних джерел енергії, таких як гідроенергетика (Австрія та Швеція) або атомна енергетика (Франція, Фінляндія, Словачія, Бельгія).

Досить високою лишається вуглецева інтенсивність енергії в Німеччині, незважа-

ючи на високі темпи нарощування використання вітрової та сонячної енергії. За даними [35] в 2023 році темпи нарощування потужностей сонячних електростанцій в Німеччині досягли рекордного рівня 14280 МВт, що було вдвічі вище за показник 2022 року. В 2023 році виробництво сонячної енергії досягло в Німеччині 55 ТВт-год, що складало 12% від загального попиту.

Однак, проблема сонячної енергетики полягає в часовій нерівномірності вироблення енергії. Основне виробництво припадає на денні часи влітку, коли попит на електроенергію мінімальний. Це стримує подальший розвиток сонячної енергетики. Як свідчить дослідження SAB [35], різке нарощування виробництва сонячної енергії в 2023 році в Німеччині призвело до перевищення можливостей споживання в пікові години вироблення та різкого падіння вартості виробленої енергії у пікові години з 70,6 до 9,1 EUR/MWh. Подібні тенденції щодо перевиробництва сонячної енергії відмічені також у Китаї, який в останні роки став світовим лідером у нарощуванні потужностей сонячних електростанцій [32]. Тобто це принциповий чинник, який спрямовує подальший розвиток сонячної енергетики на пошук нових технологічних та організаційних рішень щодо раціонального розподілу та накопичення виробленої в пікові години електроенергії. Вирішення проблеми надвиробництва енергії у пікові години дозволить продовжувати ефективно нарощування потужностей в сонячній енергетиці.

Україна до початку повномасштабного російського вторгнення, яке фактично зруйнувало діючу систему виробництва та передачі електроенергії, мала показник вуглецевої інтенсивності енергетики на рівні близькому до середнього для ЄС (рис. 5), що був суттєво нижчий за аналогічні показники для Німеччини, Польщі чи Чехії [35]. Відносно низький середній показник вуглецевої інтенсивності забезпечувався значною часткою вироблення енергії за рахунок атомних та гідроелектростанцій (рис. 6).

В той же час, рівень виробництва сонячної та вітрової енергії в Україні був значно нижчий, ніж в Європейських країнах (рис. 7). Так, в 2021 році частка виробництва сонячної та вітрової енергії в Україні становив 4,51 та 2,51% відповідно, а з початком російської агресії 24.02.2022 року відбувалась лише втрата потужностей внаслідок бойових дій та руйнування енергетичної інфраструктури України. У той час як в ЄС середня частка сонячної енергії від загального виробництва у 2023 році становила 9,19% а вітрової – 17,45% [35].

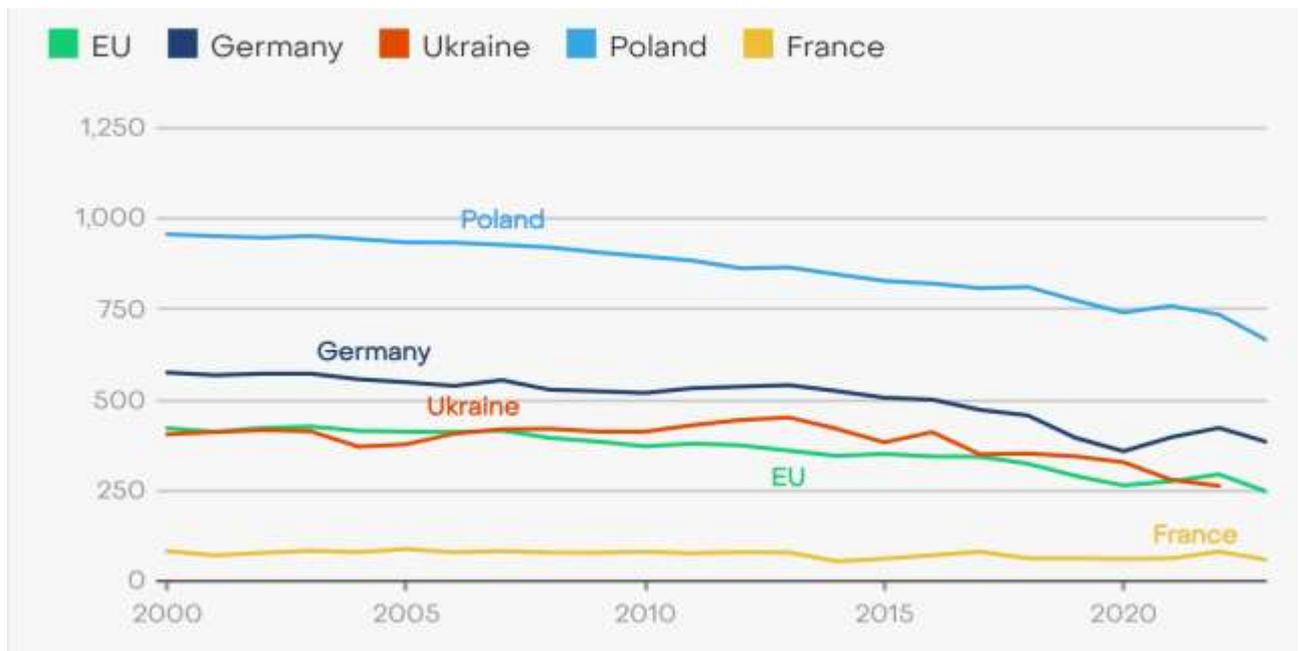


Рис. 5 – Вуглецева інтенсивність енерговиробництва (gCO₂e/kWh) в Україні порівняно із деякими країнами ЄС за період 2000-2022 рр) [356]

Fig. 5 – Carbon emissions intensity (gCO₂e per kWh) in Ukraine compared to some EU countries for the period 2000-2022) [36]

Як показує аналіз динаміки вартості вироблення електроенергії [32], починаючи з 2015 року, виробництво сонячної та вітрової енергії є найдешевшим серед всіх видів електроенергії. У 2023 році середньосвітова вартість виробництва сонячної енергії була вдвічі нижча за вартість енергії, що виробляється на вугільних ТЕЦ, та втричі дешевша за енергію атомних електростанцій. Отже, в повоєнному відновленні енергетичного сектору України велику роль має відігравати саме сонячна енергетика, особливо на територіях, де порушення та забруднення ґрунтів внаслідок бойових дій не дадуть змогу швидко відтворити безпечне агровиробництво. Сонячні панелі мають ще одну надважливу перевагу в умовах війни – вони можуть швидко встановлюватися на дахах будівель компенсуючі

зруйновані російськими атаками електростанції, при цьому відсутність концентрації виробництва ускладнює його руйнування новими атаками. Однак для найбільш ефективного використання сонячної енергії необхідно поєднувати нарощування потужностей виробництва (фотоелектричних панелей) та систему накопичення та перерозподілу виробленої енергії.

Будівництво та реконструкція будівель. Опалення будівель та нагрівання води для водопостачання є одним з найбільших чинників викидів парникових газів в ЄС. На будівлі припадає 40% кінцевого енергоспоживання в ЄС і 36% пов'язаних з енергетикою викидів парникових газів, при цьому 75% будівель ЄС вважаються енергоефективними [37]. Основним законодавчим документом

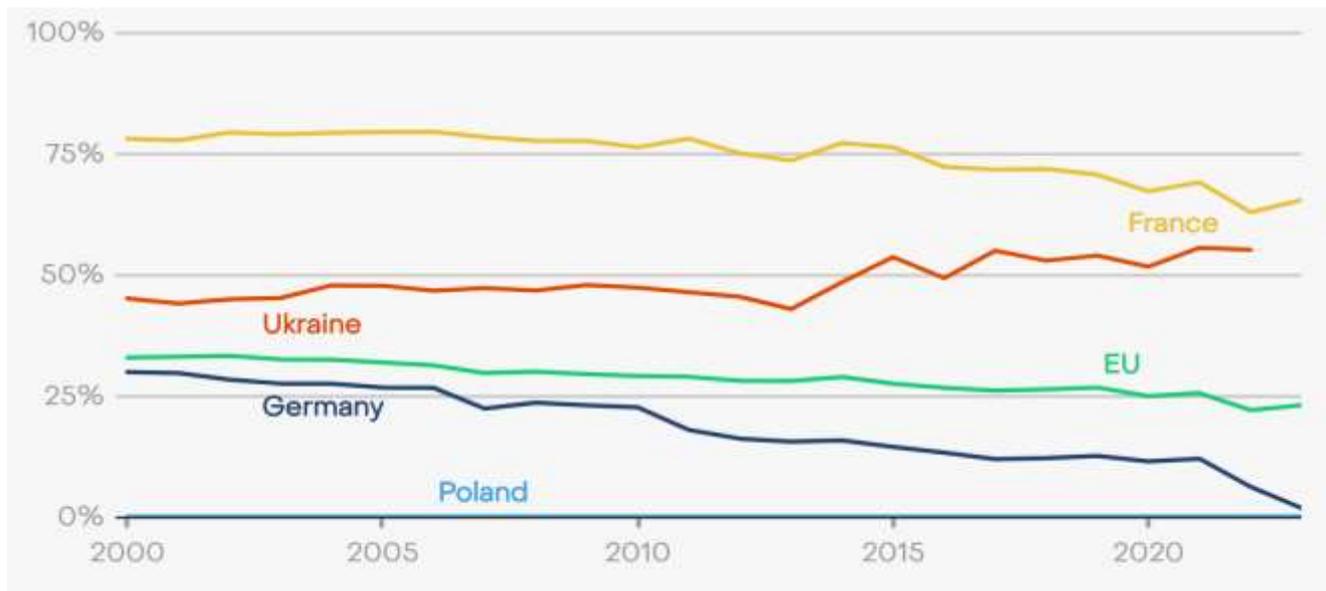


Рис. 6 – Частка електроенергії (%), що вироблялась атомними електростанціями в Україні та ЄС [36]

Fig. 6 – Share of electricity (%) generated by nuclear power plants in Ukraine and the EU in 2000-2022 [36]

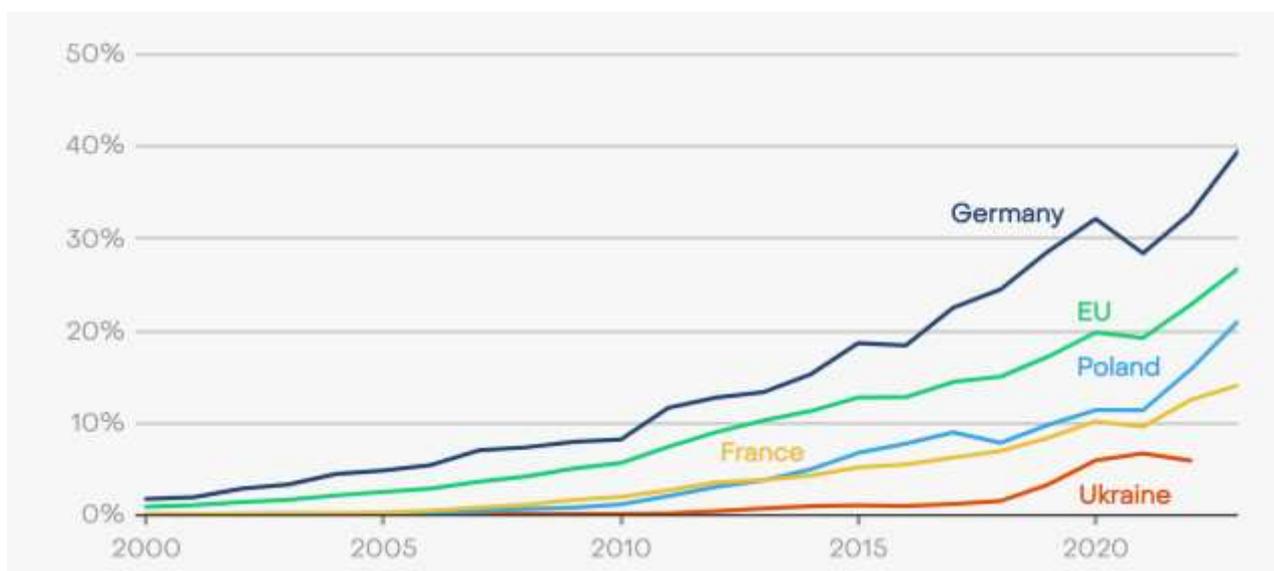


Рис. 7 – Сумарна частка сонячної та вітрової електроенергії (%) що вироблялась в Україні та деяких країнах ЄС у період 2000-2022 рр [36]

Fig. 7 – Total share of solar and wind electricity (%) generated in Ukraine and some EU countries in 2000-2022 [36]

ЄС що регулює діяльність з підвищення енергоефективності будівель є Директива з енергоефективності будівель (англ. Directive on the energy performance of buildings, EPBD) [37] яка була прийнята наприкінці 2002 року та у подальші роки декілька разів оновлювалась відповідно до змін кліматичної політики ЄС.

Актуальна редакція Директиви 2024 [37] встановлює нульовий рівень викидів як новий стандарт будівництва. Усі нові житлові та нежитлові будинки повинні мати нульові викиди від викопного палива, починаю-

чи з 1 січня 2028 року для державних будівель і з 1 січня 2030 року для всіх інших нових будівель, з можливістю окремих винятків. Для досягнення нульового рівня викидів від викопного палива покриття енергетичних потреб будівель може відбуватися за рахунок відновлюваних джерел енергії (сонячна теплова та фотоелектрична енергія, геотермальна енергія, теплові насоси, гідроелектростанції та спалювання біомаси або біогазу), ефективного централізованого опалення та

охолодження, а також енергії з інших безвуглецевих джерел [37].

Вимоги до підвищення енергоефективності існуючих будівель для житлових та нежитлових будівель дещо відрізняються. Що стосується житлових будинків, то кожна держава-член ухвалює власну національну траєкторію, щоб зменшити середнє споживання первинної енергії житловими будинками на 16% до 2030 року та на 20-22% до 2035 року. Національні заходи повинні гарантувати, що принаймні 55% зменшення середнього споживання первинної енергії буде досягнута шляхом реконструкції будівель з найнижчою енергоефективністю, але держави-члени можуть вільно обирати, на які будівлі орієнтуватися, та які заходи вживати. Реконструкція будівель розглядається не лише як засіб подолання енергозалежності, а і як шлях до покращення умов життя людей та економічного зростання, оскільки 95% робіт з реконструкції будівель проводиться мікропідприємствами, що забезпечує роботою значну частину населення. Для нежитлових будівель, передбачена Директива передбачає поступове запровадження мінімальних стандартів енергоефективності для реконструкції 16% будівель з найгіршою ефективністю до 2030 року та 26% будівель з найгіршою ефективністю до 2033 року. Держави-члени ЄС матимуть можливість звільнити певні категорії як житлових, так і нежитлових будівель від цих зобов'язань, у тому числі історичні будівлі чи дачні будинки [37].

Сільське господарство. Цілі, які поставлені Зеленою угодою ЄС в аграрній галузі поєднують вимоги економічного зростання, продовольчої безпеки, соціальної підтримки вразливих верств населення та охорони навколишнього середовища. Такими цілями є:

- забезпечення продовольчої безпеки в умовах геополітичної невизначеності, зміни клімату та втрати біорізноманіття;
- зменшення екологічного і кліматичного сліду харчової системи ЄС;
- посилення стійкості продовольчої системи ЄС;
- лідерство ЄС у глобальному переході до конкурентоспроможності фермерських господарств.

Із прийняттям Зеленої угоди у 2021 році була суттєво переглянута спільна сільськогосподарська політика ЄС (Common agricultural policy - CAP). В кожній країні ЄС були розроблені відповідні оновлені національні плани щодо сільськогосподарської політики на період 2023-2027 рр. та з 1 січня 2023

року оновлена CAP вступила в дію [38]. Стратегія Farm to Fork [39], яку називають серцем Green Deal, встановлює як регуляторні, так і нерегуляторні ініціативи, разом із спільною сільськогосподарською та рибальською політикою як ключовими інструментами для підтримки справедливого переходу до нового способу господарювання. Наприклад, ініціатива ЄС щодо вуглецевого сільського господарства (carbon farming) була запущена у 2021 році як один з напрямів стратегії Farm to Fork, щоб винагороджувати екологічно безпечні практики сільського господарства через механізми субсидій, передбачені CAP, або через інші державні чи приватні ініціативи, пов'язані з вуглецевими ринками. CAP підтримує сталі методи ведення сільського господарства, серед яких можна виділити наступні:

- Охорона ґрунтів та регенеративне землеробство – система землекористування, спрямована на покращення здоров'я ґрунту, запобігання його деградації, відтворення родючості ґрунтів. Головні очікувані результати – секвестрація вуглецю та стійке виробництво сільськогосподарської продукції. Напряма дії та конкретні заходи для захисту та відновлення ґрунтів, а також забезпечення їх сталого використання встановлює Ґрунтова стратегія ЄС до 2030 року, прийнята у 2021 році [40];

- Точне землеробство. Використання методів точного землеробства стає дедалі популярнішим серед фермерів в ЄС, оскільки дозволяє мінімізувати використання добрив, пестицидів і води для створення врожаїв. Це зменшує собівартість виробництва та зменшує вуглецевий слід сільського господарства, максимізуючи врожайність і мінімізуючи вплив на навколишнє середовище, а отже дозволяє фермерам виконувати вимоги ЄС щодо зниження кількості хімічних засобів, що використовуються, знизити ресурсоемність виробництва та отримувати сталі прибутки;

- Органічне землеробство. Відмова від хімічних засобів захисту рослин та мінеральних добрив зменшує залежність від ресурсів, виробництво яких потребує викопного палива, таких як синтетичні добрива та пестициди. Органічне землеробство сприяє збереженню біорізноманіття, покращує родючість ґрунту та зменшує викиди парникових газів, пов'язані з використанням синтетичних хімічних речовин;

- Агролісомеліорація та багаторічні культури, агролісівництво. Інтеграція дерев та

багаторічних культур у сільськогосподарські ландшафти забезпечує не тільки стійкі джерела їжі та палива, але й поглинання значної кількості вуглецю з атмосфери. Агролісомерація є надійним, перевіреним роками, способом боротьби із ерозійними процесами та пом'якшення наслідків посух та заморозків, що особливо важливо в умовах зміни клімату;

- Застосування відновлюваної енергії в сільському господарстві, в тому числі сонячних панелей та установок для вироблення біогазу з рослинних решток та органічних відходів тваринництва;

- Стале управління тваринництвом: підвищення ефективності кормів, уловлювання метану та пошук альтернативних джерел харчового білку з метою зменшення викидів тваринництва;

- Запровадження принципів циркулярної економіки - використання органічних добрив, анаеробне зброджування органічних відходів і використання біоматеріалів сприяє створенню системи замкнутого циклу, яка мінімізує потребу в додаткових ресурсах.

Треба наголосити, що поняття «органічне землеробство» (organic farming, OF) та «вуглецеве землеробство» (carbon farming, CF) – це абсолютно різні речі. Якщо органічне землеробство – це спосіб виробництва сільськогосподарської продукції, що виключає використання синтетичних хімічних речовин, то вуглецеве землеробство – це широке поняття, яке включає в себе всі напрями господарювання в межах певного землеволодіння, спрямовані на зниження потоків парникових газів без. Згідно [41] вуглецеве землеробство включає видалення вуглецю з атмосфери, уникнення викидів всіх видів парникових газів і скорочення викидів від поточної сільськогосподарської практики. Прикладами практик вуглецевого землеробства, які наводяться в офіційних публікаціях Єврокомісії [42] є:

- заліснення та лісовідновлення, які považають екологічні принципи, сприятливі для біорізноманіття, і покращене стале управління лісами, включаючи практики, сприятливі для біорізноманіття, та адаптацію лісів до зміни клімату;

- агролісомеліорація, агролісівництво та інші форми змішаного землеробства, що поєднують деревну рослинність (дерева або кущі) із системами рослинництва та/або тваринництва на одній землі;

- використання проміжних культур, покритих культур, збереження ґрунту та покращення властивостей ландшафту: захист

ґрунтів, зменшення втрати ґрунту внаслідок ерозії та збільшення вмісту органічного вуглецю в ґрунті на деградованих орних землях;

- цілеспрямоване перетворення орних угідь у перелоги або відведених ділянок у постійні пасовища;

- відновлення торфовищ і заболочених угідь, що зменшує окислення наявних запасів органічного вуглецю та збільшує потенціал секвестрації вуглецю.

Як згадано вище, на сільське господарство припадає приблизно 10% викидів парникових газів ЄС. Однак за структурою викидів сільське господарство принципово відрізняється від інших галузей. По-перше, основна маса викидів в аграрному секторі це не вуглекислий газ, а інші парникові гази – CH_4 та N_2O (рис. 8).

По-друге, ці викиди неможливо повністю припинити, оскільки значною мірою вони є частиною фізіологічних процесів свійських тварин (так звана внутрішня ферментація) та результатом удобрення ґрунтів. По-третє сільське господарство, та так званий сектор LULUCF (землекористування, зміна землекористування та лісівництво) може виступати не лише як джерело викидів, але і як потужний поглинач вуглекислого газу.

Як видно з рис. 8, основним поглиначем вуглецю за сучасними оцінками є ліси, а отже й діяльність з лісовідновлення сприймається як основний напрям біологічної секвестрації вуглецю, в той же час як ґрунти розглядаються як джерело парникових газів. Однак саме ґрунти, що спроможні накопичувати вуглець у вигляді стійких до розкладання високомолекулярних сполук (гумусу), є одним із найпотужніших поглиначів вуглецю у світі, а відновлення ґрунту є реальним механізмом зменшення видалення вуглецю з атмосфери [44]. Згідно [45] частка вуглецю наземних екосистем, закріплена в ґрунтах, в залежності від кліматичних умов становить 47,7-96,2% і абсолютно переважає в більшості екосистем світу. Зелена угода ставить за мету в секторі землекористування ЄС досягнення до 2030 року 310 Мт CO_2 -екв чистої абсорбції парникових газів [42]. За нашими оцінками [45], тільки орні землі України потенційно здатні поглинути близько 2,8 Gt CO_2 вуглецю, що в 9 разів більше цього значення. Тобто ґрунти України мають величезний потенціал щодо секвестрації вуглецю за умов впровадження в Україні методів регенеративного землеробства і

The EU greenhouse gas emissions from the agriculture and LULUCF sectors in 2022

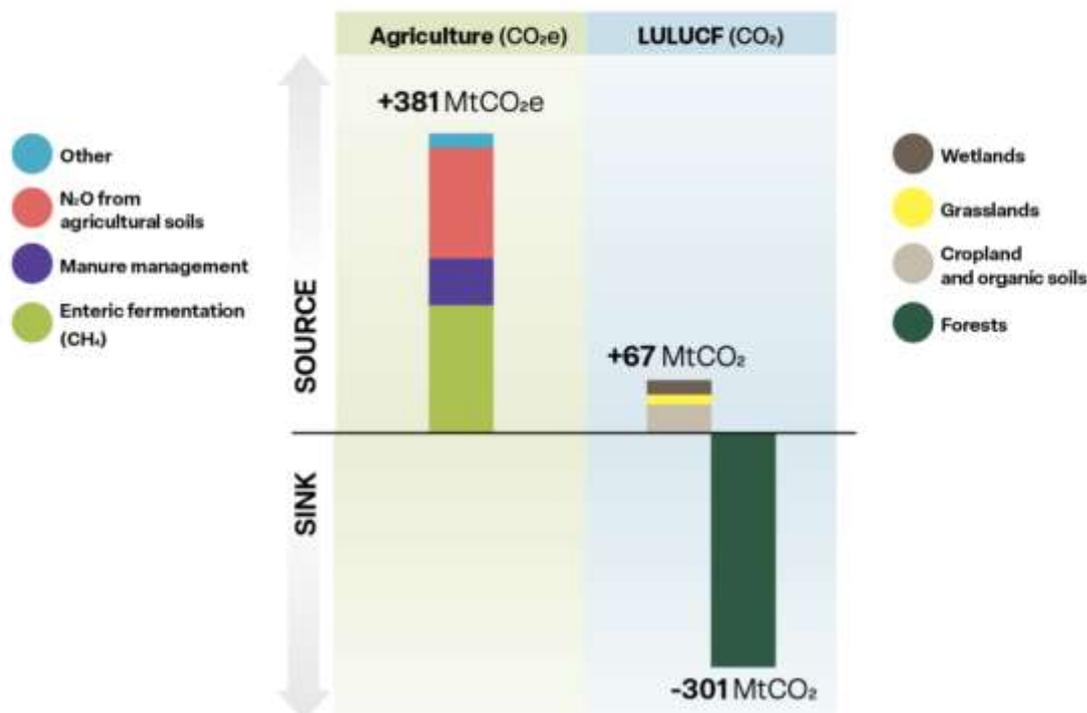


Рис. 8 – Емісія парникових газів в ЄС в результаті сільськогосподарської та лісогосподарської діяльності та інших видів землекористування в 2022 році [43]

Fig. 8 – The emissions caused by agricultural land in the Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) sector in 2022 [43]

водночас, багаті а органічну речовину чорно-земи все ще можуть бути джерелом емісії вуглецю, якщо їхня деградація продовжиться. Крім того, малодослідженим питанням є участь мінеральних солей вуглецю (карбонатів) в поглинанні та емісії вуглецю в системі ґрунт-атмосфера [47]. При зростанні посушливості клімату можлива додаткова акумуляція вуглецю в ґрунтах у вигляді карбонатів, однак більш дослідженою та очевидною є додаткова емісія вуглецю з ґрунтів внаслідок розкладання карбонатів. Емісія вуглекислого газу спричинена вапнуванням ґрунтів є одним з суттєвих чинників, що враховується при оцінці балансу вуглецю в агроєкосистемах в тому числі у стандартах вуглецевої сертифікації агровиробництва [48].

Впровадження програм з добровільного вуглецевого кредитування в аграрному секторі є логічним напрямом розвитку діяльності в межах зеленої угоди. Основною кінцевою метою цих програм є стимулювання переходу агровиробництва на ґрунтоощадні технології, що сприяють секвестрації вуглецю ґрунтами

та попередження надлишкової емісії вуглецю з ґрунту. Фермерські господарства, що переходять з традиційних технологій до регенеративного землеробства, відповідно до вимог вуглецевої програми отримують плату за накопичення вуглецю в ґрунтах у вигляді вуглецевих кредитів, що можуть бути продані зацікавленим компаніям на вуглецевому ринку. Вартість 1 кредиту, що відповідає 1 т видаленого з атмосфери вуглекислого газу, становить залежить від ринкової вартості карбону та попиту в конкретному регіоні. Як вказують [49] у 2023 році європейські кредити коштували в середньому 25,41 USD, що значно перевищує середній світовий показник у 7,59 USD. Незважаючи на те, що практика вуглецевого кредитування викликає справедливий скептицизм [50], оскільки в цій сфері існує велика кількість проблемних питань, експерти прогнозують зростання аграрного вуглецевого ринку в найближчі десятиріччя, що пов'язано як із поступовим зменшенням доступних квот на викиди так із прогнозованим введенням плати за викиди в аграрному секторі.

Захист природного середовища та припинення деградації екосистем. Ще одним центральним питанням Зеленої угоди є збереження та відновлення природних екосистем, які є основою стійкого функціонування біосфери в умовах змін клімату. З цією метою був розроблений комплексний, амбітний і довгостроковий план захисту природи та припинення деградації екосистем який викладений у опублікованій в травні 2020 року «Стратегії ЄС щодо біорізноманіття до 2030 року» [51]. Стратегія має на меті вивести біорізноманіття Європи на шлях відновлення до 2030 року та містить конкретні дії та зобов'язання. ЄС та його держави-члени зобов'язалися виконати понад 100 дій по реалізації Стратегії до 2030 року. Для відстеження цього прогресу розроблений спеціальний інструмент - EU Biodiversity Strategy Actions Tracker [51]. Станом на травень 2024 року 49 із запланованих заходів вже виконано, 46 знаходиться на етапі виконання і лише 9 виконуються із затримкою відносно плану. Всі ці заходи спрямовані на досягнення наступних цілей:

- Юридично визнати такими, що охороняються принаймні 30% території ЄС та 30% морських територій
- Відновити деградовані екосистеми на суші та на морі по всій Європі шляхом:
 - підвищення частки органічного землеробства та збагачення біорізноманіття агроландшафтів шляхом створення різноманітної ландшафтної структури на сільськогосподарських землях;
 - стримування падіння популяції запилювачів квітів та її відновлення;
 - відновлення принаймні 25 000 км річок ЄС до стану вільної течії;
 - зменшення використання пестицидів на 50% до 2030 року;
 - висадження 3 мільярдів дерев до 2030 року
- Спрямувати 20 мільярдів євро на рік на цілі біорізноманіття за допомогою різних джерел, включаючи фонди ЄС, національне та приватне фінансування. Інтегрувати питання природного капіталу і біорізноманіття в бізнес-практики;
- Стати одним зі світових лідерів у питаннях біорізноманіття та спрямувати зусилля для створення Глобальної платформи ООН з біорізноманіття.

В Україні наразі відбувається руйнування не лише населених пунктів та промислових об'єктів, а й довкілля внаслідок військових дій. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України шкода довкіллю в результаті російського вторгнення вже оцінюється трільйонами гривень, однак водночас із фіксацією збитків Україна невпинно працює над планами зеленого відновлення України враховуючи вимоги Зеленої угоди [53].

Соціальний кліматичний фонд (SCF). Перехід на новий спосіб господарювання та досягнення кліматичних цілей Зеленої угоди вимагає додаткових витрат та обмежень. Політика ЄС спрямована на створення рівних справедливих умов для всіх країн та верств населення, а отже передбачає фінансову підтримку для як для фермерів та мікропідприємств, що переходять на нові екологічно прийнятні технології відповідно до вимог Зеленої угоди, так і для громадян, витрати яких зростають у зв'язку із економічними та соціальними перетвореннями в результаті реалізації зеленої угоди. Якщо, наприклад, для фермерів передбачена система субсидій в межах CAP які покликані стимулювати фермерів виконувати екологічні вимоги ЄС, наприклад щодо відповідності стандартам GAEC (Good Agricultural and Environmental Conditions of Land) [54], та компенсувати потенційні втрати, то для компенсації негативного соціального впливу перетворення економіки створено спеціальний Соціальний кліматичний фонд. Діяльність соціального кліматичного фонду спрямована на вирішення соціального впливу нової системи торгівлі викидами для будівель і автомобільного транспорту та запобігання нерівності [54]. Базуючись на планах діяльності SCF, які розробляються державами-членами, фонд має забезпечити заходи підтримки та інвестиції на користь вразливих домашніх господарств, малих підприємств та користувачів транспорту (у зв'язку із запланованим поширенням плати за викиди на всі види транспорту). Заплановано, що Соціальний кліматичний фонд виділить 65 мільярдів євро з бюджету ЄС і загалом понад 86 мільярдів євро на підтримку найбільш уразливих громадян і малого бізнесу при переході на зелені технології.

Екологічна освіта. Перехід до кліматично нейтрального ЄС матиме значні соціальні та економічні наслідки, в тому числі суттєвий вплив на зайнятість. Соціально справедлива

«зелена» трансформація вимагає від людей не просто нових знань та навичок, а що найважливіше, екологічного світогляду, які допоможуть їм не лише приймати зміни, що відбуваються та справлятися з ними, а й сприяти трансформації світу. Отже саме освіта є запорукою сталого економічного зростання та стабільності суспільства в умовах екологічних трансформацій. Екологічна освіта має вирішувати широке коло завдань на всіх освітніх рівнях:

1. Формування «нової екологічно свідомої людини», громадянина зеленого світу - формування нових традицій, правил, суспільних норм, понять прийнятого-неприйнятого. Ці завдання мають вирішуватись на рівні базової екологічної освіти та виховання, в тому числі через екологічну просвітницьку діяльність;
2. Формування нових принципів ведення бізнесу, бізнес-моделей що будуються на сприйнятті екологічних вимог як імперативу будь-якої діяльності. Для цього потрібно як формування екологічного світогляду на рівні базової екологічної освіти та виховання так і подальше набуття знань та навичок в рамках екологічної складової професійної освіти;
3. Формування нових професійних навичок відповідно до нових вимог до виробництва, перепідготовка фахівців, поява нових професій.

Підвищується значення фахової екологічної освіти, спрямованої на підготовку фахівців, які будуть покликані:

— Виконувати спеціальні екологічно спрямовані наукові дослідження;

— Здійснювати фахову екологічну діяльність, наприклад з екологічного аудиту, розробки та експертизи проектів, екологічного моніторингу тощо;

— Здійснювати екологічну освітню діяльність на всіх рівнях, в тому числі шляхом популяризації екологічних ідей (екологічна освіта);

— Впливати на екологічно зважені політичні рішення та формування законодавства.

У сфері освіти та навчання в рамках зеленого курсу ЄС впроваджується широкий спектр ініціатив [56] спрямованих на трансформацію дошкільної, шкільної, вищої та професійної освіти у напрямку відповідності вимогам стійкого розвитку. Зокрема у 2022 році

були оприлюднені рамкові рекомендації ЄС щодо формування навчальних компетенцій у сфері сталого розвитку для учнів будь-якого віку (GreenComp) [58]. Встановлено 4 групи компетенцій: 1) Втілення цінностей сталого розвитку; 2) Врахування складності сталого розвитку; 3) Прагнення до сталого розвитку та 4) Уявлення про стійке майбутнє. В 4 групи компетенцій включені, наприклад, адаптивність та пошукове мислення.

Без екологічної освіти, а ще більше, без екологічної просвіти, всі плани створення нового сталого світу ризикують залишитись лише планами, оскільки будуть зустрічати шалений спротив та звичайне непорозуміння. Зміни не будуть легкими і тому вони будуть можливі лише за підтримки більшості населення. Вдалі перетворення можливі, лише якщо трансформація не є примусом та тиском «зверху», що зазвичай не буває по-справжньому успішним, а є звичною нормою життя, стандартом, шаблоном «правильної», суспільно прийнятної поведінки. Саме це завдання – встановлення та закріплення нових шаблонів сприйняття світу, і має виконувати базова екологічна освіта та просвіта. І в цьому велику роль мають відігравати екоактивісти, екологічні громадські організації, викладачі, студенти-екологи, які мають достатній рівень професійної обізнаності та відповідальності за поширення якісної та правдивої інформації щодо екологічних проблем та їх вирішення.

Наукові дослідження. Окремо слід відзначити роль прикладних та фундаментальних наукових досліджень для реалізації Зеленого курсу. Достатньо сказати, що вихід із сучасної екологічної кризи, заради чого й здійснюються всі масштабні трансформації в межах зеленої угоди, неможливий на старому рівні знань та технологій. Необхідна розробка технологій принципово нового рівня на новому рівні наукових знань та розуміння можливості розвитку та подальшого існування людського суспільства. Тому наукові дослідження, спрямовані на пошук нових технологій вироблення та зберігання енергії, енергозбереження, екологічно безпечного транспорту, створення замкнених виробничих циклів, сталих агро та урбоєкосистем, адаптації до змін клімату та пом'якшення їх наслідків тощо є пріоритетними не лише в Європейській науці а й в усьому світі. Можна сказати, що наука покликана дати людству шанс на виживання, створивши можливості для виходу з кризи, а освіта має навчити людей як жити в світі, зміненому завдяки науковими дослідженням.

Висновки

З 2020 року майже всі аспекти життя країн Європейського Союзу знаходяться під впливом вимог Європейського Зеленого Курсу (EGD). Наука, освіта, технології – тренди їх розвитку задаються прагненням досягти амбітної мети – зробити Європу кліматично нейтральним континентом до 2050 року. Сільське та лісове господарство, транспорт, енергетика, промисловість, будівництво – все має змінитися, переходячи на нові стандарти, покликані зменшити антропогенну емісію парникових газів в атмосферу в намаганнях протидіяти змінам клімату. Трансформаційні зміни потребують величезних фінансових вкладень, що спонукає країни Євросоюзу розробляти відповідні економічні механізми для фінансування кліматично орієнтованих рішень та фінансової підтримки вразливих верст населення. Наполеглива та узгоджена діяльність країн-членів ЄС по реалізації зеленого курсу дозволила досягти помітного скорочення викидів парникових газів та знизити залежність від викопного палива завдяки енергозбереженню та розвитку альтернативної енергетики. Однак, для досягнення поставлених EGD цілей необхідні значні зусилля всіх країн ЄС та, що вкрай важливо, підтримка з боку населення. Однак, як показали наприклад масштабні протести європейських фермерів напочатку 2024 року, сприйняття Зеленої угоди в країнах ЄС є далеко не однозначно позитивним. Вимоги зеленого курсу часто сприймаються населенням та виробниками продукції як надмірне та необов'язкове навантаження, перешкода на шляху економічного зростання. Це дає привід до маніпулятивних популістських заяв опозиційних партій, що викликає побоювання щодо подальшого дотримання Зеленого курсу у випадку політичних змін в Європейських країнах та Європарламенті. Ці проблеми Зеленого курсу аналізуються, наприклад в статті видання *Politico* [58].

Однак, тенденції змін клімату, представлені в дослідженнях IPCC [4] фактично не оставляють люду вибору – невжиття термінових заходів щодо декарбонізації погрожує загостренням глобальних економічних та соціальних проблем - голоду, зuboжіння, росту захворюваності та смертності, загострення збройних конфліктів тощо. Саме тому, наприклад, США також розроб-

ляє та впроваджує подібні до Європейського зеленого курсу програми трансформації енергетики, промисловості та сільськогосподарського виробництва, що дозволило їм починаючи з 2005 року також поступово зменшувати обсяг викидів [58]. Навіть Китай, незважаючи на традиційне нехтування екологічними питаннями та катастрофічне нарощуванням обсягу викидів парникових газів [58], в останні роки став світовим лідером у розвитку сонячної енергетики [32].

Україна наразі знаходиться у вкрай складному становищі, російська агресія спричиняє масштабні руйнування населених пунктів, промислових об'єктів та інфраструктури, завдає величезну шкоду довкіллю, яка вже оцінюється в трильйони гривень. Однак водночас іде розробка планів повоєнного відновлення України, які повинні враховувати актуальні європейські вимоги щодо декарбонізації економіки.

З цього приводу перспективним напрямом, наприклад, є розвиток сонячної енергетики, яка є найдешевшим на сьогодні способом виробництва енергії, для отримання якої, до того ж, не обов'язково концентрувати виробничі потужності на великих електростанціях, а отже нарощування виробництва енергії за рахунок встановлення сонячних панелей можна вже зараз, не очікуючи закінчення війни. В той же час гідроелектростанції в умовах змін клімату та зростання посушливості не виглядають оптимальним вибором, оскільки вироблення енергії ГЕС залежить від водності річок та знижується в посушливі періоди, до того ж будівництво водосховищ спричиняє додаткові витрати води на випаровування.

Варто також звернути увагу на перспективи участі агровиробників в програмах добровільної вуглецевої сертифікації, оскільки українські ґрунти Лісостепу та Степу мають високу потенційну спроможність щодо накопичення органічного вуглецю [60]. Участь у вуглецевих програмах є найбільш привабливою для господарств із середньо та сильноеродованими ґрунтами, відновлення яких дасть змогу акумулювати значну кількість вуглецю, що конвертується в вуглецеві кредити та дозволяє отримати супутні вигоди у вигляді відтворення родючості ґрунтів та покращення їх екологічних функцій. Для чорноземів України нами розроблений спосіб оцінки просторової неоднорідності

потенціалу секвестрації вуглецю [60] з виділенням ділянок з найвищим потенціалом секвестрації, що найкраще підходять для участі у вуглецевих програмах добровільної сертифікації.

Відновлення лісів, пошкоджених, а подекуди повністю знищених війною, має першочергове значення для відтворення здорового середовища життя. Однак і

заліснення та залуження земель, що були пошкоджені бойовими діями до унеможливлення отримувати сільськогосподарську продукцію прийнятної якості, також може розглядатися не лише як фіторемедіаційний та рекультиваційний захід, а й як діяльність, що сприяє секвестрації вуглецю та збагаченню біорізноманіття, а отже відповідає вимогам Зеленої угоди.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувалися етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Communication from the commission to the European Parliament. The European Green Deal. Brussels, 11.12.2019. COM/2019/640. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52019DC0640>
2. Forster P., Storelvmo T., Armour K. et al. The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2021, pp. 923–1054, DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157896.009>
3. The 5 Principles of Green Economy. Green Economy Coalition. 2022, January 20. URL: <https://www.greeneconomycoalition.org/news-and-resources/the-5-principles-of-green-economy>
4. Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Lee, H. & J. Romero (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2023, P. 1-34, DOI: <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>
5. Banerjee C., Bevere L., Garbers H. et al. Natural catastrophes in 2023. *Sigma*, 01/2024. URL: <https://www.swissre.com/institute/research/sigma-research/sigma-2024-01.html>
6. Buchholz K. Natural Disasters on the Rise Around the Globe. *Statista*. 2020. URL: <https://www-statista.com/chart/22686/number-of-natural-disasters-globally/>
7. Magnan A.K., Pörtner H.O., Duvat V.K.E. et al. Estimating the global risk of anthropogenic climate change. *Nature Climate Change*. 2021. Vol.11. P.879–885. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01156-w>
8. Simpson, N. P., Mach, K.J., Constable, A., Hess, J., et al. A framework for complex climate change risk assessment. *One Earth*. 2021, Vol. N 4. P.489–501. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ONEEAR.2021.03.005>
9. European climate risk assessment. Executive summary. EEA Report Luxembourg: Publications Office of the European Union, European Environment Agency. 2024. 40 p. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/european-climate-risk-assessment>
10. Global and European temperatures. *European Environment Agency, the official website* 29.06.2023 URL: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/global-and-european-temperatures?activeAccordion=546a7c35-9188-4d23-94ee-005d97c26f2>
11. *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press; 2023. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
12. Cammalleri, C., Naumann, G., Mentaschi, L. Global warming and drought impacts in the EU : JRC PESETA IV project : Task 7, Publications Office. European Commission, Joint Research Centre, 2023. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/597045>
13. Blauhut V., Stoelzle M., Ahopelto L. et al. Lessons from the 2018-2019 European droughts: a collective need for unifying drought risk management. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2022. Vol. 22. P. 2201–2217. DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-22-2201-2022>
14. Erian W., Pulwarty R., Vogt J. V. et al. et al. GAR Special Report on Drought 2021, UNDRR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2021, 2.10 p. URL: <https://www.undrr.org/media/49386/download>
15. Regulation 2021/1119 - Framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law'). *Official Journal of the European Union*, L 243/1. 9.7.2021. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj>
16. LIFE ETX (2021). СТВ ЄС 101 – Посібник для початківців із системи торгівлі викидами ЄС. 2022. 35 с. URL: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/02/systema-torgivli-vykydamy-es-posibnyk.pdf>

17. Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 Establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC. Official Journal of the European Union, L 275/32. 25.10.2023. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32003L0087>
18. Greenhouse gas emissions under the EU Emissions Trading System. European Environment Agency. Published 24.10.2023. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emissions-under-the>
19. Tiseo I GHG emissions in the EU – Statistics & Facts. *Statista*. Apr 29, 2024. URL: <https://www.statista.com/topics/4958/emissions-in-the-european-union/#topicOverview>
20. Cozijnsen J. Tightening EU ETS leads to zero emissions before 2040. Published 23.02.2023. URL: <https://www.emissierechten.nl/column/tightening-eu-ets-leads-to-zero-emissions-before-2040>
21. ETS2: buildings, road transport and additional sectors. European Commission. URL: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/ets2-buildings-road-transport-and-additional-sectors_en
22. Carbon Border Adjustment Mechanism. European Commission. URL: https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en#where-to-report
23. Green Deal: Greening freight for more economic gain with less environmental impact. 11.07.2023. European Commission. URL: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/green-deal-greening-freight-more-economic-gain-less-environmental-impact-2023-07-11_en
24. EU Climate Action Progress Report 2023. Report from the Commission to the European Parliament and the Council. COM. 653. Brussels, 24.10.2023. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023DC0653>
25. RefuelEU aviation initiative: Council adopts new law to decarbonise the aviation sector. Council of the EU. Press release 9 October, 2023. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/10/09/refueleu-aviation-initiative-council-adopts-new-law-to-decarbonise-the-aviation-sector/>
26. Sustainable Aviation Fuel. Alternative Fuels Data Center U.S. Department of Energy. Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. URL: <https://afdc.energy.gov/fuels/sustainable-aviation-fuel>
27. Alexe P., Briggs P. Why REFuel EU may not work? *Bird&Bird*. 21.02.2024. URL: <https://www.twobirds.com/en/insights/2024/global/why-refuel-eu-may-not-work#:~:text=Aviation%20fuel%20suppliers%20are%20mandated,proportions%20gradually%20increasing%20until%202050>
28. Tiseo I. Share of greenhouse gas emissions in the European Union 2022, by sector. *Statista*. URL: <https://www.statista.com/statistics/1325132/ghg-emissions-shares-sector-european-union-eu/>
29. REPowerEU. European Commission URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en
30. Corbeau A-S, Losz, A. REPowerEU Tracker. *Center on Global Energy Policy at Columbia University*/ 16.11.2023. URL: <https://www.energypolicy.columbia.edu/publications/repowereu-tracker/>
31. CO2 Emissions in 2023 A new record high, but is there light at the end of the tunnel? International Energy Agency. 2024. 24 p. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/33e2badc-b839-4c18-84ce-f6387b3c008f/CO2Emissionsin2023.pdf>
32. Hemetsberger, W., Scmela, M., & Cruz-Capellan, T. SolarPower Europe. Global Market Outlook for Solar Power 2023-2027. 2023. URL: <https://www.solarpowereurope.org/insights/outlooks/global-market-outlook-for-solar-power-2023-2027/detail>
33. Rangelova K., Fulghum N., Murdoch J., Broadbent, H. EU fossil generation below 25% for the first month ever. *Ember*. 7.05.2024. URL: <https://ember-climate.org/insights/in-brief/eu-fossil-generation-below-25-for-the-first-month-ever/>
34. Greenhouse gas emission intensity of electricity generation in Europe. *European Environment Agency's Home Page*. 24.10.2023. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1?activeAccordion=546a7c35-9188-4d23-94ee-005d97c26f2b>
35. Schieldrop B. German solar power prices are collapsing as market hits solar saturation. *SEB Research*. 2024. URL: <https://research.sebgroup.com/macro-ficc/reports/49776>
36. European Union. Electricity Transition. *Ember*. URL: <https://ember-climate.org/countries-and-regions/regions/european-union/>
37. Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings. URL: [https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj#:~:text=Directive%20\(EU\)%202024/1275%20of%20the%20European%20Parliament%20and%20of%20the%20Council%20of%202024%20April%202024%20on%20the%20energy%20performance%20of%20buildings%20\(recast\)%20\(Text%20with%20EEA%20relevance\)](https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj#:~:text=Directive%20(EU)%202024/1275%20of%20the%20European%20Parliament%20and%20of%20the%20Council%20of%202024%20April%202024%20on%20the%20energy%20performance%20of%20buildings%20(recast)%20(Text%20with%20EEA%20relevance))
38. Chartier, O., Krüger, T., Folkesson Lillo, C. et al. Mapping and analysis of CAP strategic plans – Assessment of joint efforts for 2023-2027, European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development, Publications Office of the European Union, 2023. DOI: <https://data.europa.eu/doi/10.2762/71556>

39. Farm to Fork Strategy. For a fair, healthy and environmentally-friendly food system. European Commission. 2020. 23p. URL: https://food.ec.europa.eu/document/download/472acca8-7f7b-4171-98b0-ed76720d68d3_en?filename=f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf
40. Soil Strategy for 2030. Reaping the benefits of healthy soils for people, food, nature and climate. Communication From the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions EU. 2021. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0699>
41. Radley, G., Keenleyside, C., Freluh-Larsen, A. et al. Technical guidance handbook – Setting up and implementing result-based carbon farming mechanisms in the EU – Executive summary, European Commission, Directorate-General for Climate Action, Publications Office of the European Union, 2021. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2834/12087>
42. Communication from the commission to the European Parliament and the Council. Sustainable Carbon Cycles. European Commission. Brussels, 15.12.2021. URL: https://climate.ec.europa.eu/document/download/26c00a03-41b0-4d35-b670-fca56d0e5fd2_en?filename=com_2021_800_en_0.pdf
43. Ahlgren K. Carbon farming - a path to more sustainable agriculture. *Fluxes*. 2023. Vol.2. P. 45-56. ICOS. URL: <https://www.icos-cp.eu/fluxes/2/carbon-farming-path-more-sustainable-agriculture>
44. Lal R, Smith P, Jungkunst H. The carbon sequestration potential of terrestrial ecosystems. *Journal of Soil and Water Conservation*. 2018. Vol. 73. P. 145A–152A. DOI: <https://doi.org/10.2489/jswc.73.6.145>
45. Scharlemann, J. P., Tanner, E. V., Hiederer, R., & Kapos, V. Global soil carbon: understanding and managing the largest terrestrial carbon pool. *Carbon Management*. 2014. Vol. 5. N 1. P. 81–91. DOI: <https://doi.org/10.4155/cmt.13.77>
46. Achasova A., Achasov A., Titenko G., Krivtsov V. Some Approaches to Measuring Soil’s Carbon Sequestration Potential in Ukraine. In Proceedings of the 5th International Scientific Congress Society of Ambient Intelligence (ISC SAI 2022) - *Sustainable Development and Global Climate Change*. 2022. P. 40-50. DOI: <https://doi.org/10.5220/0011341000003350> ISBN: 978-989-758-600-2
47. Brümmer C., Schrader F., Kolle O. et al. The enigma of a massive carbon imbalance – Two decades of cropland eddy flux measurements at Gebesee, Thuringia, Germany. *EGU General Assembly 2023*, Vienna, Austria, 24–28 Apr 2023, EGU23-15905. DOI: <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-15905>
48. VM0042 Methodology for Improved Agricultural Land Management, v2.0 - Verra. 2024. URL: <https://verra.org/methodologies/vm0042-methodology-for-improved-agricultural-land-management-v2-0/>
49. The emergence of European nature-based carbon credit markets. *Environmental Finance*. 7.02.2024. URL: <https://www.environmental-finance.com/content/market-insight-the-emergence-of-european-nature-based-carbon-credit-markets.html>
50. Hope R. Soil carbon controversy: Unfounded concerns or healthy skepticism? *S&P Global*, 3.04.2023. URL: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/blogs/agriculture/040323-soil-carbon-controversy-unfounded-concerns-or-healthy-skepticism>
51. EU biodiversity strategy for 2030 – Bringing nature back into our lives. European Commission, Directorate-General for Environment. Publications Office of the European Union, 2021. DOI: <https://doi.org/10.2779/677548>
52. EU Biodiversity Strategy Actions Tracker. URL: <https://dopa.jrc.ec.europa.eu/kcbd/actions-tracker/#Strictly%20protect%20at%20least%20a%20third%20of%20the%20EU%E2%80%99s%20protected%20areas,%20including%20all%20remaining%20EU%20primary%20and%20old-growth%20forests.>
53. Рябчин О., Кулага Д. Зелене відновлення України: керівні принципи та інструменти для тих, хто ухвалює рішення. КСЕ. UNDP. 2023 189 с. URL: <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-04/undp-ua-green-recovery-ukr.pdf>
54. Standards on good agricultural and environmental conditions of land – Introductory handbook. FAO. 2021. 28 p. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/979b293d-264d-43c0-b2c8-3b076449814b/content>
55. Regulation (EU) 2023/955 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023 establishing a Social Climate Fund and amending Regulation (EU) 2021/1060. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/955/oj>
56. Green education initiatives. European Education Area. European Commission. URL: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/green-education/about-green-education>
57. Bianchi G., Pisiotis U., Cabrera Giraldez M. Green Comp the European sustainability competence framework, Punie, Y. and Bacigalupo, M. (Eds.), EUR 30955 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022. DOI: <https://doi.org/10.2760/13286>
58. Berthelsen R. G. Mounting discontent augurs badly for EU Green Deal. *POLITICO*. 2023. URL: <https://www.politico.eu/article/discontent-eu-green-deal-climate-change-backlash/>
59. Ritchie H., Roser M. CO₂ emissions. *Our World in Data*. 2024. URL: <https://ourworldindata.org/co2-emissions>
60. Achasov A., Achasova A., Siedov A. Estimation of carbon sequestration potential by soils of the Forest-Steppe of Ukraine based on the use of geoinformation technologies and remote sensing data. *Proceeding of XVII International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment”* 7–10 November 2023, Kyiv, Ukraine. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520004>

A. O. ACHASOVA, PhD (Biology),

Researcher of the Remote Sensing and Pedometric Laboratory

e-mail: achasova.alla@vumop.cz ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6294-2445>

Research Institute for Soil and Water Conservation

Zabovřeska str, 250, Prague, 15600, Czech Republic

A. B. ACHASOV, DSc (Agriculture), Prof.

Head of the Department of Ecology and Management of Environment

e-mail: achasov.ab@gmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5009-7184>

V. N. Karazin Kharkiv National University

Svobody Square, 4, Kharkiv, 61022, Ukraine

THE EUROPEAN GREEN DEAL AND PROSPECTS FOR UKRAINE

In January 2020, the European Union launched the European Green Deal, a comprehensive programme for the transition to new environmental standards in all sectors of the economy with the aim of making Europe the first carbon-neutral continent. Given Ukraine's European ambitions, it is important for it to understand the requirements of the Green Deal and assess the possibilities of taking these requirements into account in the post-war reconstruction of Ukraine.

Purpose. To examine the requirements and current achievements in the implementation of the European Green Deal with a view to the prospects of Ukraine's post-war recovery.

Results. Based on the EU regulations, current thematic reports, statistics and other open-source publications, the article analyses the main components of the European Green Deal in the context of plans and current achievements in their implementation in the following areas: legislative support, emissions trading system, carbon emissions regulation mechanism at the EU border, transport, energy, construction, agriculture and land use, ecosystem and biodiversity restoration, financial support of the green transition, science and education. Some promising directions of post-war recovery of Ukraine in the context of the Green Deal are considered.

Conclusions. Despite the harsh criticism of the European Green Deal, it is vital to overcome the most acute environmental crisis in history, which threatens sustainable development and possibly the very existence of humanity. During the first 3 years of the Green Deal implementation, significant progress has already been made in reducing greenhouse gas emissions, although there are still some difficulties and obstacles. Ukraine has a significant potential for post-war restoration of the energy and industry sector in line with environmental requirements, but this will require significant investments.

KEYWORDS: *European Green Deal, climate change, green growth, emissions reduction, renewable energy, environmental education, carbon farming, sustainable development*

References

1. Communication from the commission. The European Green Deal. (2019). Brussels, 11.12.2019. COM/2019/640. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52019DC0640>
2. Forster, P., Storelvmo, T., Armour, K., Collins, W.,...Shang, H. (2021). The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Masson-Delmotte, V., P. Shai, A. Pirani, S.L. Connors,... & B. Shou (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 923–1054. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.009>
3. The 5 Principles of Green Economy. (2022, January 20). Green Economy Coalition. Retrieved from <https://www.greeneconomycoalition.org/news-and-resources/the-5-principles-of-green-economy>
4. Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. (2023). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>
5. Banerjee, C., Bevere, L., Garbers, H., Grollmund, B., Lechner, R., & Weigel, F. (2024). Sigma, 01/2024: Natural catastrophes in 2023. Retrieved from <https://www.swissre.com/institute/research/sigma-research/sigma-2024-01.html>
6. Buchholz, K. (2020). Natural Disasters on the Rise Around the Globe. *Statista*. Retrieved from <https://www.statista.com/chart/22686/number-of-natural-disasters-globally/>

7. Magnan, A.K., Pörtner, H.O., Duvat, V.K.E. Garschagen, M., Guinder, V.A., Zommers, Z., Hoegh-Guldberg, O. & Gattuso, J.-P. (2021). Estimating the global risk of anthropogenic climate change. *Nature Climate Change*, 11, 879–885. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01156-w>
8. Simpson, N. P., Mach, K.J., Constable, A., Hess, J., ... & Trisos, C. H. (2021). A framework for complex climate change risk assessment. *One Earth*, 4(4), 489–501. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.03.005>
9. European climate risk assessment. Executive summary. (2024). EEA Report Luxembourg: Publications Office of the European Union, European Environment Agency. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/european-climate-risk-assessment>
10. Global and European temperatures. (2023, June 29). *European Environment Agency, the official website*. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/global-and-european-temperatures?activeAccordion=546a7c35-9188-4d23-94ee-005d97c26f2>
11. Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
12. Cammalleri, C., Naumann, G., Mentaschi, L., Formetta, G., Forzieri, G., Gosling, S., Basselink, B., De Roo, A., & Feyrer, L. (2020). Global warming and drought impacts in the EU: JRC PESETA IV project : Task 7. Publications Office European Union. Luxembourg, ISBN 978-92-76-12947-9 <https://data.europa.eu/doi/10.2760/597045>
13. Blauhut, V., Stoelzle, M., Ahopelto, L., Brunner, M. I., ... & Živković, N. (2022). Lessons from the 2018-2019 European droughts: a collective need for unifying drought risk management. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 22, 2201–2217. <https://doi.org/10.5194/nhess-22-2201-2022>
14. Erian, W., Pulwarty, R., Vogt, J. V. et al. et al. (2021). GAR Special Report on Drought 2021, UNDRR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2021, 210 p. Retrieved from <https://www.undrr.org/media/49386/download>
15. Regulation 2021/1119 - Framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law'). (2021, Jul 9). *Official Journal of the European Union*, L 243/1. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj>
16. LIFE ETX (2021). EU ETS 101 - A Beginner's Guide to the EU Emissions Trading System. (2022). Retrieved from <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/02/systema-torgivli-vykydamy-es-posibnyk.pdf> (In Ukrainian)
17. Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 Establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC. (2023). *Official Journal of the European Union*, L 275/32. 25.10.2023. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32003L0087>
18. Greenhouse gas emissions under the EU Emissions Trading System. (2023, Oct 24). European Environment Agency. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emissions-under-the>
19. Tiseo, I. (2024, Apr 29). GHG emissions in the EU – Statistics & Facts. *Statista*. Retrieved from <https://www.statista.com/topics/4958/emissions-in-the-european-union/#topicOverview>
20. Cozijnsen, J. (2023, Feb 02). Tightening EU ETS leads to zero emissions before 2040. Retrieved from <https://www.emissierechten.nl/column/tightening-eu-ets-leads-to-zero-emissions-before-2040>
21. ETS2: buildings, road transport and additional sectors. (2023). European Commission. Retrieved from https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/ets2-buildings-road-transport-and-additional-sectors_en
22. Carbon Border Adjustment Mechanism. European Commission. (2023). Retrieved from https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en#where-to-report
23. Green Deal: Greening freight for more economic gain with less environmental impact. (2023, July 11). European Commission. Retrieved from https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/green-deal-greening-freight-more-economic-gain-less-environmental-impact-2023-07-11_en
24. EU Climate Action Progress. (2023, Oct 24). Report from the Commission to the European Parliament and the Council. Brussels. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023DC0653>
25. RefuelEU aviation initiative: Council adopts new law to decarbonise the aviation sector. (2023, Oct 9). Council of the EU. Retrieved from <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/10/09/refueu-aviation-initiative-council-adopts-new-law-to-decarbonise-the-aviation-sector/>
26. Sustainable Aviation Fuel. *Alternative Fuels Data Center. U.S. Department of Energy. Office of Energy Efficiency and Renewable Energy*. Retrieved from <https://afdc.energy.gov/fuels/sustainable-aviation-fuel>
27. Alexe P., Briggs P. (2024, Feb 21). Why REFuel EU may not work? *Bird&Bird*. Retrieved from <https://www.twobirds.com/en/insights/2024/global/why-refuel-eu-may-not-work#:~:text=Aviation%20fuel%20suppliers%20are%20mandated,proportions%20gradually%20increasing%20until%202050>
28. Tiseo, I. (2024, May 22). Share of greenhouse gas emissions in the European Union 2022, by sector. *Statista*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/1325132/ghg-emissions-shares-sector-european-union-eu/>

29. REPowerEU. (2022, Oct 3). European Commission Retrieved from https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en
30. Corbeau, A.-S., & Losz, A. (2024, Nov 16). REPowerEU Tracker. *Center on Global Energy Policy at Columbia University* Retrieved from <https://www.energypolicy.columbia.edu/publications/repowereu-tracker/>
31. CO2 Emissions in 2023. A new record high, but is there light at the end of the tunnel? (2024). International Energy Agency. Retrieved from <https://iea.blob.core.windows.net/assets/33e2badc-b839-4c18-84ce-f6387b3c008f/CO2Emissionsin2023.pdf>
32. Hemetsberger, W., Scmela, M., & Cruz-Capellan, T. (2023). Global Market Outlook for Solar Power 2023-2027. Retrieved from <https://www.solarpowereurope.org/insights/outlooks/global-market-outlook-for-solar-power-2023-2027/detail>
33. Rangelova K., Fulghum N., Murdoch J., & Broadbent, H. (2024, May 7). EU fossil generation below 25% for the first month ever. *Ember*. Retrieved from <https://ember-climate.org/insights/in-brief/eu-fossil-generation-below-25-for-the-first-month-ever/>
34. Greenhouse gas emission intensity of electricity generation in Europe. (2023, Oct 24). *European Environment Agency's Home Page*. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1?activeAccordion=546a7c35-9188-4d23-94ee-005d97c26f2b>
35. Schieldrop, B. (2024, May 21). German solar power prices are collapsing as market hits solar saturation. *SEB Research*. Retrieved from <https://research.sebgroup.com/macro-ficc/reports/49776>
36. European Union. The EU accelerates its electricity transition in the wake of the energy crisis. (2024, May) *Ember*. Retrieved from <https://ember-climate.org/countries-and-regions/regions/european-union/>
37. Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings. (2024, May 8). *Official Journal of the European Union. L series*. Retrieved from [https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj#:~:text=Directive%20\(EU\)%202024/1275%20of%20the%20European%20Parliament%20and%20of%20the%20Council%20of%202024%20April%202024%20on%20the%20energy%20performance%20of%20buildings%20\(recast\)%20\(Text%20with%20EEA%20relevance\)](https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj#:~:text=Directive%20(EU)%202024/1275%20of%20the%20European%20Parliament%20and%20of%20the%20Council%20of%202024%20April%202024%20on%20the%20energy%20performance%20of%20buildings%20(recast)%20(Text%20with%20EEA%20relevance))
38. Chartier, O., Krüger, T., Folkesson Lillo, C. et al. (2023). Mapping and analysis of CAP strategic plans – Assessment of joint efforts for 2023-2027. European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2762/71556>
39. Farm to Fork Strategy. For a fair, healthy and environmentally-friendly food system. (2020). European Commission. Retrieved from https://food.ec.europa.eu/document/download/472acca8-7f7b-4171-98b0-ed76720d68d3_en?filename=f2f_action_plan_2020_strategy-info_en.pdf
40. Soil Strategy for 2030 Reaping the benefits of healthy soils for people, food, nature and climate. (2021). Communication From the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions EU. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0699>
41. Radley, G., Keenleyside, C., Freligh-Larsen, A. et al. (2021). Technical guidance handbook – Setting up and implementing result-based carbon farming mechanisms in the EU. Executive summary. European Commission, Directorate-General for Climate Action. Publications Office of the European Union, <https://data.europa.eu/doi/10.2834/12087>
42. Communication from the commission to the European Parliament and the Council. Sustainable Carbon Cycles. (2021, Dec 15). European Commission. Retrieved from https://climate.ec.europa.eu/document/download/26c00a03-41b0-4d35-b670-fca56d0e5fd2_en?filename=com_2021_800_en_0.pdf
43. Ahlgren, K. (2023). Carbon farming - a path to more sustainable agriculture. *Fluxes*, 2, 45-56. ICOS. Retrieved from <https://www.icos-cp.eu/fluxes/2/carbon-farming-path-more-sustainable-agriculture>
44. Lal, R, Smith, P, Jungkunst, H. (2018). The carbon sequestration potential of terrestrial ecosystems. *Journal of Soil and Water Conservation*, 73, 145A–152A. <https://doi.org/10.2489/jswc.73.6.145>
45. Scharlemann, J. P., Tanner, E. V., Hiederer, R., & Kapos, V. (2014). Global soil carbon: understanding and managing the largest terrestrial carbon pool. *Carbon Management*, 5(1), 81–91. <https://doi.org/10.4155/cmt.13.77>
46. Achasova, A., Achasov, A., Titenko, G., & Krivtsov, V. (2022). Some Approaches to Measuring Soil's Carbon Sequestration Potential in Ukraine. Proceedings of the 5th International Scientific Congress Society of Ambient Intelligence (ISC SAI 2022) - *Sustainable Development and Global Climate Change*, 40-50. ISBN: 978-989-758-600-2 <https://doi.org/10.5220/0011341000003350>
47. Brümmer, C., Schrader, F., Kolle, O. et al. (2023). The enigma of a massive carbon imbalance – Two decades of cropland eddy flux measurements at Gebesee, Thuringia, Germany. *EGU General Assembly 2023*, Vienna, Austria, 24–28 Apr 2023, EGU23-15905, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-15905>
48. VM0042 Methodology for Improved Agricultural Land Management, v2.0 - Verra. (2024, May 30). Retrieved from <https://verra.org/methodologies/vm0042-methodology-for-improved-agricultural-land-management-v2-0/>

49. The emergence of European nature-based carbon credit markets. (2024, Feb 7). *Environmental Finance*. Retrieved from <https://www.environmental-finance.com/content/market-insight/the-emergence-of-european-nature-based-carbon-credit-markets.html>
50. Hope, R. (2023, Apr 3). Soil carbon controversy: Unfounded concerns or healthy skepticism? *S&P Global*. Retrieved from <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/blogs/agriculture/040323-soil-carbon-controversy-unfounded-concerns-or-healthy-skepticism>
51. EU biodiversity strategy for 2030 – Bringing nature back into our lives. (2021). European Commission, Directorate-General for Environment. Publications Office of the European Union. Retrieved from <https://data.europa.eu/doi/10.2779/677548>
52. EU Biodiversity Strategy Actions Tracker. (2023). Retrieved from <https://dopa.jrc.ec.europa.eu/kcbd/actions-tracker/#Strictly%20protect%20at%20least%20a%20third%20of%20the%20EU%E2%80%99s%20protected%20areas,%20including%20all%20remaining%20EU%20primary%20and%20old-growth%20forests>
53. Ryabchyn, O., Kulaga, D. (2023). Green recovery of Ukraine: guidelines and tools for decision makers. KSE. UNDP. Retrieved from <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-04/undp-ua-green-recovery-ukr.pdf> (In Ukrainian)
54. Standards on good agricultural and environmental conditions of land – Introductory handbook. (2021). FAO. Retrieved from <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/979b293d-264d-43c0-b2c8-3b076449814b/content>
55. Regulation (EU) 2023/955 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023 establishing a Social Climate Fund and amending Regulation (EU) 2021/1060. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/955/oj>
56. Green education initiatives. (2021). European Education Area. European Commission. Retrieved from <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/green-education/about-green-education>
57. Bianchi, G., Pisiotis, U. & Cabrera Giraldez, M. (2022). GreenComp the European sustainability competence framework, [Punie, Y. & Bacigalupo, M. (Eds.)]. EUR 30955 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://doi.org/10.2760/13286>
58. Berthelsen, R. G. (2023, Sep 26). Mounting discontent augurs badly for EU Green Deal. POLITICO. Retrieved from <https://www.politico.eu/article/discontent-eu-green-deal-climate-change-backlash/>
59. Ritchie, H., & Roser, M. (2020). CO₂ emissions. Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from <https://ourworldindata.org/co2-emissions> [Online Resource]
60. Achasov, A., Achasova, A., & Siedov, A. (2023). Estimation of carbon sequestration potential by soils of the Forest-Steppe of Ukraine based on the use of geoinformation technologies and remote sensing data. *Proceeding of XVII International Scientific Conference: Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. 7–10 November 2023, Kyiv, Ukraine. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520004>

The article was received by the editors 19.04.2024

The article is recommended for printing 21.05.2024