

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра прикладної екології та природокористування

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему: «**Визначення перспективних напрямів боротьби з
парниковими газами в Україні**»

Виконав студент групи 401-СЕ
спеціальності 101 Екологія

В.А. Гавенко

Керівник:

к.т.н.

В.І. Бредун

Рецензент:

начальник відділу охорони
атмосферного повітря,
оцінки впливу на довкілля
та стратегічної екологічної оцінки
управління природокористування
та моніторингу довкілля
Департаменту екології та
природних ресурсів Полтавської ОВА

О.В. Петренко

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра прикладної екології та природокористування
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ (_____)
(підпис) (ПІБ)
_____ 20__ року
(дата)

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

ГАВЕНКУ ВЛАДИСЛАВУ АНДРІЙОВИЧУ

1. Тема роботи **Визначення перспективних напрямів боротьби з парниковими газами в Україні**

Керівник роботи **Бредун Віктор Іванович, к.т.н.**

затверджені наказом Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка від “__” _____ 20__ року № _____.

2. Строк подання студентом роботи _____
(дата)

3. Вихідні дані до роботи

Огляд джерел інформації щодо принципів медичних відходів та їх класифікації; аналіз методів поводження з медичними відходами; нормативна документація; інформація щодо стану поводження з медичними відходами у Полтавській області

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

(перелік питань, які потрібно розробити):

Розділ 1. Парникові гази в контексті змін клімату.

Розділ 2. Аналіз європейської стратегії та заходів зі зменшення утворення та виділення парникових газів.

Розділ 3. Аналіз європейської стратегії та заходів зі зменшення утворення та виділення парникових газів.

Розділ 4. Упровадження заходів боротьби з викидами парникових газів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

7 аркушів формату А3 + титульний та заключний аркуші

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Перші 2 аркуші плакатів, літературний огляд.		
2	4 аркуш плакатів, глобальні зміни клімату		
3	5 аркуш плакатів, європейська стратегія зменшення ПГ		
4	6 аркуш плакатів, джерела викидів ПГ		
5	7 аркуш плакатів, заходи боротьби з викидами ПГ		

Студент _____

В.А. Гавенко
(підпис)

Керівник роботи _____

В.І. Бредун
(підпис)

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ	2
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ I	6
ПАРНИКОВІ ГАЗИ В КОНТЕКСТІ ЗМІН КЛІМАТУ	6
1.1. Глобальні зміни клімату	6
1.2. Наслідки зміни клімату	8
1.3. Прогнозовані сценарії змін клімату	11
РОЗДІЛ 2	19
АНАЛІЗ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ СТРАТЕГІЇ ТА ЗАХОДІВ ЗІ ЗМЕНШЕННЯ УТВОРЕННЯ ТА ВИДІЛЕННЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ	19
2.1. Європейська стратегія зі скорочення викидів парникових газів	19
2.2. Заходи зі скорочення викидів метану за галузями	24
2.3. Технологічні напрями щодо обмеження викидів парникових газів	27
РОЗДІЛ 3	33
ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В УКРАЇНІ	33
3.1. Огляд джерел викидів окремих парникових газів	33
3.2. Аналіз викидів парникових газів за секторами економіки	41
3.2.1. Енергетичний комплекс	41
3.2.2. Промислові процеси та використання продукції (ППВП)	43
3.2.3. Сільське господарство	45
3.2.4. Землекористування, зміни у землекористуванні та лісове господарство (ЗЗЗЛГ)	48
3.2.5. Відходи	53
РОЗДІЛ 4	57
УПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ЗІ СКОРОЧЕННЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ	57
4.1. Європейські підходи щодо запобігання утворення парникових газів... ..	57
4.3. Стратегія обліку парникових газів	63
ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70

ВСТУП

Актуальність роботи. Масштаби зміни клімату однозначно залежать в першу чергу від кількості парникових газів, що викидаються і від невизначеності, що зберігається щодо чутливості клімату Землі. Тенденції зміни глобальної середньої температури, підвищення рівня моря, вмісту тепла у верхніх шарах океану, танення льодовиків та інші кліматичні змінні постійно свідчать про потепління планети. Ці тенденції стійкі і підтверджені численними незалежними дослідницькими групами по всьому світу. Щоб повністю зупинити глобальне потепління, викиди CO₂ у всьому світі мають досягти нуля. Крім того, скорочення викидів інших парникових газів, таких як метан, також може вплинути на уповільнення глобального потепління. Тому потрібні заходи щодо боротьби зі зміною клімату зараз, інакше ці наслідки лише будуть посилюватися.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз способів зі зменшення утворення та виділення парникових газів і визначення перспективних напрямів поводження з ними в Україні.

Для досягнення цієї мети було поставлено і вирішено такі завдання:

1. Проаналізувати наслідки та прогнозовані сценарії змін клімату.
2. Визначення основних заходів зі скорочення викидів парникових газів.
3. Проаналізувати джерела викидів парникових газів в Україні.
4. Визначити перспективні напрями боротьби з викидами парникових газів в Україні.

Об'єкт дослідження – зменшення викидів парникових газів в контексті глобальних змін клімату.

Предмет дослідження – аналіз та визначення перспективних напрямів боротьби з викидами парникових газів в Україні.

Методи дослідження. Прямий та порівняльний аналіз; формування узагальнень і висновків.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи упроваджено в освітній процес підготовки бакалаврів за спеціальностями 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища».

РОЗДІЛ І

ПАРНИКОВІ ГАЗИ В КОНТЕКСТІ ЗМІН КЛІМАТУ

1.1. Глобальні зміни клімату

Клімат Землі змінюється і, за прогнозами, глобальний клімат продовжуватиме змінюватись у цьому столітті та в наступні роки. Масштаби зміни клімату в найближчі кілька десятиліть залежатимуть в першу чергу від кількості парникових газів, що викидаються і від невизначеності, що зберігається щодо чутливості клімату Землі до цих викидів. При значному скороченні викидів парникових газів середньорічне підвищення температури може бути обмежене 2°C або менше. Однак, без значного скорочення цих викидів, підвищення середньорічних температур порівняно з доіндустріальним періодом може досягти 5°C або більше до кінця цього століття.

Глобальний клімат продовжує швидко змінюватись у порівнянні з темпами природних коливань, які відбувалися протягом усієї історії Землі. Тенденції зміни глобальної середньої температури, підвищення рівня моря, вміст тепла у верхніх шарах океану, танення льоду на суші, арктична морська крига, глибина сезонного танення вічної мерзлоти та інші кліматичні змінні постійно свідчать про потепління планети. Ці тенденції стійкі і підтверджені численними незалежними дослідницькими групами по всьому світу. На рис. 1 показані аномалії глобальної середньої температури; з 1880-х років середня глобальна температура підвищилася приблизно на 1°C.

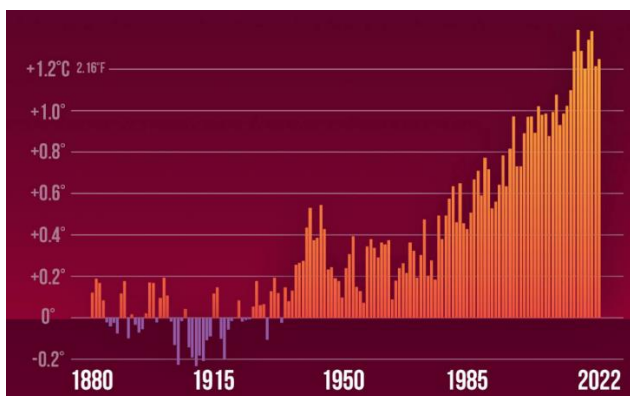


Рис. 1. Аномалії глобальної середньої температури, відхилення від 1881-1910 років
Цей графік показує, наскільки глобальні середньорічні температури за 1880–2022 роки були вищими або нижчими за середній показник 1881–1910

років. Червоним кольором показані температури для років, які були вищими, ніж на початку промислового базового рівня; температури в роки нижче за базовий рівень показані фіолетовим кольором. Дані: NASA GISS та NOAA NCEI. Світові температурні аномалії усереднені і скориговані з урахуванням початкового рівня ранньої промисловості (1881-1910 рр.). Дані на 12.01.2023

Спостереження за кліматичною системою засновані на прямих фізичних та біогеохімічних вимірах, дистанційному зондуванні з наземних станцій та супутників. Інформація, одержана з палеокліматичних архівів, забезпечує довгостроковий контекст минулого клімату. Різні типи екологічних свідчень використовуються, щоб зрозуміти, яким був клімат Землі в минулому і чому. Записи про історичні кліматичні умови зберігаються в річних кільцях дерев, замкнені в скелетах тропічних коралових рифів, запечатані в льодовиках і крижаних шапках і поховані в шаруватих відкладах озер та океану. Вчені можуть використовувати ці реєстратори довкілля для оцінки минулих умов, розширюючи наше розуміння клімату на сотні та мільйони років тому. Спостереження глобального масштабу інструментальної епохи почалися середині 19 століття, а реконструкції палеоклімату продовжують запис деяких величин на сотні та мільйони років тому. У сукупності це забезпечує всебічне уявлення про мінливість та довгострокові зміни в атмосфері, океані, кріосфері та на поверхні землі.

Реконструкції на основі палеокліматичних архівів дозволяють розглядати поточні зміни складу атмосфери, рівня моря та кліматичних систем (включаючи екстремальні явища, такі як посухи та повені), а також прогнози майбутнього клімату у ширшій перспективі мінливості клімату в минулому. Кліматичні дані за минулі століття та тисячоліття показують, що середні температури в останні десятиліття на більшій частині світу були набагато вищими і зростали швидше в цей період [1].

Прогнози моделі (рис. 2) показують, що середнє глобальне потепління у XX столітті значно перевищить період останнього льодовикового максимуму.

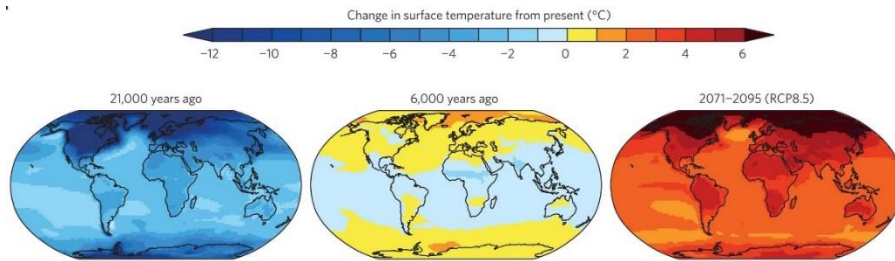


Рис. 2. Прогнози моделі

Клімат Землі зараз змінюється швидше, ніж у відомій історії клімату, насамперед у результаті діяльності. Існує науковий консенсус щодо того, що непомірні викиди вуглецю призведуть до глобального потепління як мінімум на кілька градусів за Цельсієм до 2100 року, що призведе до сильного впливу місцевих, регіональних та глобальних ризиків на людське суспільство та природні екосистеми. Глобальна зміна клімату вже призвела до широкого спектру наслідків у всіх регіонах Землі, а також у багатьох секторах економіки.

1.2. Наслідки зміни клімату

Зміни, що спостерігаються в 20-му столітті, включають підвищення глобальної температури повітря і океану, рівня моря, довгострокове стійке скорочення снігового та крижаного покриву, а також зміни в атмосфері та океані, а також регіональні погодні умови, що впливають на сезонні опади. Ці зміни викликані додатковим нагріванням кліматичної системи через додавання парникових газів до атмосфери. Ці додаткові парникові гази в основному пов'язані з діяльністю людини, такою як спалювання викопного палива (вугілля, нафту та природний газ), обезліснення, сільське господарство та зміни в землекористуванні. Ці дії збільшують кількість парникових газів, що утримують тепло в атмосфері. Характер змін, що спостерігаються в кліматичній системі відповідає посиленню парникового ефекту.

Клімат відноситься до довгострокових регіональних або глобальних середніх значень температури, вологості та кількості опадів протягом сезонів, років чи десятиліть.

У той час, як погода може змінитися всього за кілька годин, клімат змінюється протягом тривалого часу. Зміна клімату — це значна зміна середніх погодних умов, які стають, наприклад, теплішими, вологішими або

сухішими — протягом кількох десятиліть або довше. Саме довгострокова тенденція відрізняє зміну клімату від природної мінливості погоди.

Діяльність людини призводить до зміни складу атмосфери або безпосередньо (через викиди газів чи частинок), або опосередковано (через хімічний склад атмосфери). Антропогенні викиди спричинили зміну концентрації WMGHG в індустріальну епоху. Радіаційний вплив (РВ) є мірою чистої зміни енергетичного балансу системи Землі у відповідь на зовнішній вплив; позитивний РВ призводить до потепління, а негативний РВ до охолодження. Концепція РВ корисна порівнянням впливу глобальної середньої температури поверхні більшості окремих агентів, які впливають радіаційний баланс Землі. На рис. 3 показано радіаційний вплив та ефективний радіаційний вплив (ЕРВ) щодо зміни концентрації в період з 1750 по 2011 рік з відповідним діапазоном невизначеності.

Global net anthropogenic emissions have continued to rise across all major groups of greenhouse gases.

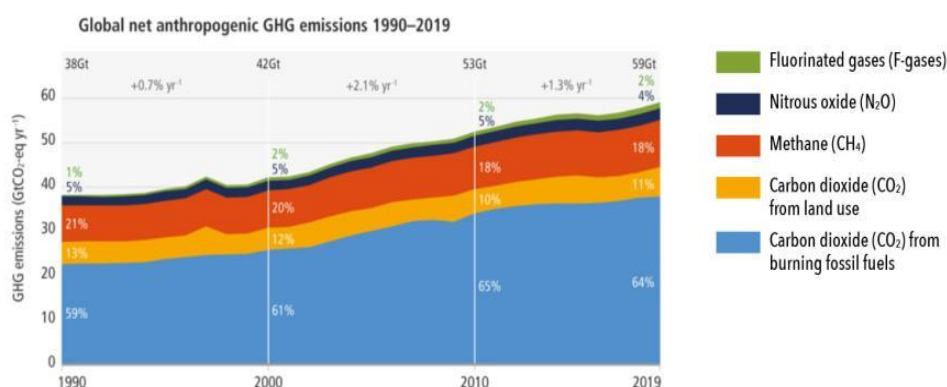


Рис. 3. На графіку показано антропогенні викиди окремих парникових газів у часі.

Вуглекислий газ (CO₂) від використання викопного палива та промисловості є найбільшим джерелом загальних викидів (64 %), тоді як CO₂ від змін у землекористуванні та лісовому господарстві становить 11 %, а метан (CH₄) - 18 % [2].

Проекти взаємного порівняння пов'язаних моделей (ВППМ)

Розуміння нашого нинішнього та майбутнього клімату — це питання, які надто великі та складні, щоб їх могла вирішити одна країна, агенція чи наукова дисципліна. Завдяки міжнародному науковому співробітництву та партнерствам Всесвітня програма досліджень клімату (WCRP) підтримує координацію партнерів та груп з моделювання, що беруть участь у проектах

взаємного порівняння суміщених моделей або ВППМ. Згодом, у міру розширення участі у ВППМ та розширення числа і складності кліматичних моделей, потреба у більш докладних та організованих експериментах призвела до того, що ВППМ став інтегрованою структурою, в рамках якої організовано низку окремих проєктів із взаємного порівняння моделей (ВПМ). Кожен окремий ВПМ представляє собою експериментальний план, спрямований на покращення розуміння: важливі фізичні процеси у кліматичній системі; або реакція кліматичної системи на зовнішні чинники (такі як збільшення викидів парникових газів).

Спільнота кліматологів покладається на моделі для розуміння зворотних зв'язків вуглецевого циклу Землі у відповідь на антропогенні викиди, які призводять до змін в атмосферних концентраціях парникових газів та аерозолів і, таким чином, зрештою призводять до радіаційних впливів, що спричиняють зміни кліматичної системи. ВППМ забезпечують основу для координації цих досліджень, визначаючи набір модельних експериментів для спільних моделей загальної циркуляції атмосфери, океану та систем Землі. Поряд з дослідженнями, переважно орієнтованими на процес, один набір експериментів у рамках ВППМ завжди фокусується на реакції клімату на різні ймовірні майбутні сюжетні лінії суспільного розвитку та пов'язані з ними протилежні шляхи викидів (сценарії). Ціль цих «сценаріїв» полягає в тому, щоб спрогнозувати, як майбутні зміни у викидах можуть позначитися на кліматичній системі.

Такий підхід використовується для характеристики можливих варіантів кліматичного майбутнього та для ілюстрації наслідків різних шляхів (вибір політики, технологічні зміни тощо). За останні три десятиліття підхід до формулювання різних «сценаріїв» еволюціонував від концепції, орієнтованої на клімат, до концепції, дедалі більше орієнтованої на суспільний розвиток, хоча й з тією самою основною метою — дати уявлення про можливі кліматичні зміни. У ВППМ5 використовувалися репрезентативні шляхи концентрації (РШК), а в ВППМ6 вводяться загальні соціально-економічні шляхи (СЕСШ) (SSP).

1.3. Прогнозовані сценарії змін клімату

Для ВППМ6 кожна держав визначає відповідний майбутній прогноз викидів парникових газів та змін у землекористуванні в рамках базової сюжетної лінії. СЕШ (SSP) (загальні соціально-економічні шляхи) були розроблені для роботи в поєднанні з новою і покращеною версією РШК (репрезентативних шляхів концентрації). Таким чином, різні варіанти майбутньої кліматичної політики можуть бути накладені на СЕШ (SSP), щоб відобразити вплив різних варіантів кліматичної політики (тобто перехід на відновлювані джерела енергії з викопного палива) і легкість чи складність досягнення мети з радіаційного впливу наприкінці століття, встановленої РШК. Різні сценарії політики призводять до різних рівнів радіаційного впливу, причому більш високі значення становлять сильніші ефекти потепління клімату. Конкретні значення впливу були вибрані, щоб можна було легко порівняти нові сценарії з РШК, що використовуються в ВППМ5. Не всі можливі комбінації СЕШ (SSP) та сценаріїв форсування є життєздатними, і тому деякі з них не мають моделювання. Наприклад, SSP5, який віддає пріоритет розвитку викопного палива, тим самим створюючи світ з високими викидами, несумісний зі сценарієм низького впливу (тобто 1,9 Вт/м), пом'якшення наслідків і, отже, низьких викидів парникових газів.

Результати моделі ВППМ, засновані на сценаріях, стали стандартними вихідними даними для роботи щодо науки про зміну клімату, впливів, уразливості, адаптації та пом'якшення наслідків. Сценарії слід використовувати як інструменти, які допомагають зрозуміти характеристики і масштаби кліматичних сигналів, що виникають, для прийняття обґрунтованих рішень.

ВППМ

СЕШ (SSP) являють собою можливий суспільний розвиток та шляхи політики для подолання встановленого радіаційного впливу до кінця століття. CMIP6 включає сценарії з високими та дуже високими викидами ПГ (SSP3-7.0 та SSP5-8.5) та викидами CO₂, які приблизно подвоїться порівняно з поточними рівнями до 2100 та 2050 рр., відповідно, сценарії з проміжними

викидами ПГ (SSP2-4) і викидами CO₂ залишатися на нинішньому рівні до середини століття, а також сценарії з дуже низькими викидами ПГ і викидами CO₂, що знижуються до чистого нуля приблизно в 2050 р., за якими слідує різні рівні чистих негативних викидів CO₂, викиди (SSP 1-1.9 та SSP 1-2.6). Кількість викидів різняться між сценаріями залежно від соціально-економічних припущень, рівнів пом'якшення наслідків зміни клімату та контролю забруднення повітря.

На рисунку 4 представлені прогнозовані викиди та додаткові причини потепління для кожного СЕШ (SSP).

На рисунку 5 показано підвищення глобальної середньої температури для основних сценаріїв, представлених у ДОБ МГЕЗК.

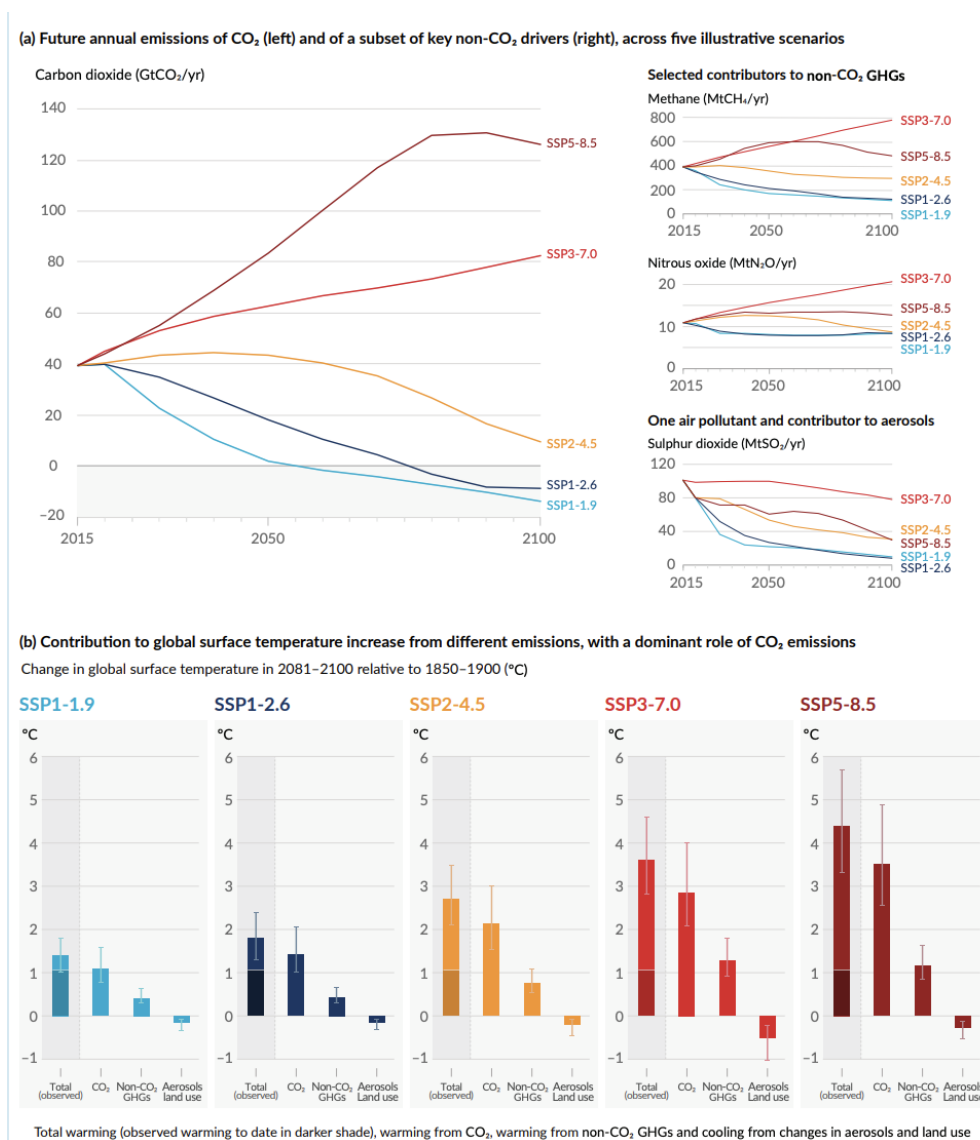


Рис. 4. а) представлені річні антропогенні (техногенні) викиди за період 2015–2100 років. Показано траєкторії викидів двоокису вуглецю (CO₂) з усіх секторів (Гт CO₂/рік) (лівий графік) і для підмножини трьох ключових факторів, не пов'язаних з CO₂, що

розглядаються у сценаріях: метан (CH_4 , Мт CH_4 /рік) ; закис азоту (N_2O , Мт N_2O /рік); і діоксид сірки (SO_2 , Мт SO_2 /рік), які роблять внесок в антропогенні аерозолі на панелі (b). б) демонструє зміну глобальної приземної температури ($^\circ\text{C}$) у 2081–2100 роках, порівняно з 1850–1900 рр. з урахуванням вкладу в потепління за групами антропогенних факторів та за сценаріями із зазначенням потепління, що спостерігається на сьогоднішній день. Смуги та вуса представляють середні значення та найбільш ймовірний діапазон відповідно. На гістограмі кожного сценарію стовпці репрезентують: загальне глобальне потепління ($^\circ\text{C}$); внесок у потепління від змін CO_2 ; парникових газів, відмінних від CO_2 , та чистого охолодження від інших антропогенних факторів (стовпець «аерозолі та землекористування»).

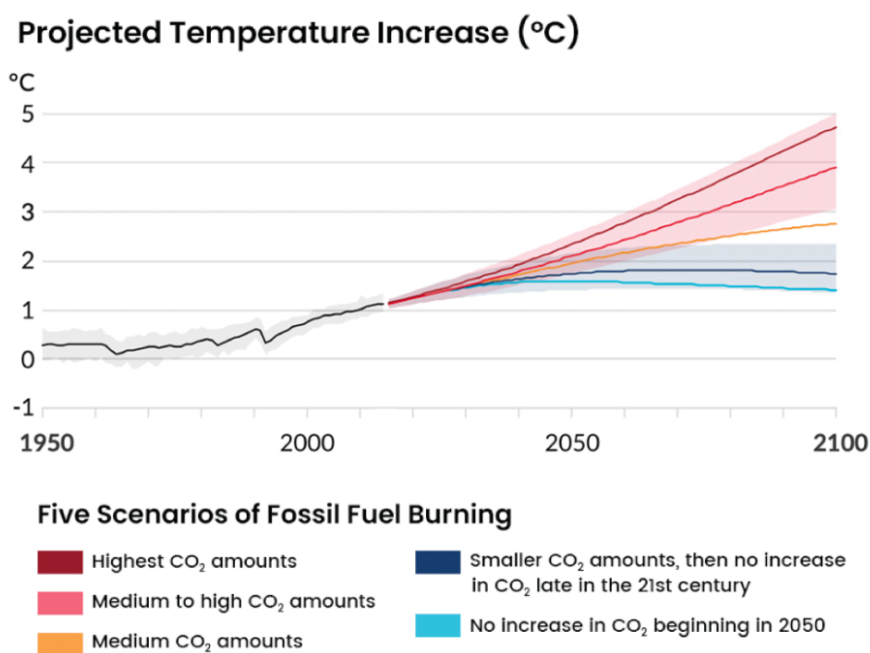


Рис. 5. підвищення глобальної середньої температури для основних сценаріїв, представлених у ДОБ МГЕЗК

На рисунку 5 показано ступінь зміни клімату на кінець століття залежить від рішень, які ми приймаємо сьогодні. Якщо ми зменшимо кількість CO_2 до припинення його зростання після 2050 року, глобальна середня температура збільшиться на 1-1,5 $^\circ\text{C}$, і це вважається найкращим сценарієм (синя лінія на графіку). Якщо ми не зменшимо викиди CO_2 , а їх кількість продовжуватиме зростати, то в гіршому випадку потепління становитиме 4,5-5 $^\circ\text{C}$ (червона лінія на графіку) [3].

Опис загальних соціально-економічних шляхів (СЕС (SSP)):

СЕС1 (SSP1) «Стійкість» (низькі проблеми пом'якшення наслідків та адаптації)

Світ поступово, але повсюдно рухається до стійкішого шляху, покращується управління глобальним надбанням, інвестиції в освіту та охорону здоров'я прискорюють демографічний перехід, а акцент на економічному зростанні зміщується у бік ширшого акценту на добробут людини. Споживання орієнтоване на низьке матеріальне зростання та меншу ресурсомісткість та енергоємність. Поєднання розвитку екологічно чистих технологій, сприятливих перспектив для відновлюваних джерел енергії, інститутів, які можуть сприяти міжнародному співробітництву, та відносно низький попит на енергію призводить до пом'якшення наслідків. Водночас поліпшення добробуту людей, поряд із сильними та гнучкими глобальними, регіональними та національними інститутами, мають низькі проблеми адаптації.

СЕС2 (SSP2) «Середина дороги» (середні проблеми пом'якшення наслідків та адаптації)

За таким сценарієм соціальні, економічні та технологічні тенденції не відхиляються помітно від історичних моделей. Розвиток та зростання доходів відбуваються нерівномірно: деякі країни досягають успіхів, а інші не виправдовують очікувань. Глобальні та національні інститути працюють над досягненням цілей сталого розвитку, але просуваються повільно. Екологічні системи зазнають деградації, хоча є деякі покращення, і в цілому знижується інтенсивність використання ресурсів та енергії. Глобальне зростання населення є помірним та стабілізується у другій половині століття. Нерівність у доходах зберігається або покращується дуже повільно, і проблеми зі зменшенням уразливості перед соціальними та екологічними змінами залишаються.

СЕС3 (SSP3) «Регіональне суперництво» (складні завдання щодо пом'якшення наслідків та адаптації)

Побоювання з приводу конкурентоспроможності та безпеки, а також регіональні конфлікти змушують країни все більше зосереджуватися на внутрішніх або, найбільше, регіональних проблемах. Політика з часом змінюється, дедалі більше орієнтуючись на питання національної та

регіональної безпеки. Країни зосереджуються на досягненні цілей енергетичної та продовольчої безпеки у своїх регіонах за рахунок ширшого розвитку. Інвестиції в освіту та технологічний розвиток скорочуються. Економічний розвиток йде повільно, споживання є матеріаломістким, а нерівність зберігається чи посилюється з часом. Приріст населення низький у промислово розвинених і високий у країнах, що розвиваються. Низький міжнародний пріоритет вирішення екологічних проблем призводить до серйозної деградації довкілля у деяких регіонах. Зростаюча ресурсомісткість та залежність від викопного палива поряд з труднощами у досягненні міжнародного співробітництва та повільними технологічними змінами створюють серйозні проблеми для пом'якшення наслідків. Обмежений прогрес у галузі людського розвитку, повільне зростання доходів та відсутність ефективних інститутів, особливо тих, які можуть діяти в різних регіонах, створюють серйозні проблеми для адаптації багатьох груп у всіх регіонах.

СЕС5 (SSP5) «Розвиток на викопному паливі» (складні завдання щодо пом'якшення наслідків, невеликі проблеми з адаптації)

Цей світ все більше вірить у конкурентні ринки, інновації та суспільства участі, які забезпечують швидкий технологічний прогрес та розвиток людського капіталу як шлях до сталого розвитку. Глобальні ринки стають дедалі більше інтегрованими. Існують також значні інвестиції в охорону здоров'я, освіту та інститути для збільшення людського та соціального капіталу. У той же час прагнення економічного та соціального розвитку поєднується з експлуатацією багатих ресурсів викопного палива та переходом до ресурсомісткого та енергоємного способу життя в усьому світі. Всі ці фактори призводять до швидкого зростання світової економіки, тоді як населення планети досягає піку та скорочується у 21 столітті. Місцеві екологічні проблеми, такі як забруднення повітря, успішно вирішуються. У той час як локальний вплив на навколишнє середовище ефективно усувається технологічними рішеннями, робиться відносно мало зусиль, щоб уникнути потенційного глобального впливу на навколишнє середовище через передбачуваний компроміс з прогресом в економічному розвитку. Сильна

залежність від викопних видів палива та відсутність глобальної турботи про довкілля призводять до потенційно серйозних проблем пом'якшення наслідків. Досягнення цілей людського розвитку, стійке економічне зростання та високотехнологічна інфраструктура призводять до відносно невеликих проблем адаптації до будь-якої потенційної зміни клімату для всіх, крім небагатих, робиться відносно мало зусиль, щоб уникнути потенційного глобального впливу на навколишнє середовище через передбачуваний компроміс з прогресом в економічному розвитку.

Репрезентативні шляхи концентрації (РШК (RCP)), представлені в СМІР5, описують чотири різні шляхи 21 століття. РШК (RCP) включають сценарій жорстких заходів щодо пом'якшення наслідків (RCP 2.6), два проміжні сценарії (RCP 4.5 та RCP 6.0) та один сценарій з високими викидами ПГ (RCP 8.5). Сценарії без додаткових зусиль з обмеження викидів («базові сценарії») призводять до шляхів між РШК (RCP) 6.0 та РШК (RCP) 8.5. Кожен РШК (RCP) показує, що планета вловлює все більше енергії від РШК (RCP) 2.6 (найнижче) до РШК (RCP) 8.5 (найвище). На рис. 6 показані траєкторії викидів ПГ кожної РШК (RCP) відносно століття.

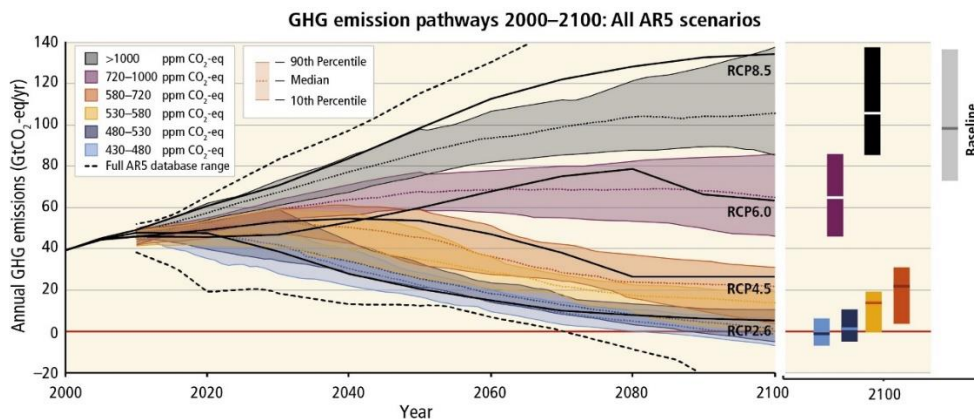


Рис. 6. Траєкторії викидів ПГ для кожного RCP з 2000 до 2100 року

Сценарій суворих заходів для пом'якшення наслідків (РШК (RCP 2.6)): сценарій «пік і спад»; його рівень радіаційного впливу спочатку досягає значення близько $3,1 \text{ Вт/м}^2$ до середини століття та повертається до Вт/м^2 до 2100 року. Щоб досягти таких рівнів радіаційного впливу, викиди ПГ (і опосередковано викиди забруднювачів повітря) суттєво скорочуються з часом. RCP 2.6 є сценарієм, метою якого є збереження ймовірності глобального потепління нижче $2 \text{ }^\circ\text{C}$ порівняно з доіндустріальними температурами.

Сценарій середньо-низких викидів (РШК ((RCP4.5)): сценарій стабілізації, який передбачає вжиття заходів щодо стримування зміни клімату всіма країнами, що призводить до підвищення середньої глобальної температури не більше ніж на 2 °С та на 3 °С порівняно з доіндустріальними рівнями температури до 2100 рік.

Сценарій середньо-високих викидів (РШК ((RCP6.0)): сценарій стабілізації, при якому загальний радіаційний вплив стабілізується незабаром після 2100 без перевищення за рахунок застосування ряду технологій і стратегій зі скорочення викидів ПГ.

Сценарій максимальних викидів (РШК ((RCP8.5)): цей сценарій представляє крайню точку можливих змін клімату, забезпечуючи передбачуване підвищення глобальної середньої температури приблизно на 5-6 °С до 2100 порівняно з доіндустріальними рівнями температури. RCP 8.5 зазвичай вважається "звичайним бізнесом".

У кліматичній системі існує десятирічна, міжрічна та міжсезонна мінливість. Внутрішня мінливість може знизити актуальність тенденцій протягом 10–15 років після довгострокової зміни клімату. Найважливіше зусилля прогнозування зміни клімату у тому, щоб зрозуміти, чи є «зміна» частиною природної мінливості чи прогнозована зміна виявляє тенденції, статистично значущі з природної мінливості. Завдяки цьому тренди природної мінливості, що базуються на коротких записах, дуже чутливі до дат початку та закінчення і, як правило, не відображають довгострокові кліматичні тренди.

Невизначеність існує для будь-якого прогнозу на майбутнє. Незважаючи на те, що розуміння фізики клімату та реакції кліматичної системи на збільшення викидів парникових газів покращується, багато невизначеностей, ймовірно, зберуться. Швидкість майбутнього глобального потепління залежить від майбутніх викидів, процесів зворотного зв'язку, які послаблюють або посилюють зміни кліматичної системи, та непередбачуваних природних впливів на клімат, таких наприклад, як виверження вулканів.

Кожна тонна CO₂, що викидається, сприяє глобальному потеплінню, а всі скорочення викидів сприяють його уповільненню. Щоб повністю зупинити

глобальне потепління, викиди CO₂ у всьому світі мають досягти нуля. Крім того, скорочення викидів інших парникових газів, таких як метан, також може вплинути на уповільнення глобального потепління, особливо в короткостроковій перспективі.

Наслідки зміни клімату надзвичайно серйозні і торкаються багатьох аспектів нашого життя. І протидія зміни клімату, і адаптація до глобального потепління є головними пріоритетами Світової спільноти. Зміна клімату торкається всіх регіонів світу. Полярна крига тане, рівень моря піднімається, у деяких регіонах екстремальні погодні явища та опади стають дедалі частішими, тоді як в інших спостерігається більш екстремальна спека та посухи. Нам потрібні заходи щодо боротьби зі зміною клімату зараз, інакше ці наслідки лише будуть посилюватися.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ СТРАТЕГІЇ ТА ЗАХОДІВ ЗІ ЗМЕНШЕННЯ УТВОРЕННЯ ТА ВИДІЛЕННЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

2.1. Європейська стратегія зі скорочення викидів парникових газів

У шостому звіті [1] Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату (IPCC) визначено, що метан (CH_4) є парниковим газом, вплив 1 т викидів якого перевищує вплив 1 т викидів діоксиду вуглецю (CO_2) у 27-30 разів при розрахунку на 100 років. Якщо розглядати його вплив протягом 20 років, коефіцієнт потенціалу глобального потепління метану ще вищий і становить 80-83. Тобто тонна метану за 20 років нагріває атмосферу у 83 рази більше, ніж тонна вуглекислого газу. У зв'язку з цим, питання скорочення викидів та витоків метану в енергетичному, нафтогазовому та вугільному секторах економіки є надзвичайно актуальним.

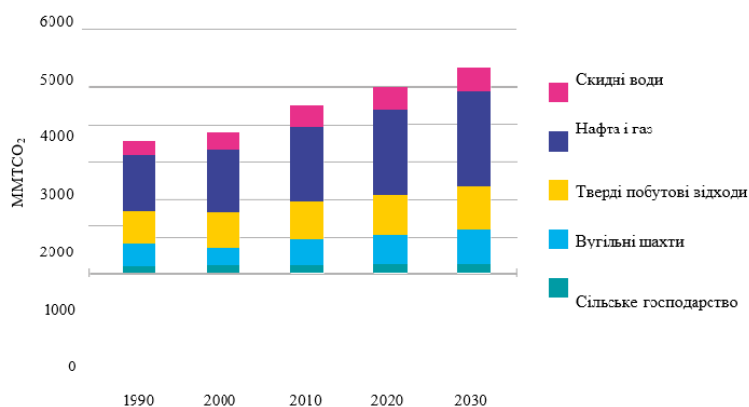


Рис. 7 Глобальні антропогенні викиди метану, 1990-2030 рр.

Згідно з дослідженням Global Carbon Project [4], проведеним у 2020 році, концентрація метану в атмосфері на 150% вища ніж у доіндустріальний період. За даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), серед найбільших джерел антропогенного утворення метану – аграрний сектор, сектор енергетики та сектор відходів. Як прогнозується експертами Глобальної ініціативи щодо метану (Global Methane Initiative) [5], антропогенні викиди метану продовжуватимуть зростати до 2030 року.

Відповідно до інформації Національного управління океанічних і атмосферних досліджень США (NOAA), незважаючи на економічний спад та певні кліматичні «покращення», спричинені пандемією COVID-19, рівень викидів діоксиду вуглецю та метану продовжував зростати у 2020 році.

Тому питання негативних кліматичних наслідків від викидів метану викликає увагу міжнародних організацій. Так, у травні 2021 року Програма ООН з охорони навколишнього середовища (UNEP) та Коаліція з питань клімату та чистого повітря (CCAC) опублікували звіт щодо глобальних викидів метану [6], де наголошується на необхідності впровадження термінових заходів для їх скорочення. Згідно зі звітом, скорочення техногенних викидів метану на 40% до 2030 року сприятиме досягненню цілей Паризької угоди, а також матиме позитивний вплив на здоров'я, розвиток і продовольчу безпеку [7].

З бажанням досягти вуглецевої нейтральності до 2050 року уряди промислово розвинутих країн почали розробляти заходи щодо скорочення викидів метану в атмосферу. Тому 29 квітня 2021 року Сенат США прийняв двопартійне голосування за відновлення правил перевірки нафти та газу, які вимагають від компаній моніторингу, уловлювання та герметизації витоків метану на нових свердловинах [8].

Окрім цього, в рамках програми США Natural Gas STAR Program [9], були ідентифіковані [10] основні технічні рішення та технології, спрямовані на скорочення втрат метану під час транспортування природного газу в мережах. Серед них - використання композитного покриття, зміна регламенту роботи компресорних станцій, запровадження нових систем ущільнення тощо.

Важливим фактом є те, що у світі активно розвиваються [11] технології супутникового моніторингу витоків метану, які дозволяють проводити моніторинг більш якісно, регулярно, а також з охопленням більших територій.

Наприклад, у 2020 році супутники Європейської космічної агенції в межах програми ЄС Copernicus [12] виявили значні «плями» витоків метану з російського газопроводу, що постачає природний газ до Європи. Міжнародне консалтингове агентство Каугрос, використовуючи дані [13] супутника Copernicus Sentinel-5P [14] та супутників місії Copernicus Sentinel-2 [15], виявило «пляму» обсягом 93 т метану на годину, що дорівнює річним викидам

15 тис. авто в США, а також виявили «пляму» обсягом 17 т метану на годину на газопроводі «Ямал-Європа», що належить «Газпрому». Канадська компанія із моніторингу викидів GHGSat, яка має власні супутники, виявила метанову «пляму» у Туркменістані обсягом 142 тис. т на рік; у зв'язку з тим, що витік газу не усувався протягом 4 місяців, такий обсяг був рівноцінний викидам 1 млн авто за рік.

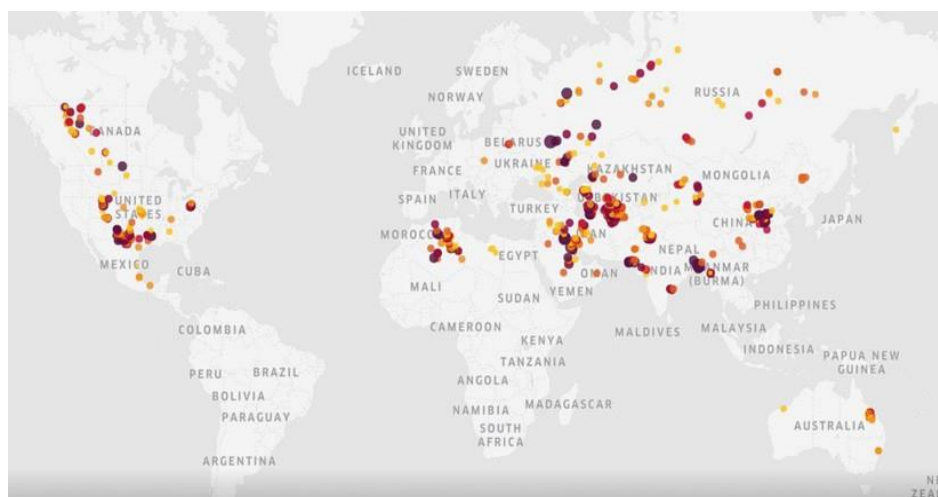


Рис. 8. Точки витоків метану із нафтогазового та вугільного секторів, зафіксовані супутниками у період із січня 2019 року по травень 2020 року

Якщо розглядати стратегію Європейського Союзу зі скорочення викидів парникових газів у розрізі правового поля, то вперше питання викидів метану порушувалось у 1996 році у відповідній стратегії. Далі ЄС активно запроваджував окремі регуляторні дії [16], що дозволили зменшити забруднення з боку енергетичного сектору удвічі, а у сфері сільського господарства – утричі порівняно з 1990 р. [17]. Зараз ЄС має заплановані показники скорочення викидів парникових газів до 2030 року, антропогенні викиди охоплюються обов'язковими національними цілями згідно з Регламентом (ЄС) 2018/842. Також, відповідно до пакету пропозицій «Fit for 55» (липень 2021 р.) Єврокомісією [18], запропоновано встановлення обов'язкового щорічного скорочення викидів парникових газів для кожної країни ЄС з 2021 по 2030 рік в межах змін до Регламенту щодо розподілу зусиль [19].

У жовтні 2020 року Європейська Комісія представила [20] окрему Стратегію ЄС зі скорочення викидів метану (далі - Стратегія), задля досягнення цілей на глобальному рівні.

Стратегія відповідає цілям Європейської зеленої угоди щодо досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року. Запропоновані заходи сприятимуть зусиллям ЄС щодо скорочення викидів вуглекислого газу, а також прагненню ЄС досягти нульового забруднення та безпечно довкілля.

Зазначимо, що Стратегія зосереджена як на скороченні викидів метану в ЄС, так і на вирішенні проблеми викидів, пов'язаних з поставками з інших країн [21]. Наприклад, ЄС є найбільшим імпортером природного газу, але більшість викидів, пов'язаних з імпортом цього палива, відбувається ще до етапу постачання. І хоча країни ЄС разом продукують лише 5% світових викидів метану, вони можуть використовувати свою позицію як найбільшого у світі імпортера викопного палива та сильного гравця в сільськогосподарському секторі для підтримки дій країн торгових партнерів.

Стратегія визначає вдосконалення систем вимірювання та звітності щодо викидів метану як один із пріоритетів глобальної міжгалузевої співпраці. Наразі рівень моніторингу різниться між секторами, державами-членами ЄС і на глобальному рівні. З цієї причини Європейська комісія підтримує створення міжнародної обсерваторії з викидів метану разом із заходами на рівні ЄС для посилення стандартів моніторингу, звітності та перевірки викидів спільно з UNEP, CCAC та MEA.

У Стратегії зазначається, що такий центр спостережень спершу охоплюватиме моніторинг викидів метану від видобувної діяльності – нафтового та газового секторів, за вже розробленими надійними технологіями і за допомогою розширеної ініціативи Oil and Gas Methane Partnership (OGMP). Наступним кроком, Єврокомісія планує розширити моніторинг на вугільний сектор, сільське господарство та сектор відходів, як тільки для них будуть розроблені порівняно надійні методології моніторингу та звітності.

Таким чином, на початку 2021 року UNEP за підтримки програми ЄС Horizon 2020 і відповідно до Стратегії створила Міжнародний центр спостережень за викидами метану (IMEO) [23]. З огляду на брак даних та

інформації про викиди метану через відсутність єдиної методології вимірювання таких викидів [24], ІМЕО буде виконувати наступні функції:

- збиратиме та перевірятиме дані, звітність компаній та країн, щоб надати міжнародному співтовариству більш глибоке розуміння проблеми глобальних викидів метану;

- замовлятиме дослідження щодо вимірювання викидів метану у виробничих ланцюгах вугільного та нафтогазового секторів, що дозволить отримати більш точні дані та удосконалити методи вимірювання. Це у свою чергу дозволить урядам, бізнесу та іншим зацікавленим сторонам визначати пріоритети щодо своєї політики та майбутніх заходів;

- створюватиме спільноту вчених у країнах, що розвиваються, задля напрацювання світового досвіду та спроможності вимірювання викидів метану, зокрема від енергетичного сектору;

- працюватиме з урядами з питань управління викидами метану для досягнення цілей Паризької угоди.

Ще Стратегія передбачає використання програми Copernicus для удосконалення спостережень та виявлення великих витоків метану та найбільших забруднювачів. Після запуску в 2025 році місія з моніторингу CO₂ (Copernicus CO₂ - monitoring), яка включає групу з трьох супутників, сприятиме ідентифікації джерел викидів за різними типами парникових газів, зокрема метану.

Стратегією передбачається також підтримка у межах міжсекторального співробітництва для пришвидшення розвитку ринку біогазу зі сталих джерел, таких як органічні та рослинні відходи. Єврокомісія запропонує пілотний проєкт для підтримки місцевих громад та доступу до фінансів для реалізації проєктів з виробництва біогазу із сільськогосподарських відходів.

Оскільки, за даними Європейського агентства з навколишнього середовища, 53% антропогенних викидів метану в ЄС надходять з аграрного сектору, 26% - із сектору відходів та 19% - із енергетичного сектору, положення Стратегії зосереджені саме на цих секторах.

2.2. Заходи зі скорочення викидів метану за галузями

Скорочення світових викидів метану на 50% протягом наступних 30 років може стримати підвищення глобальної температури на 0,18°C до 2050 року.

Стратегія відповідає цілям Європейського зеленого курсу у досягненні кліматичної нейтральності до 2050 року. Більше того, пропоновані заходи сприятимуть як зусиллям ЄС щодо декарбонізації, спрямованих на підвищення амбіцій до 2030 року, кліматичній нейтральності до 2050 року, так і прагненням ЄС досягти нульового забруднення та безпечного навколишнього середовища.

Заходи Стратегії щодо скорочення викидів метану в агросекторі:

- У першому півріччі 2021 року Єврокомісія підтримає створення групи експертів для аналізу показників викидів метану протягом життєвого циклу сільськогосподарської продукції. Ця група проаналізує викиди від тваринництва, підходи до управління відходами, характеристики кормів, нові технології та практики. Вона також працюватиме над створенням методології оцінки викидів метану у тваринництві.

- До кінця 2021 року Єврокомісія у співпраці з галузевими експертами та державами членами ЄС розробить перелік найкращих практик та доступних технологій для скорочення викидів метану.

- До 2022 року Єврокомісія запропонує цифровий шаблон для вимірювання рівня викидів парникових газів на фермах.

- Починаючи з 2021 року Єврокомісія сприятиме більш широкому впровадженню «carbon farming» в державах-членах ЄС та у стратегічних планах Спільної аграрної політики ЄС.

- У 2021-2024 рр. у рамках Horizon Europe підтримку отримають пропозиції досліджень різних факторів, що призводять до підвищення рівня викидів метану, з акцентом на технологічних та природних рішеннях.

Заходи Стратегії щодо скорочення викидів метану в секторі відходів:

■ Єврокомісія продовжить боротьбу з незаконним розміщенням смітєзвалищ та надаватиме технічну допомогу державам-членам та регіонам ЄС для стабілізації біорозкладних відходів, їх утилізації та використання з метою виробництва кліматично нейтральних матеріалів та біогазу.

Заходи зі скорочення викидів метану у секторі енергетики

За даними МЕА, одним з найбільших джерел викидів є нафтогазовий сектор. За оцінками МЕА, за допомогою сучасних технологій можна досягти скорочення викидів метану галузі на 75% [25].

В енергетичному секторі викиди метану виникають по всьому ланцюжку створення доданої вартості, від видобутку викопного палива, до системи передачі та розподілу. За підрахунками, наведеними у Стратегії, 54% викидів метану в енергетичному секторі становлять витіки (fugitive emissions) у нафтогазовому секторі, 34% - у вугільному, та 11% - у житловому секторі та інших секторах кінцевого споживання.

Стратегія фокусується на нафтогазовий та вугільний сектори, відтак охоплює пропозиції з підтримки ініціатив та законодавчих пропозицій щодо обов'язкового моніторингу, звітності та верифікації викидів метану в енергетичному секторі. Підтримка ініціатив полягатиме у широкомасштабному впровадженні системи моніторингу та звітності, розробленої у рамках Oil and Gas Methane Partnership (OGMP) [26] – ініціативи, учасниками якої є нафтогазові компанії. Єврокомісія спільно з UNEP та ССАС працюватиме над розширенням складу цього партнерства на компанії вугільної галузі, а також заохочуватиме бізнес створити більш надійні програми виявлення та усунення витоків (robust leak detection and repair programmes).

Варто зазначити, що в контексті скорочення викидів метану в енергетичному секторі велика увага Стратегії зосереджена на вугільній промисловості. Європейська комісія заохочує заходи щодо усунення викидів метану з діючих і неактивних вугільних шахт і закритих нафтових і газових родовищ ЄС. На основі дослідження [27] у документі встановлено, що деякі країни-члени ЄС і треті країни мають значні рівні викидів після їх закриття,

особливо від вугільних шахт або нафтових і газових свердловин. Тому Європейська Комісія фінансуватиме дослідження в рамках Ініціативи трансформації вугільних регіонів.

У стратегії зазначено, що Європейська комісія підтримуватиме ефективно закриття вугільних шахт або їхню експлуатацію (проекти з видобування шахтного газу та виробництва енергії для місцевих потреб). Такі технології вже розроблені та впроваджені в деяких країнах ЄС, але процес трансформації вимагає навчання робочої сили, виділення коштів для підтримки остаточного закриття шахт і розвитку комерційних можливостей з використанням метану.

У відповідних випадках Брюссель розроблятиме рекомендації на основі найкращих світових практик або законодавчих пропозицій для сприяння цьому процесу.

2.3. Технологічні напрями щодо обмеження викидів парникових газів

З метою досягнення Цілі Сталого Розвитку 13 [28], шляхом реалізації визначеного національного завдання 13.1 «Обмеження викидів парникових газів в економіці», Українським інститутом науково-технічної експертизи та інформації проведені дослідження наукових і технологічних напрямів щодо обмеження парникових газів. Відповідно до яких визначено найбільш перспективні, у першу десятку увійшли такі технології: моніторинг якості повітря, фільтрація повітря, очищення повітря, встановлення датчиків повітря, хімічне очищення, висушування газів, застосування пілозбірників, флокуляція, адсорбція, багаторівневі процеси [29].

Розглянемо більш детально основні технології.

1. Моніторинг якості повітря:

- 1) вимірювання або випробування;
- 2) кондиціонування, де первинне повітря з однієї або кількох центральних станцій подається на розподільні пристрої, встановлені в кімнатах або приміщеннях, де є можливість проводити повторне очищення повітря; пристроїв, зокрема призначених для таких систем (кімнатні пристрої);
- 3) сигналізація, чутлива до небажаних або ненормальних умов (чутливі до небажаних речовин, такі як сигналізації на забруднені речовини, токсичних газів, горючих газів);
- 4) спеціальні пристрої чи засоби на дверях чи вікнах (для вентиляції, наприклад через подвійні вікна; монтаж вентиляційних фільтрів, прилади регулювання потоку повітря);
- 5) використання систем рекуперації енергії для кондиціонування, вентиляції або екранування (наприклад, передача тепла і вологи між вхідним і вихідним повітрям).

2. Фільтрація повітря:

- 1) системи кондиціонування повітря, де первинне повітря, оброблене одним або кількома блоками керування подається в розподільні пристрої, встановлені в приміщеннях або приміщенні, в яких може проводитися

повторне очищення повітря; пристрої, спеціально призначені для таких систем (кімнатні пристрої);

2) пристрої контролю або безпеки;

3) елементи конструкції, загальні для кондиціонування повітря, зволоження, вентиляції або використання повітряних потоків для екранування.

3. Очищення повітря:

1) кондиціонування, де первинне повітря, з однієї або кількох центральних станцій подається в розподільні пристрої, встановлені в кімнатах або приміщеннях, в яких може проводитися вторинна очистка повітря; пристрої, спеціально призначені для таких систем (кімнатні пристрої);

2) керувальні або запобіжні пристрої;

3) кімнатні блоки для кондиціонування повітря, наприклад роздільні або автономні блоки, або блоки, які одержують первинне повітря з центральної станції.

4. Датчики повітря:

1) системи з комп'ютерним керуванням (автоматичні регулятори з певними характеристиками; комп'ютерна техніка);

2) системи керування програмним забезпеченням (спеціальне застосування; годинники з приєднаними або вмонтованими пристроями, що керують будь-якими приладами в задані інтервали часу; маркування або зчитування носіїв запису з цифровою інформацією; запам'ятовувальні пристрої; реле часу або перемикачі з програмним керуванням, які автоматично закінчують свою роботу після завершення програми);

3) системи кондиціонування повітря, в яких оброблене первинне повітря з однієї або більше центральних станцій подається в розподільні пристрої, встановлювані в кімнатах або приміщеннях, в яких може здійснюватися вторинне оброблення повітря; пристрої, спеціально призначені для таких систем (кімнатні апарати);

4) складові распіраторних або дихальних пристроїв;

5) дослідження або аналіз матеріалів спеціальним методом (газоподібні біологічні матеріали, наприклад, продукти дихання).

5. Хімічне очищення:

- 1) комбінації пристроїв для відокремлення частинок від газу або пари;
- 2) спеціальні фільтри або методи фільтрації, спеціально модифіковані для відділення дисперсних частинок від газів або парів (фільтруючі елементи; фільтруючий матеріал; їх регенерація поза фільтрами);
- 3) характер забруднювача;
- 4) відокремлення дисперсних частинок від газів, повітря або парів за допомогою рідини як роздільного агента;
- 5) розділення газів чи парів; виділення парів летких розчинників з газів; хімічне або біологічне очищення відхідних газів, наприклад, вихлопних газів, диму, випарів, димових газів або аерозолів (витягування летких розчинників шляхом конденсації; сублімування); охолоджувальні уловлювачі, охолоджувальні напрямні перегородки; розділення газів, що важко конденсуються, або повітря шляхом зріджування.

6. Висушування газів:

- 1) способи або пристрої, наприклад, сміттєспалювальні печі, спеціально пристосовані для спалювання особливих відходів або низькосортного палива, наприклад, хімікатів;
- 2) комбінації пристроїв для відокремлювання частинок від газів або парів;
- 3) фільтри чи способи фільтрування, спеціально модифіковані для відокремлювання дисперсних частинок від газів або парів (фільтрувальні елементи; фільтрувальний матеріал; їх відновлювання поза фільтрами);
- 4) відокремлювання дисперсних частинок від газів, повітря або парів за допомогою рідини як роздільного агента;
- 5) спільні характерні особливості систем з гідравлічними або пневматичними виконавчими пристроями; системи з гідравлічними або пневматичними виконавчими пристроями, або елементи таких систем (пристрої для підготовки стисненого повітря, наприклад, такі, що містять осушувачі

повітря, охолоджувачі повітря, фільтри, пристрої для змащування або регулювання тиску).

7. Пилоловлювачі:

1) устаткування, в якому осьовий напрямок вихрового потоку залишається незмінним;

2) комбінування з іншими пристроями, наприклад, вентиляторами (з фільтрами для відокремлювання частинок від газів або пари; із сухим електростатичним осаджуванням для відокремлювання частинок від газів або пари);

3) відокремлювання дисперсних частинок від газів та пари, наприклад, повітря, за допомогою електростатичного ефекту (вихлопне або глушильне устаткування для машин чи двигунів із засобами для видалення твердих компонентів вихлопу, в якому використовується електричне чи електростатичне розділення);

4) каталізатори взагалі, що характеризуються своєю формою чи фізичними властивостями;

5) запобігання просочуванню пилу;

6) очищення за допомогою способів, що включають використання потоку повітря чи потоку газу.

8. Флокуляція:

1) комбінації пристроїв для відокремлювання частинок від газів або парів;

2) фільтри чи способи фільтрування, спеціально модифіковані для відокремлювання дисперсних частинок від газів або парів (фільтрувальні елементи; фільтрувальний матеріал; їх відновлювання поза фільтрами;

3) природа забруднювача;

4) вуглець; його сполуки (перкарбонати; сажа);

5) відокремлювання дисперсних частинок від газів, повітря або парів за допомогою рідини як роздільного агента.

9. Адсорбція:

1) системи кондиціонування повітря, в яких оброблене первинне повітря з однієї або більше центральних станцій подається в розподільні пристрої, встановлювані в кімнатах або приміщеннях, в яких може здійснюватися вторинне оброблення повітря; пристрої, спеціально призначені для таких систем (кімнатні апарати);

2) конструкційні елементи, спільні для кондиціонування, зволоження повітря, вентиляції або використання потоків повітря для екранування;

3) керувальні або запобіжні пристосування;

4) фільтри чи способи фільтрування, спеціально модифіковані для відокремлювання дисперсних частинок від газів або парів (фільтрувальні елементи; фільтрувальний матеріал; їх відновлювання поза фільтрами);

5) комбінації пристроїв для відокремлювання частинок від газів або парів.

10. Багатоступеневі процеси:

1) керувальні або запобіжні пристосування;

2) вуглець; його сполуки (перкарбонати);

3) способи одержання й активації каталізаторів взагалі.

Порівняльний аналіз результатів дослідження дає підставу зробити висновок, що в секторі технологічних пріоритетних напрямків щодо зменшення парникових газів у світі є: моніторинг якості повітря; фільтрація повітря; багатоступеневі процеси; очищення повітря; пиловловлювання; хімічне очищення.

Тобто ці узагальнені технологічні напрямки є пріоритетними для виконання національного завдання 13.1 Цілей Сталого Розвитку щодо обмеження викидів парникових газів.

Викиди парникових газів – це надходження в атмосферне повітря парникових газів, визначених щодо певного виду діяльності, з джерел викидів парникових газів [30]. Основними джерелами викидів парникових газів та забруднювачами атмосферного повітря в Україні є підприємства добувної і переробної промисловості, теплоенергетики, автотранспорт.

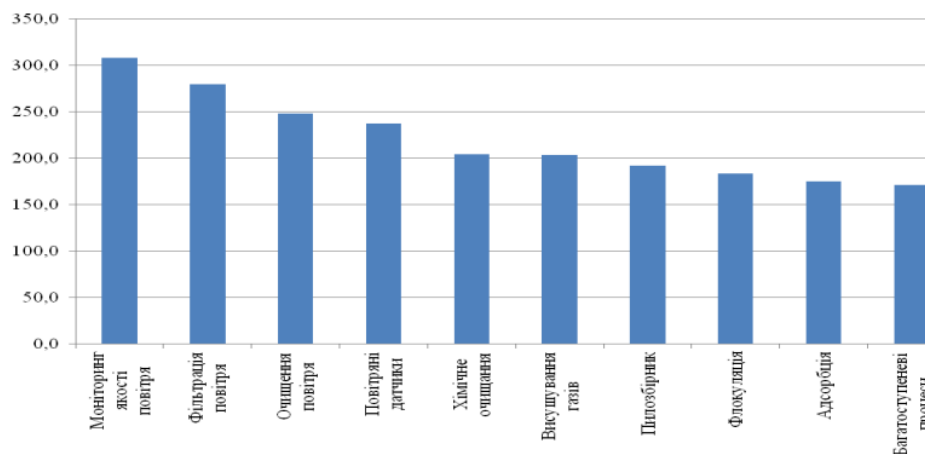


Рис. 9 Топ-10 найбільш перспективних (пріоритетних) технологічних напрямів за тематикою національного завдання ЦСР 13

Основними причинами, що зумовлюють концентрацію парникових газів в атмосфері, є, зокрема, низькі темпи впровадження новітніх технологій.

З метою поліпшення якості атмосферного повітря та посилення реагування на наслідки зміни клімату Україна має забезпечити виконання міжнародних нормативно-правових документів щодо протидії зміні клімату та поліпшення якості атмосферного повітря, серед яких – досягнення затвердженої на Саміті ООН зі сталого розвитку у 2015 році та затвердженої з урахуванням специфіки розвитку України Цілі Сталого Розвитку 13 щодо боротьби зі зміною клімату та її наслідками [31].

Викиди парникових газів в Україні передбачено до 2025 року зменшити до 60% від їх обсягу у 1990 році та підтримувати цей рівень до 2030 року [32].

Після вуглекислого газу CO_2 , метан CH_4 є найважливішим парниковим газом, що сприяє зміні клімату, спричиненою діяльністю людини. Для часового горизонту 100 років CH_4 має глобальний показник – потенціал нагрівання у 28 разів більший, ніж CO_2 . Концентрація CH_4 в атмосфері є на 150% вище доіндустріального рівня (порівняно з 1750 р.) [33].

Метан також сприяє утворенню в тропосфері озону, забруднювача, який шкодить здоров'ю людини та екосистемам, а також призводить до утворення водяної пари в стратосфері в наслідок хімічних реакцій, посилюючи при цьому глобальне потепління.

РОЗДІЛ 3

ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В УКРАЇНІ

3.1. Огляд джерел викидів окремих парникових газів

Інвентаризація викидів парникових газів здійснюється відповідно до настанов [34] Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату (IPCC). Оцінка викидів, як правило, передбачає не безпосереднє вимірювання, а розрахунок викидів на основі даних щодо видобутку, транспортування та використання енергоресурсів та основних технологічних процесів у секторах з найбільшими викидами.

За даними останнього Кадастру, частка викидів метану (CH_4) у загальній структурі викидів ПГ складає 21% (без урахування сектору Земельних ресурсів та лісового господарства (ЗРЛГ)), що є другою величиною після викидів CO_2 . У 2019 р. викиди метану в Україні склали 69,8 млн т CO_2 -екв., що майже на 62% менше, ніж у 1990 р., але на 13% вище, ніж у 2015 р. Незважаючи на динаміку зменшення загальних викидів метану за період 1990-2015 рр., починаючи з 2016 року можна спостерігати щорічне зростання.

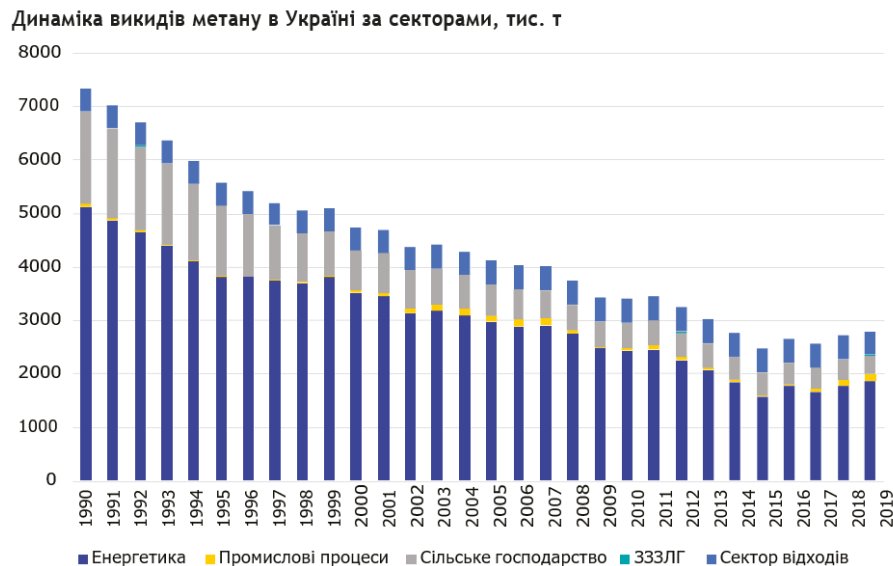


Рис. 10. Динаміка викидів метану в Україні

Дані наведені відповідно до Національного кадастру антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів за 1990-2019 роки [35].

Найбільше викидів метану в енергетичному секторі – 66% від загального обсягу (без врахування ЗРЛГ), тоді як частки сільського господарства та

сектору відходів у 2019 році становили близько 13% та 16% відповідно. Найбільшими джерелами викидів метану в енергетиці є видобуток вугілля, а також процеси виробництва, транспортування, зберігання, розподілу та споживання нафти та природного газу.

Сектор енергетики включає викиди від спалювання вуглецевмісних палив, а також викиди парникових газів при видобутку, переробці, зберіганні, транспортуванні та споживанні палива. В останньому звітному році викиди ПГ в енергетиці сягнули близько 219 млн т CO₂-екв. У 1990 році викиди діоксиду вуглецю, метану та оксиду азоту склали 81,7%; 17,6%; 0,7% від загальних викидів в енергетичному секторі, відповідно. У 2019 році, частка викидів CO₂ скоротилася до 78,2%, а CH₄ – зросла до 21,1%, що свідчить про більш повільне скорочення викидів метану.

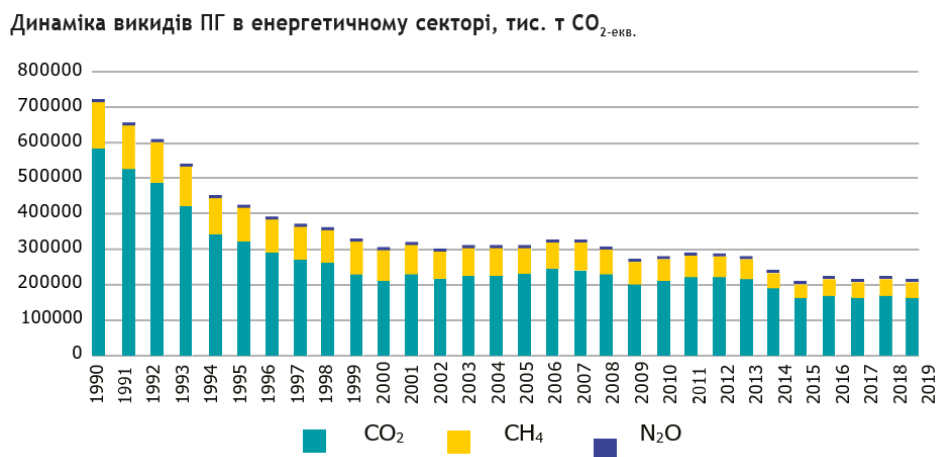


Рис. 11. Динаміка викидів парникових газів в енергетичному секторі

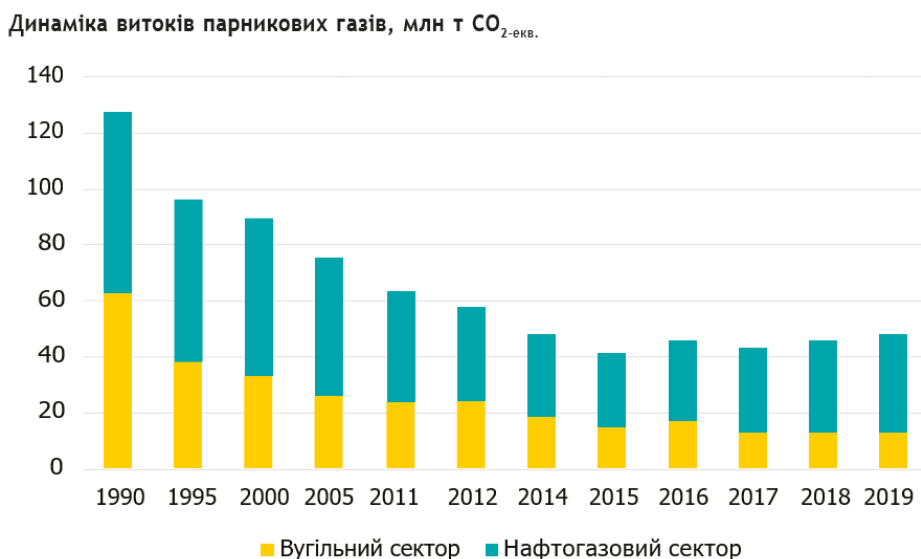


Рис. 12. Динаміка витоків парникових газів

Майже 80% викидів ПГ в енергетиці відбуваються внаслідок спалювання вуглецевмісних палив. При цьому вивільнюється практично лише діоксид вуглецю, в той час як викиди метану та оксиду азоту складають менше 1%. Натомість, метан складає близько 95% викидів парникових газів при видобутку, переробці, зберіганні, транспортуванні та споживанні палива.

У 2019 році, викиди парникових газів становили майже 48 млн т CO₂-екв., або близько 22% всіх викидів парникових газів в секторі енергетики. З 1990 року, обсяг викидів скоротився на 62,4%. Водночас, викиди ПГ в цій категорії зросли на 4,9% порівняно з 2018 роком. 1990 рік – у вугільному і нафтогазовому секторах були майже на одному рівні. Проте зі стрімким скороченням видобутку вугілля, рівень викидів у цьому секторі скоротився у майже п'ять разів і становив 26,4% від загального обсягу в енергетиці у 2019 році.

У 2019 році викиди метану в результаті видобутку вугілля шахтним способом становили майже 440 тис. т, що на 80% менше, ніж у 1990 році, та на 3,5% менше порівняно з 2018 роком. Основними факторами є скорочення обсягів видобутку вугілля, а також впроваджених заходів з утилізації шахтного метану в рамках проєктів спільного впровадження, реалізованих у 2003-2012 роках відповідно до Кіотського протоколу.

Після завершення видобутку вугілля вивільнення метану з масиву породи поступово скрочується, проте може тривати досить довгий період часу. Тому після припинення вентиляції та заповнення (затоплення) шахт газ може накопичуватися у відпрацьованих порожнинах за певних геологічних умов, створюючи в них надмірний тиск. Метан поступово заповнює всю відпрацьовану порожнину аж до верхнього горизонту, а потім починає проникати крізь тріщинні породи та занедбані шахти на поверхню, у будівлі та споруди. У 2019 році викиди метану від закритих шахт становили 3,7 тис. т, що на 38,3% нижче, ніж у 1990 році, проте на 3,6% вище, ніж у 2018 році.

Оскільки обсяги видобутку та транспортування нафти в Україні є незначними, викиди ПГ у цьому секторі становили всього 2 млн т у 2019 році. Водночас, при транспортуванні, розподілі та споживанні природного газу

перевищили 33 млн т CO₂-екв., що на 45,8% менше за рівень викидів 1990 року та на 8,4% вище у 2018 році.

В абсолютних показниках, викиди метану у 2019 році склали 2,8 млн т відповідно до оцінки Кадастру. Водночас, за даними Державної служби статистики України [36], викиди метану від стаціонарних джерел становили 442 тис. т, а від пересувних - 5 тис. т. Тобто, викиди метану від всіх джерел за даними державної статистики є у більш ніж шість разів меншими за оцінку викидів метану, наведену в Кадастрі.

Це пов'язано з тим, що до статистики потрапляють лише дані підприємств, які перебувають на обліку природоохоронних органів за обсягами потенційних викидів забруднюючих речовин і ПГ у атмосферу. Ці підприємства зобов'язані надавати щорічну звітність за формою статистичного спостереження №2-ТП «Звіт про викиди забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів» [37, 38, 39]. Однак, обов'язкова верифікація наданих даних не передбачається. Відповідно, може мати місце свідоме заниження даних про викиди, оскільки метан є забруднюючою речовиною, за викиди якої передбачена сплата екологічного податку [40]. Окрім того, підприємства, які не отримували дозволи на викиди і не перебувають на обліку, не включені до сукупності респондентів Держстату [41].

Огляд оцінок викидів за категоріями джерел і поглиначів, тенденцій, включаючи діяльність Кіотського Протоколу – Зміни землекористування та лісового господарства, визначили основні напрями інвентаризації викидів ПГ.

В Україні найбільші викиди ПГ відбуваються в таких секторах, визначених Міжурядовою групою експертів зі змін клімату (МГЕЗК):

- Енергетика
- Промислові процеси та використання продукції (ППВП);
- Сільське господарство;
- Землекористування, зміни у землекористуванні та лісове господарство (ЗЗЛГ);
- Відходи.

Найбільші викиди парникових газів в Україні відбуваються в енергетиці. У 2021 році частка цього сектору становила близько 64 % без сектору ЗЗЛГ. Близько 76 % викидів у цьому секторі за рахунок викидів у категорії «Спалювання палива», яка включає категорії «Енергія». Промисловість, обробна промисловість і будівництво, транспорт, інші сектори та інше, а також 24 % - викиди в категорії Неконтрольовані викиди від палива.

Слід зазначити, що частка викидів парникових газів у категорії неконтрольованих викидів від палива в загальних викидах ПГ в енергетичному секторі поступово збільшувалися в період 1990-х рр. 2000 р.: від 17,6 % у 1990 р. до 28,7 % у 2000 р. Цей період характеризується старінням інфраструктури та промислового капіталу країни. З 2001 р. частка викидів, пов'язаних з неконтрольованим паливом поступово знижувався до 24,0 % у 2021 році. Це пов'язано зі зменшенням видобутку викопного палива в Україні, зменшення транзиту природного газу, а також зменшення використання природного газу населенням за рахунок зростання цін.

Глобальна пандемія COVID-19 та заходи проти цієї хвороби сповільнили економіку, що призвело до зменшення викидів парникових газів в енергетичному секторі у 2020 році. Особливо це вплинуло на енергетичну промисловість, транспорт та інші сектори.

Структуру викидів ПГ показано на рисунку 13.

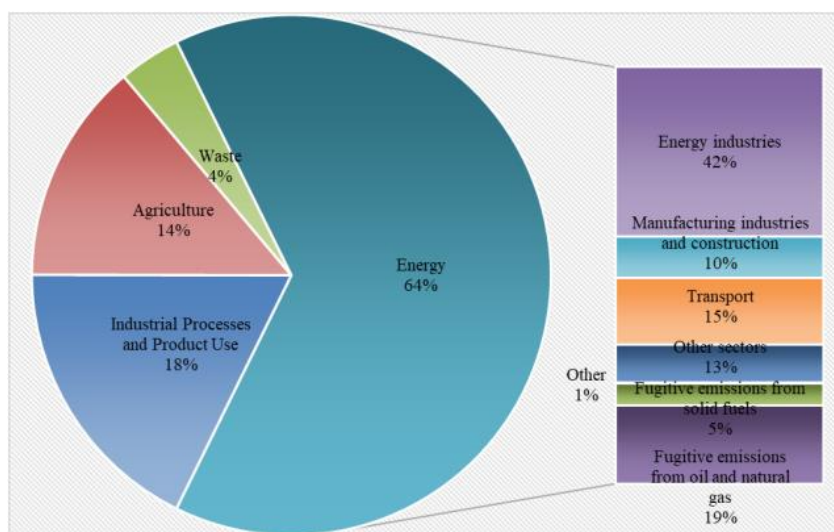


Рис. 13. Структура викидів ПГ за джерелами у 2021 році

Економічний спад, який послідував за розпадом СРСР у 1991 році, призвів до значного скорочення виробництва, споживання енергії, отже, до зниження викидів CO₂. У період між 2000 та 2007 роками спостерігалася деяка стабілізація з незначним зростанням виробництва, а в період з 2008 року через світову фінансово-економічну кризу відбулося падіння виробництва і, таким чином, у викидах CO₂. У 2021 році викиди в секторі ППВП скоротилися на 50,6 % порівняно з базовим роком. Основними причинами скорочення викидів є зниження рівня виробництва через відтік інвестиційного капіталу, нестабільної динаміки експорту, звуження внутрішнього ринку, а також як розбіжності у встановлених зв'язках «сировина-виробництво-збут» в регіонах країни.

Значний вплив на розвиток промисловості має ситуація на сході країни. Це не лише пов'язано з катастрофічним падінням промислового виробництва в Донецькій і Луганській областях. Для сусідніх регіонів, які мали потужні виробничо-збутові зв'язки з тимчасово окупованими промисловими частинами Донецької та Луганської областей, важко компенсувати ці втрати за рахунок інших ланцюгів поставок.

2021 рік характеризувався, як відновлення економіки після глобальної пандемії COVID-19. В сектор ППВП пов'язаний зі зростанням викидів у металургійній промисловості порівняно з падінням у 2020 р.

Частка сектору сільського господарства в загальних викидах ПГ без ЗЗЗЛГ становила 14,4 % у 2021. Основними джерелами викидів у секторі сільського господарства є кишкова ферментація та сільськогосподарські ґрунти, 15,0 % та 80,0 % від загального обсягу викидів у секторі у 2021 році відповідно. Викиди у цьому секторі знизилися на 45,9 % порівняно з базовим роком, але зріс на 12,8 % порівняно з попереднім роком переважно за рахунок викидів у сільськогосподарські ґрунти.

Зміни у викидах за звітний період у категорії А Кишкова ферментація (-82,1 та -5,3 % до базового та попереднього років відповідно) пов'язано зі зміною кількості поголів'я, структури стада та валової енергетичної цінності.

Значні коливання викидів метану в категорії В Поводження з гноєм у порівнянні з викидами в інших категоріях у період 1990-2021 рр. пов'язані з частковою заміною в структурі гноєвиділення на тваринницьких підприємствах, з рідкого гною у з твердим складом: у 1990 р. відсоток гною великої рогатої худоби в рідкому гної становив 21,0% від загального виробленого гною, тоді як у 2021 році – лише близько 5,3%.

Колівання викидів метану в звітному році (порівняно з базовим роком, а також з попереднього року) у категорії С Вирощування рису, викликане коливаннями площі збирання (від 27,7 га в 1990 році до 10,4 га в 2021 році).

Зміни викидів закису азоту в сільськогосподарських ґрунтах категорії D до 2021 року пов'язані зі зміною кількості внесених добрив, посівних площ окремих культур та їх урожайності.

Сектор ЗЗЗЛГ включає як викиди, так і видалення вуглекислого газу, а також викиди CH_4 та N_2O .

Чисті викиди CO_2 в секторі в 2021 році дорівнюють 14,2 Мт CO_2 -екв. порівняно з мережею видалення 31,4 Мт CO_2 -екв. в базовому 1990 році. Основною причиною такого зсуву є зміни в системі ведення сільського господарства на орних землях, що призвело до зміни з 4,6 Мт CO_2 -екв. З поглинання в 1990 р. до 48,3 Мт CO_2 -екв. викидів у 2021 р. Зокрема, значний вплив має площі, урожайність і структуру зібраного врожаю з цих земель, а також внесені добрива. Ці фактори також сприяли швидкій зміні викидів порівняно з 2020 роком на 76,0 %, що пов'язано з високою врожайністю сільськогосподарських культур у 2021 році.

Також великий вплив має зменшення площ та обсягів видобутку торфу, що спричинило зменшення у викидах ПГ з 12,0 Мт CO_2 -екв. у 1990 р. до 0,2 Мт CO_2 -екв. у 2021 році.

Крім того, швидкі зміни у землекористуванні, особливо ті, що призводять до викидів живої біомаси, мають значний вплив на загальний рівень викидів у секторі. Внесок сектору відходів у 2021 році в загальні викиди становить 3,7 %.

Основне джерело викидів CH_4 - це полігони твердих побутових відходів (ТПВ), а викиди N_2O – комунальні стічні води. По відношенню до базового року викиди в секторі в 2021 році скоротилися на 2,4 %.

На рис. 14 викиди представлені як позитивні значення, а поглинання – як негативні.

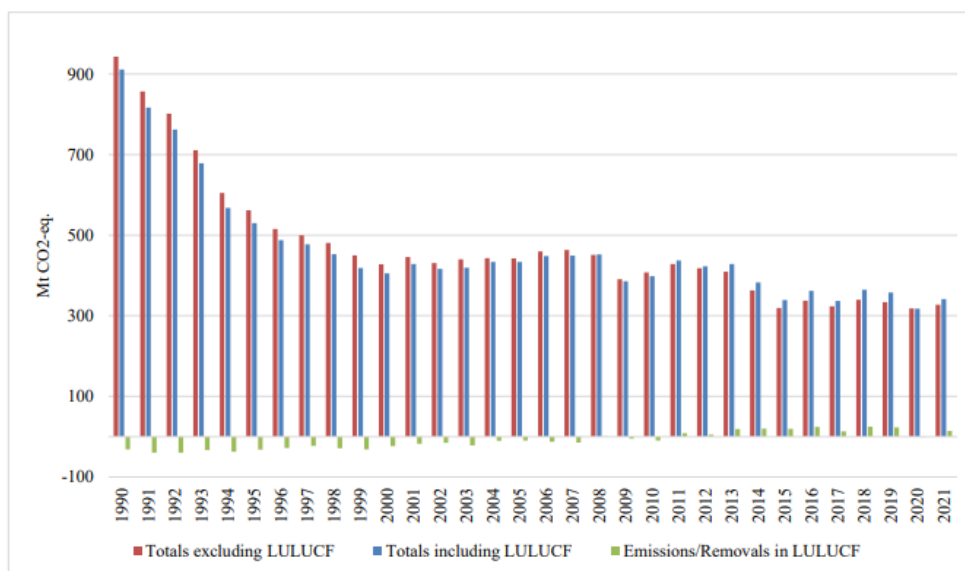


Рис. 14. Загальні викиди (+) та поглинання (-) ПГ із сектором ЗЗЛГ та без нього, Мт CO_2 -екв.

Таблиця 1 відображає тенденції сукупних викидів ПГ за секторами за період з 1990 по 2021 рік.

Таблиця 1. Тенденції сукупних викидів ПГ прямої дії за секторами, Мт CO_2 -екв

Сектор	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Поточний рік у порівнянні з базовим, %
Енергетика	725,3	431,4	305,5	315,5	285,8	210,5	224,8	217,8	226,3	219,2	208,0	209,7	-71.1
Промисловість	118,0	58,0	67,1	80,6	74,5	56,5	58,1	51,9	56,5	57,6	56,0	58,4	-50.6
Сільське господарство	92,0	60,4	36,5	35,3	34,6	39,8	42,0	41,0	44,4	44,8	41,7	47,0	-45.9
ЗЗЛГ (видалення)	-58,0	-52,8	-45,4	-35,9	-37,1	-22,1	24,4	13,4	24,9	23,3	-0,4	14,2	-145.3
Відходи	11,9	11,5	11,4	12,0	12,4	12,3	12,7	12,7	12,6	12,6	12,4	12,1	-2.4
Всього	889,3	508,5	375,1	407,6	370,2	296,9	337,6	323,3	339,8	334,1	318,0	327,3	-65.3

3.2. Аналіз викидів парникових газів за секторами економіки

3.2.1. Енергетичний комплекс

Сектор «Енергетичний комплекс» включає викиди від спалювання вуглецевого палива (категорія А «Діяльність зі спалювання палива»), а також парникові гази, що утворюються в результаті витоків при видобутку, обробці, зберіганні, транспортуванні та споживанні палива (категорія В «Неконтрольовані викиди від палива»).

У звітному році викиди ПГ у секторі «Енергетичний комплекс» склали 209,74 млн. т CO₂-екв. або приблизно 64,1% усіх викидів ПГ в Україні (без урахування поглиначів у «ЗЗЛГ» секторі, і зменшився на 71,08% порівняно з базовим 1990 р. Порівняно з 2020 р. викиди зросли на 0,8%.

На рис. 15 показано зміни викидів парникових газів у секторі «Енергетичний комплекс». У 1990 р. частка вуглекислого газу, метану та закису азоту в загальних викидах в секторі склали 81,7%, 17,6% та 0,7%, тоді як у 2021 році – 76,16%, 23,11% та 0,73% відповідно.

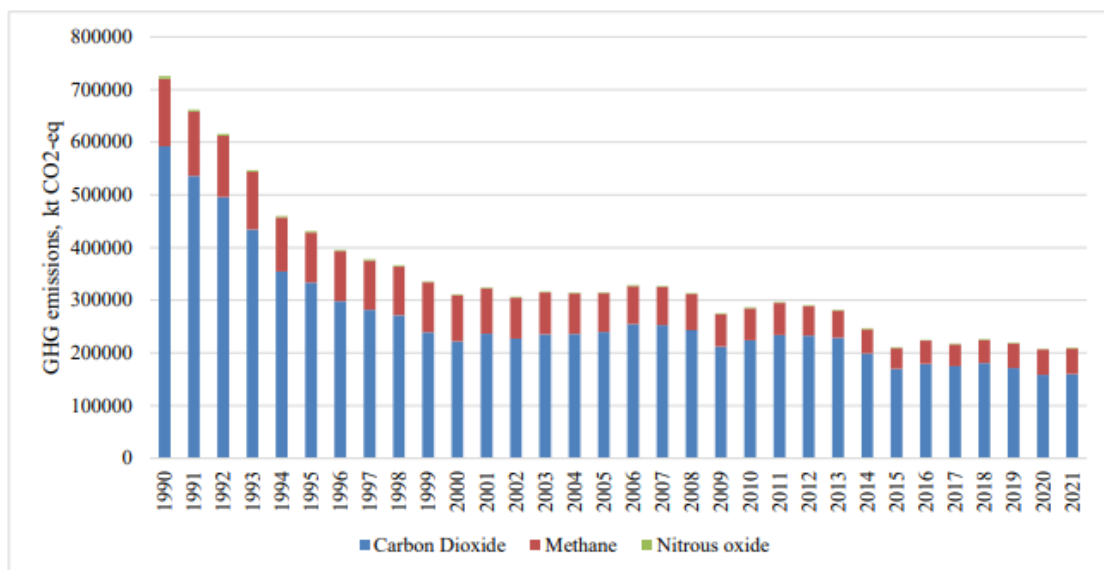


Рис. 15. Викиди парникових газів прямої дії в секторі «Енергетичний комплекс», 1990-2021 рр.

У 2021 році приблизно 75,99% викидів у секторі припадало на викиди категорії А «Діяльність зі спалювання палива» та викиди категорії В «Неконтрольовані викиди від палива» – 24,01% (табл. 2).

Таблиця 2. Викиди ПГ у секторі «Енергетичний комплекс», млн. т CO₂-екв.

Категорія	1990	1993	2000	2005	2010	2012	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Енергетика всього, в т.ч	725.27	431.35	305.44	315.48	285.73	290.29	224.76	217.75	226.30	219.17	207.99	209.74
Діяльність зі спалювання палива	597.85	335.35	216.26	239.82	223.12	232.60	178.81	174.75	180.59	171.24	157.57	159.39
Неконтрольовані викиди від палива	127.42	96.00	89.18	75.66	62.61	57.69	45.96	43.00	45.71	47.93	50.42	50.36

Динаміка викидів ПГ у секторі «Енергетика» за період 1990-2021 рр. різноманітна на певних частинах часового ряду.

У 1990-1993 рр. викиди парникових газів стрімко скорочувалися, що пов'язано з розпадом економіки УРСР і Радянського Союзу в цілому. У 1994 р. відбулося найбільше скорочення викидів ПГ – на 15,9% порівняно з попереднім 1993 роком, з наступним уповільненням щорічних скорочень до 2000 року включно. Цей період характеризується різким скороченням виробничих потужностей і простоями підприємств, а також поступовим «старінням» промислового капіталу та національної інфраструктури.

У період 2000-2007 рр. спостерігалось незначне збільшення викидів парникових газів разом із більш швидким зростанням швидкості нарощування потужностей у виробничому секторі. За звітний період викиди ПГ зросли на 7,1%, що зумовлено низкою макроекономічних, політичних, адміністративних та соціальних факторів. Серед основних причин слід зазначити наступні: відкриття нових міжнародних ринків з жорсткою конкуренцією, політичні та економічні заходи щодо підвищення енергоефективності в енергетиці України, міжнародне економічне та кадрове співробітництво з енергоефективності та енергозбереження, тенденції цін на енергоносії, перехід до управління приватною власністю.

З 2007 року основний вплив на зміни річних викидів парникових газів справила глобальна економічна криза 2008 р., яка найбільше торкнулася невиробничої сфери, а також ситуація на світових ринках енергоємної

продукції (наприклад, металургії), політика природного заміщення газу вугіллям шляхом впровадження технології закачування пиловугільного газу.

Останні роки характеризуються загальним спадом промислового виробництва, що посилюється пандемія COVID та відповідне скорочення виробництва й викидів ПГ в енергетиці.

3.2.2. Промислові процеси та використання продукції (ППВП)

Викиди ПГ у цьому секторі включають викиди від виробництва промислової продукції, а також від використання вапняку, доломіту і соди в різних технологічних процесах. Викиди включено спалювання палива для виробництва тепла та електроенергії у виробництві промислової продукції у сектор «Енергетика», за винятком викидів від енергетичної та неенергетичної складових використання коксу для виробництва чавуну та енергетичні й неенергетичні компоненти використання природного газу у виробництві аміаку, відповідно до керівних принципів МГЕЗК 2006 [42] (глава 1, том 3). І непрямі викиди N_2O , розраховані відповідно до керівних принципів МГЕЗК 2006 р. [42] (гл. 7.3, том 1).

Викиди ПГ проводились для [43]:

1. Видобуток і використання корисних копалин.
2. Хімічна промисловість.
3. Виробництво металу.
4. Розчинник і неенергетичний продукт від використання палива.
5. Виробництво електронного обладнання.
6. Споживання замінників озоноруйнівних речовин.
7. Інше виробництво та використання.
8. Виробництво целюлози та харчова промисловість.

На рис. 16 представлені діаграми викидів CO_2 , CH_4 та N_2O , а на рис. 17 – основні категорії сектору, відповідно, у виробництві та використанні мінеральних продуктів, виробництві хімічних продуктів та виробництві металів (включаючи викиди перфторвуглеців з алюмінію виробництво) та

неенергетичного продукту з використанням палива, іншого оксиду азоту, гідрофторкарбонатів і гексафториду сірки.

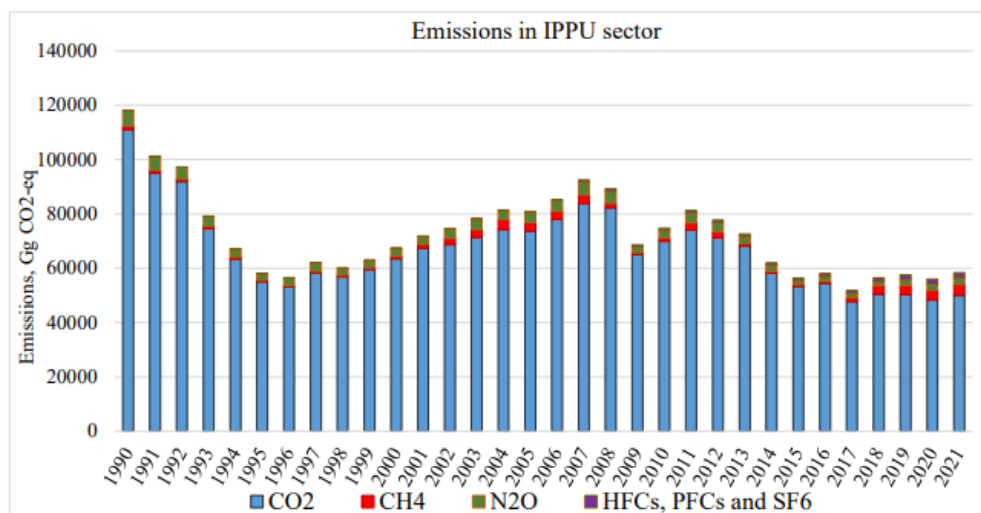


Рис. 16. Викиди CO₂, CH₄ та N₂O в секторі «Промислові процеси та використання продукції», тис. т CO₂-екв.

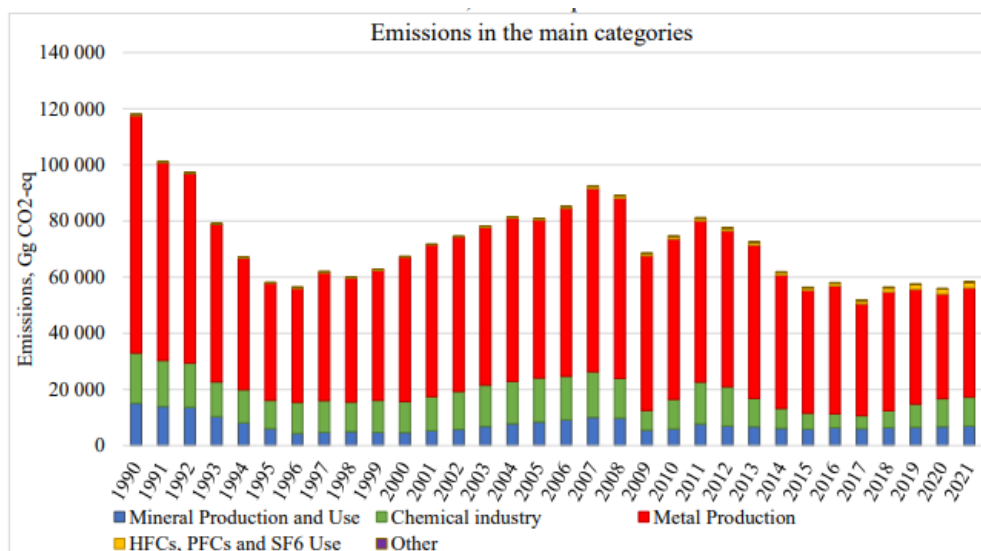


Рис. 17. Викиди парникових газів прямої дії в основних категоріях сектору Промислові процеси та використання продукції, кт CO₂-екв.

Викиди в секторі ППВП зросли на 4,2% порівняно з минулим роком через зростання промислового виробництва в Україні на 1,9%, згідно з даними ДССУ. Виробництво в металевій промисловості зросло на 5,8%, хімічної промисловості зменшився на 0,1%, а виробництво мінеральних продуктів показує зростання на 9,8%, які є основними джерелами викидів у цьому секторі. Викиди в галузі порівняно з базовим роком значно скоротилися через скорочення виробництва.

Серед усіх категорій, найбільша кількість викидів CO₂ спостерігається у виробництві чавуну та сталі, феросплави, аміак, цемент, вапно.

Викиди CH₄ в промисловому секторі в основному пов'язані з хімічною продукцією та виробництвом чавуну, а викиди N₂O – з виробництвом азотної кислоти та використання азоту в медичних цілях.

3.2.3. Сільське господарство

У секторі сільського господарства враховуються такі категорії джерел викидів [43]:

- А кишкова ферментація;
- В утилізація гною;
- С вирощування рису;
- D сільськогосподарські ґрунти;
- Е випалювання саван;
- F польове спалювання сільськогосподарських відходів;
- G вапнування;
- Н застосування сечовини.

Повідомляється про загальні викиди прямих ПГ (CO₂, CH₄, N₂O) у секторі та за категоріями у таблиці 3 у категоріях Е передбачене спалювання саван і F польове спалювання сільськогосподарських залишків, викиди не оцінювалися, оскільки екосистеми саван на території України немає, а спалювання пожнивних решток в Україні заборонено згідно з Кодексом України про адміністративні правопорушення (ст. 77-1) та Законом України «Про охорону атмосферного повітря» (ст. 16, 22).

Таблиця 3. Зміни викидів парникових газів у секторі сільського господарства

Категорія	Викиди, тис. т CO ₂ -екв.		
	1990	2020	2021
А кишкова ферментація	45 924.87	7 447.05	7 047.92
В утилізація гною	7 308.44	1 944.66	1 907.75
С вирощування рису	216.43	82.99	82.99 74.84
D сільськогосподарські ґрунти	35 709.95	31 845.55	37 575.04
Е випалювання саван	-	-	-

Г польове спалювання сільськогосподарських відходів	-	-	-
Г вапнування	2 592.08	131.35	176.23
Н застосування сечовини	270.14	235.51	235.60
Усього	92 021.91	235.51	235.60

Загальні викиди ПГ у секторі зменшилися на 53,88% порівняно з базовим роком і зросла на 6,63% порівняно з попереднім 2015 роком (табл. 3). Найбільші викиди в аграрному секторі України в 2016 році спостерігалися в D Категорії «Сільськогосподарські ґрунти» та А «Кишкова ферментація». Наступною за величиною категорією є В «Утилізація гною», на частку якого припадає 5,01% викидів. Внесок інших категорій незначний і становить лише 1,62%.

Ключовими газами в секторі є метан і закис азоту, на які припадає 54,21 та 42,68% у 1990 році та 28,04 та 70,56% викидів у 2016 році відповідно.

Скорочення викидів парникових газів за період 1990-2021 рр. в першу чергу зумовлено зменшення поголів'я худоби, кількості внесених у ґрунт добрив, а також зміни у обробці гною тварин в результаті розпаду Радянського Союзу та подальших економічних криза.

Однією з причин зростання викидів у 2001-2002 рр. порівняно з 2000 р. була стабілізація поголів'я свиней за рахунок відновлення роботи одних свиноферм, закупівлі з інших країни розведення тварин, а також збільшення субсидій. У 2003 році в результаті впливу природних і економічних факторів поголів'я тварин у господарствах населення різко скоротилося. Зокрема, порівняно з минулим роком середньорічне поголів'я великої рогатої худоби зменшилось на 17 %, свиней – на 10 %. Визначальним чинником скорочення популяції тварин у 2003 році були екстремальні погодні умови умов (сильний холод і невелика кількість снігу), що призвело до глибокого промерзання ґрунту та подальше зниження врожайності зібраних посівних площ кормових культур для тваринництва.

В загальному, 2003 рік характеризується стрімкою зміною цін реалізації живих тварин, фуражного зерна та інших кормів.

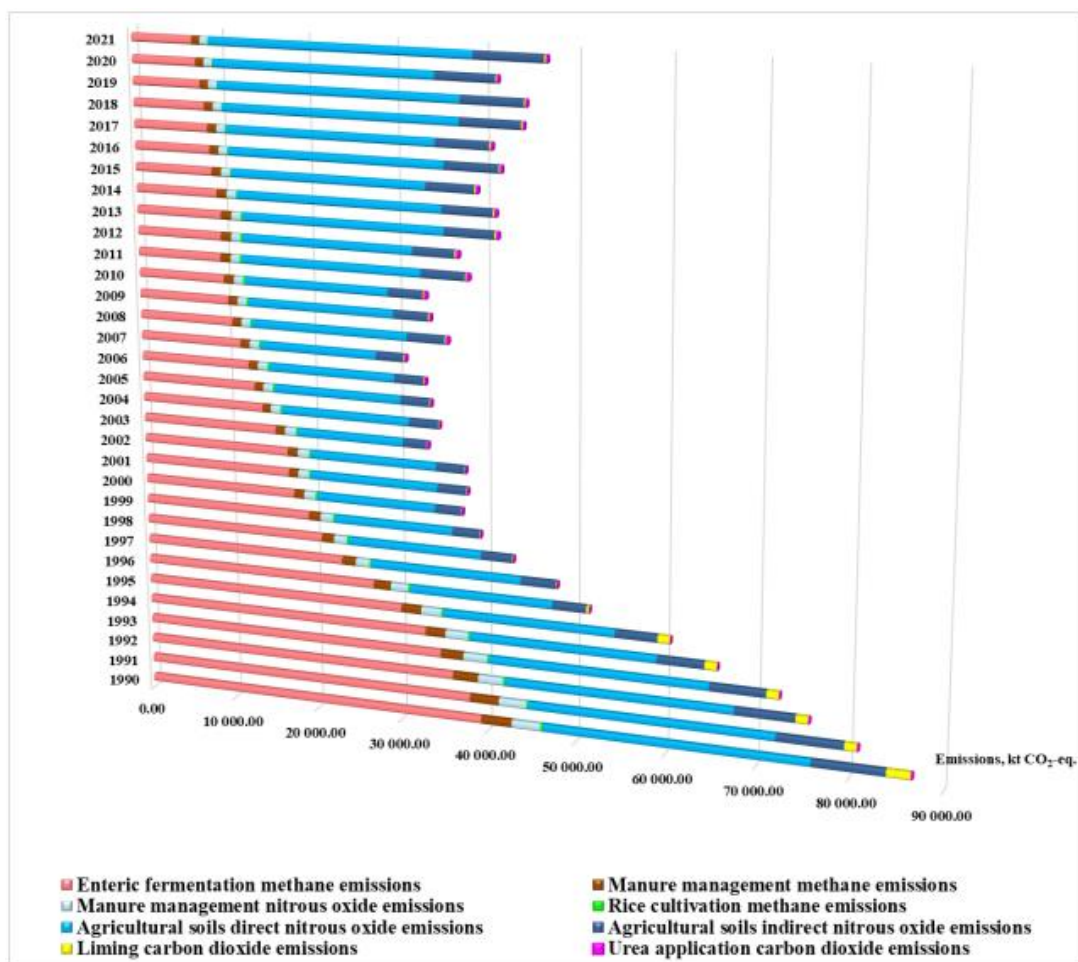


Рис. 18. Коефіцієнт прямих викидів парникових газів у секторі сільського господарства, кт CO₂-екв.

- викиди метану в результаті кишкової ферментації;
- утилізація гною – викиди оксиду азоту;
- сільськогосподарські ґрунти – прямі викиди оксиду азоту;
- вапнування – викиди вуглекислого газу;
- викиди метану при використанні гною;
- викиди метану від вирощування рису;
- сільськогосподарські ґрунти – непрямі викиди оксиду азоту;
- викиди вуглекислого газу при застосуванні сечовини.

Зростання прямих викидів N₂O з сільськогосподарських ґрунтів у 2008 р. відбулося за рахунок збільшення кількості пожнивних решток, що надходять у ґрунт, що в свою чергу зумовлено найвищим у період років незалежності України валовий збір зернових і зернобобових культур, який становив 53,3 млн.

т. Крім того, у 2003-2021 рр. спостерігалось збільшення нормативно внесених азотних добрив (крім 2009 та 2015).

Однією з основних причин зниження викидів метану в категорії В Утилізація гною порівняно з викидами в інших категоріях є часткова заміна рідинних систем на твердий спосіб зберігання в структурі гноєпереробки на тваринницьких підприємствах. Таким чином, відсоток гною великої рогатої худоби, що зберігалась в рідинних системах на агропідприємствах, у 1990 р. становила 21,0 % від загального гною, що вироблявся.

У 2021 році відповідна частка гною в рідинних системах становила близько 5,6 %, а решта гною здебільшого залишалась на пасовищі/пасовищі/загоні або у твердих сховищах. Оскільки потенціал утворення метану в рідких системах значно вищий, ніж при твердому способі зберігання, коефіцієнти викидів за період 1990-2021 рр. різко скоротилися. Водночас викиди метану в даній категорії за звітний період зменшилися на 71,9 %.

3.2.4. Землекористування, зміни у землекористуванні та лісове господарство (ЗЗЛГ)

У секторі землекористування, змін у землекористуванні та лісового господарства (ЗЗЛГ) враховуються не тільки викиди парникових газів, а також їх поглинання, відповідно до Методичних рекомендацій [44]. За весь звітний період з 1990 по 2010 рік та у 2020 році (крім 2008), результуюче поглинання ПГ спостерігалось в секторі, тоді як у 2011-2019 та у 2021 роках сектор був чистим джерелом (рис. 19) [43].

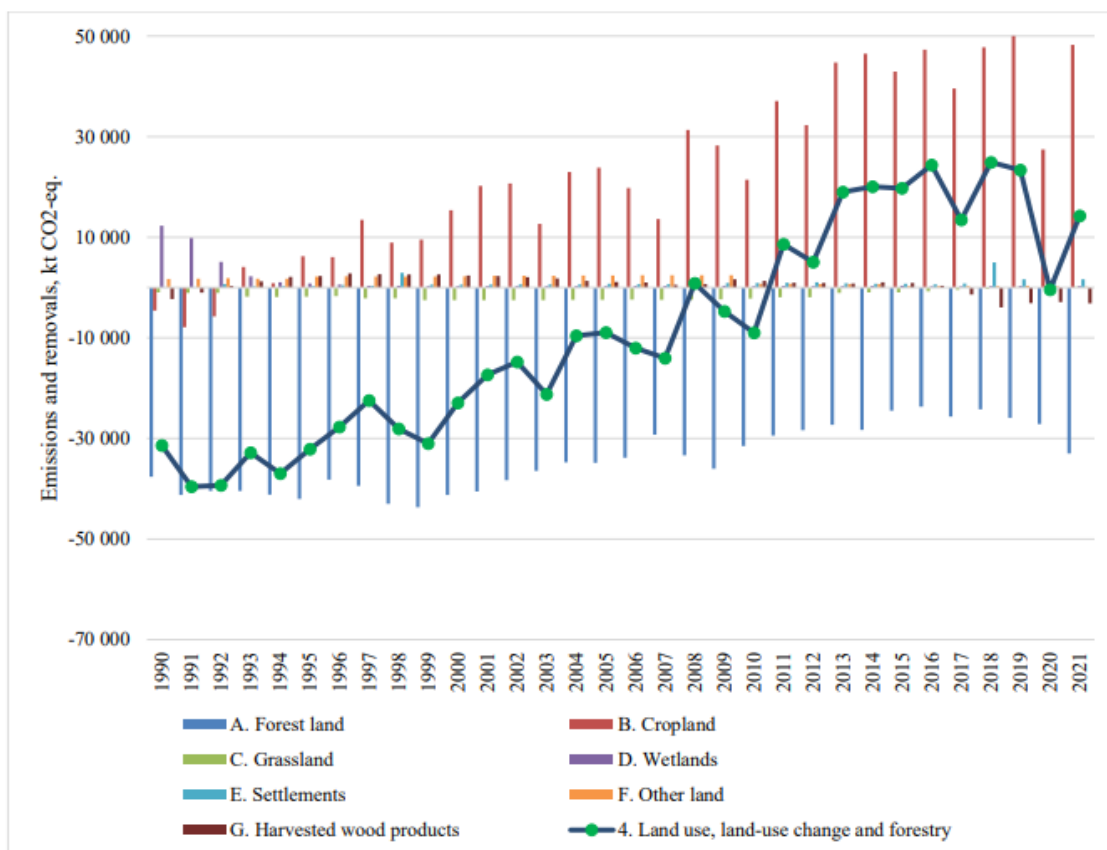


Рис. 19. Викиди та поглинання в секторі 333ЛГ в Україні у 1990-2021 рр.,
кт CO₂-екв.

A. Лісові землі

B. Рівні землі

C. Луг

D. Водно-болотні угіддя

E. Населені пункти

F. Інші землі

G. Продукція із заготовленої деревини

4. Землекористування, зміни у землекористуванні та лісове господарство

Отримані значення для сектору 333ЛГ коливаються від -39,6 Мт CO₂-екв. поглинання в 1991 році до -14,2 Мт CO₂-екв. викидів у 2021 році з піком викидів (24,9 Мт CO₂-екв.) у 2018 році.

Україна наразі шукає можливості змінити збір даних про діяльність процедуру та її подальшу обробкою. Очікувалося, що він буде завершений у 2019 році, однак через технічні труднощі та невизначеність очікується, що

фінансування цього буде завершено пізніше. Поточний Звіт готується з використанням попередніх даних про діяльність, джерела та підходи.

Загальна площа земель за категоріями використання земель у національній статистичній звітності за формою 16-зем становила (раніше називався 6-зем) вихідні дані для представлення території згідно з класифікацією МГЕЗК.

У категорії землекористування «Лісові землі» загальний рівень видалення ПГ становить 23,7-43,7 Мт CO₂-екв. протягом усього часового ряду. Серед різних факторів, які впливають на тренд, найбільш значущими є:

- інтенсивність заготівлі деревини;
- частота, інтенсивність і характер пожеж та інших порушень лісових насаджень;
- зміна площі землі, переведеної в цю категорію.

Тенденція викидів та поглинання парникових газів у категорії орних земель коливається в межах -7,9 Мт CO₂-екв. поглинання в 1991 році та 48,3 Мт CO₂-екв. викидів у 2021 р., хоча найвищий рівень викидів у категорії становила 50,0 Мт CO₂-екв. у 2019 році.

Значні зміни у категорії ріллі спричинені здебільшого CSC у мінеральних ґрунтах з вирощування врожаю. Зокрема, з 1990 року відбулася зміна від 2,5 Мт С вилучених до 12,9 Мт С викидів повністю в басейн мінеральних ґрунтів. Ця зміна спричинена головним чином переходом культур на більшу кількість ґрунту, виснажливі при менших нормах внесення органічних добрив (рис. 20 і 21). Крім того, є різноманіття врожайності культур, зібраних між роками.

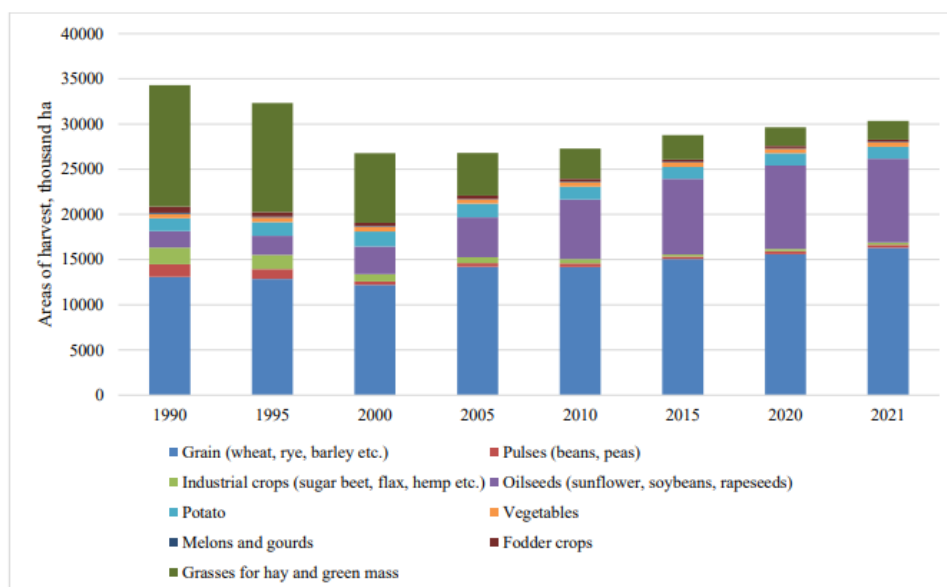


Рис. 20. Структура посівів, вирощуваних на посівних площах

- Зерно (пшениця, жито, ячмінь та ін.)
- Технічні культури (цукровий буряк, льон, коноплі та ін.)
- Картопля
- Баштанні культури
- Трави на сіно та зелену масу
- Бобові (квасоля, горох)
- Олійні культури (соняшник, соя, ріпак)
- Овочі
- Кормові культури

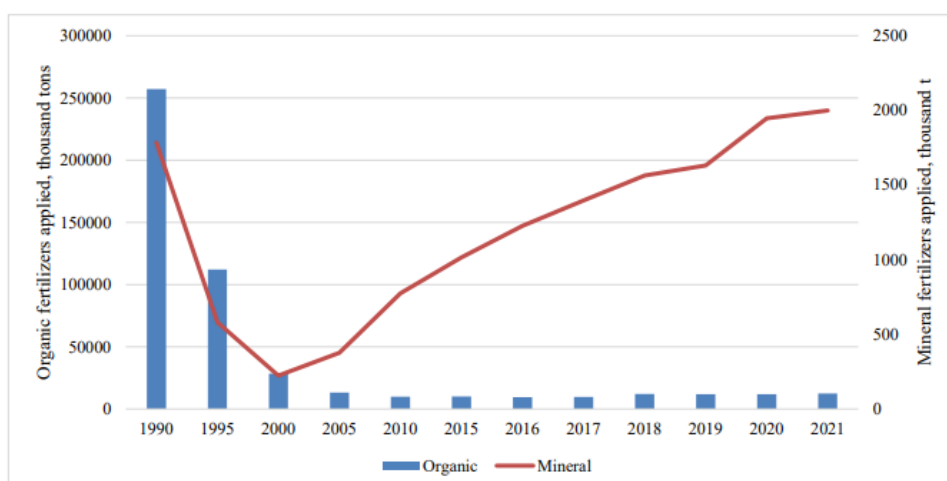


Рис. 21. Внесення добрив в орні землі

Категорія пасовищ є чистим поглиначем для часового ряду 1990-2018 рр. з 0,9 Мт CO₂-екв. Видалення у 1990 р. зі збільшенням поглинань у 2001-2003

рр. до 2,5 Мт CO₂-екв., а потім падіння поглинань до 0,2 Мт CO₂-екв. у 2018 р. У 2019-2021 рр. категорія стала чистим джерелом з викидами 93 кт CO₂-екв. в останній рік. Найбільш вагомими причинами такої тенденції є ХПК у басейні мінеральних ґрунтів, викликані зміною землекористування до категорії пасовищ, зміною площ та управління пасовищами і сіножатями, а також динаміка площ перетворення земель на пасовища.

Протягом часового ряду з 1990 року викиди в категорії водно-болотних угідь зменшувалися зі скороченням площ видобутку торфу. Значний вплив на викиди ПГ має саме процес видобуток торфу. З 1990 р. площі видобутку торфу, а також обсяги його видобутку для неенергетичних цілей, зменшилися в кілька разів (рис. 22). Отже, падіння відбулося з 12,3 Мт CO₂-екв. до 0,3 Мт CO₂-екв.

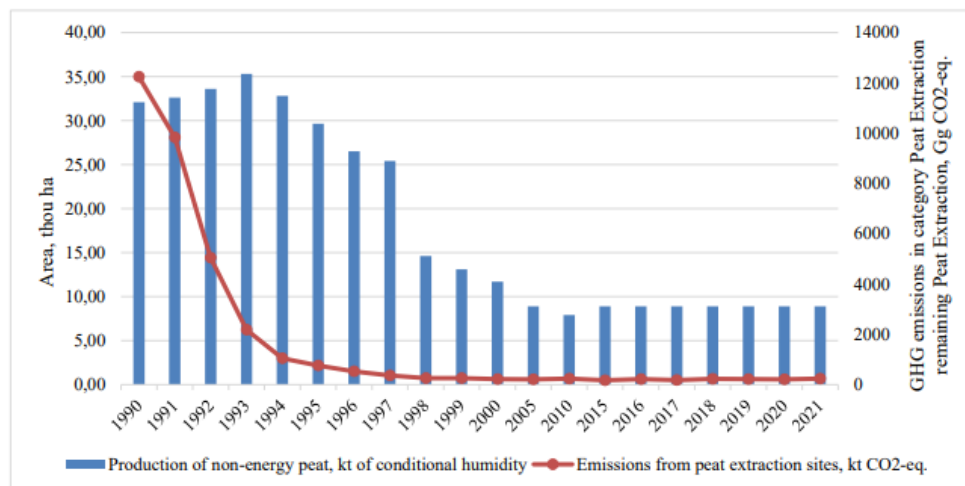


Рис. 22 Площі видобутку торфу та викиди в категорії D. Водно-болотні угіддя у 1990-2021 рр.

Викиди в категоріях Е. Населені пункти та Ф. Інші землі відбуваються, тільки коли відбуваються зміни у землекористуванні. Через значущість перетворених площ є викиди до 5,1 Мт CO₂-екв. в 1998 році і 5,3 Мт CO₂-екв. у 2018 році всього в цих категоріях.

Непрямі викиди N₂O були оцінені від усіх категорій землекористування. В Україні ці викиди відбуваються в секторі ЗЗЗЛГ під час змін між категоріями землекористування.

Частка вуглецю в продуктах заготовленої деревини (категорія G) представлена на рисунку 23.

Перехід поглинання на викиди в часовому ряді викликано переорієнтацією промислового використання круглого лісу – від внутрішнього використання всередині країни до експорту, який виріс з близько 693 м³ у 1992 р. (найбільш ранні наявні дані) до 3,5 млн. м³ у 2016 р. Спостерігається обмеження експорту необробленого круглого лісу всього 400 м³ у 2021 році, поки виробництво зростало з 4,7 млн м³ у 1997-1999 рр. до 8,2 млн. м³ у 2021 р. Подібна тенденція спостерігається у виробництві пиломатеріалів: падіння приблизно на 66% - з 7,4 млн м³ у 1990 р. до 1,8 млн. м³ у 2014 р., але потім збільшення до 2,2 млн м³ у 2021 році.

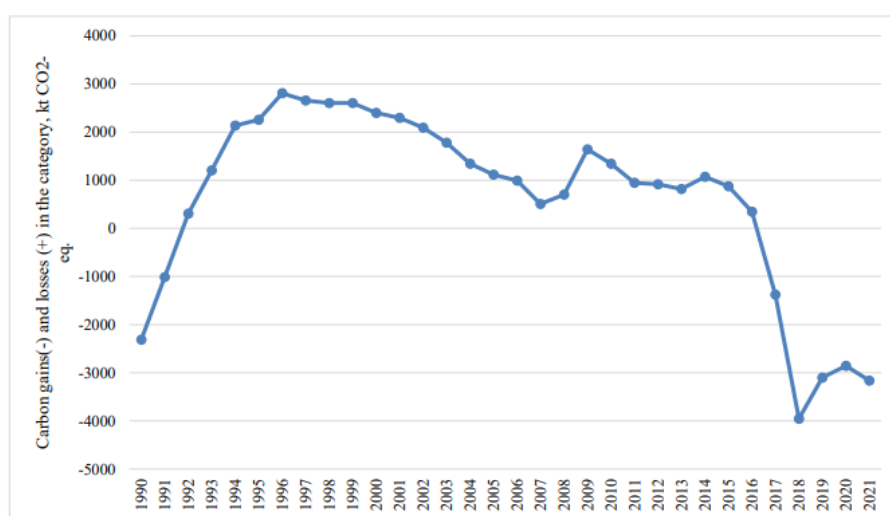


Рис. 23 Внесок продукції із заготовленої деревини у загальні викиди/поглинання в секторі 333ЛГ

3.2.5. Відходи

У секторі «Відходи» обліковуються викиди ПГ за такими категоріями:

- A Утилізація твердих побутових відходів;
- B Біологічна переробка твердих побутових відходів;
- C Спалювання та відкрите спалювання відходів;
- D Очищення та скидання стічних вод.

Викиди метану в секторі надходять від розкладання органічної речовини в твердому стані з полігонів міських і промислових відходів, від очищення промислових та побутових стоків, відходів спалювання та компостування. Викиди закису азоту утворюються в наслідок очищенн промислових стічних

вод, комунальних стічних вод, спалювання та компостування відходів. Вуглекислий газ обліковується при спалювання відходів [43].

За результатами кадастру викиди парникових газів у секторі у 2021 р. становили до 12 137,75 кт CO₂-екв.; в тому числі метан – 11 055,59 кт CO₂-екв. (442,22 кт); закис азоту – 1077,10 кт CO₂-екв. (3,61 кт); та вуглекислого газу – 5,06 тис. т, що збільшується порівняно з базовим сценарієм у 1990 р. (12439, 38 кт CO₂-екв.) становить 2,4 %. Зменшення порівняно з попереднім роком є 1,8 %.

Детальніше про тенденції викидів у секторі та значення викидів див. на рис. 24. та таблицю 4

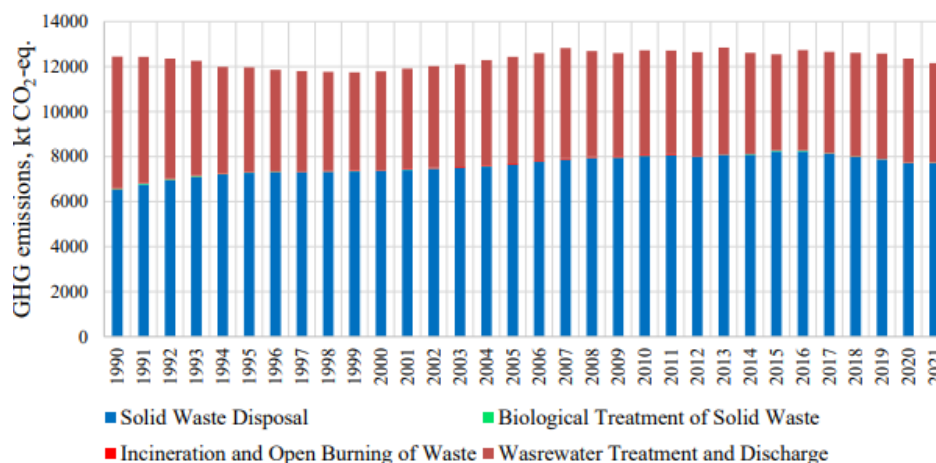


Рис. 24. Викиди ПГ у секторі «Відходи», 1990-2021 рр.

Таблиця 4. Викиди ПГ у секторі «Відходи» за газами та категоріями в окремі роки

Year	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	5.A	5.B	5.C	5.D	Total GHG
	kt CO ₂ -eq							
1990	28.66	10689.63	1721.09	6534.47	34.36	34.66	5835.89	12439.38
1995	26.65	10627.08	1312.69	7278.37	23.23	30.59	4634.23	11966.41
2000	34.53	10585.13	1168.97	7376.24	9.71	38.96	4363.72	11788.63
2005	49.48	11134.88	1239.96	7638.93	5.10	55.89	4724.39	12424.32
2010	52.88	11449.66	1223.04	8034.90	3.03	59.21	4628.44	12725.58
2011	45.08	11441.06	1227.55	8058.04	5.49	52.97	4597.19	12713.69
2012	34.68	11367.18	1237.13	8000.68	6.41	38.52	4593.21	12638.99
2013	3.31	11593.47	1246.51	8079.44	7.33	4.54	4751.98	12843.29
2014	11.01	11401.09	1199.23	8092.25	12.98	17.15	4488.95	12611.32
2015	8.24	11407.66	1132.54	8232.11	39.48	10.71	4266.14	12548.44
2016	5.06	11587.32	1133.28	8234.57	34.98	9.09	4447.02	12725.67
2017	5.64	11535.71	1117.78	8117.50	25.80	9.34	4506.48	12659.13
2018	5.18	11482.39	1119.22	7974.50	28.52	9.42	4594.36	12606.79
2019	3.53	11469.82	1104.90	7880.72	8.40	8.05	4681.09	12578.26
2020	3.79	11255.88	1097.64	7704.87	7.49	9.11	4635.83	12357.30
2021	5.06	11055.59	1077.10	7699.74	17.29	12.36	4408.36	12137.75

Починаючи з 1990 року викиди від поводження з відходами поступово зменшувалися і досягли свого мінімального значення в 1999 році, цей період характеризувався різким падінням промислового виробництва і, як результат,

зменшилися викиди від очищення промислових стічних вод. У період 1999-2007 рр. викиди значно зросли – на 9,3% – через збільшення обсягів твердих побутових відходів (ТПВ), захоронення, а також збільшення обсягів промислових стічних вод. У 2008 році відбулося невелике скорочення викидів парникових газів, пов'язане зі світовою економічною кризою 2008 р. У 2014 році викиди ПГ в сектор «Відходи» почав постійно скорочуватися в основному за рахунок скорочення споживання води для промислово-побутових потреб та збільшення утилізації метану на полігонах ТПВ.

Розроблені нові методи на основі глибокого вивчення технологій дають можливість оцінювати показники та контролювати досягнення цілей сталого розвитку на території всієї країни.

Україна є учасницею міжнародних програм, конвенцій та ініціатив (в т.ч на рівні ООН) для моніторингу навколишнього середовища, зокрема Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, Кіотський протокол, Конвенція ООН про боротьбу з опустелюванням тощо. Діяльність міжнародних установ вимагають від Міністерства екології та природних ресурсів України на регулярній основі створювати карти ґрунтового покриву всієї країни та оцінювати існуючі зміни у землекористуванні.

Україна не має відповідних фінансових зобов'язань згідно Конвенції, проте, усвідомлюючи необхідність стабілізації та покращення екологічного стану Землі, забезпечення сталого розвитку та допомоги країнам, що розвиваються, Україна робить свій внесок у зміцненні потенціалу країн, що розвиваються, у сфері запобігання змінам клімату шляхом навчання кваліфікованих спеціалістів за спеціальністю «Екологія» у закладах вищої освіти України.

Метан є другим за поширеністю антропогенним парниковим газом після вуглекислого газу (CO₂), що становить близько 20 % глобальних викидів. Метан вважається «короткостроковим кліматичним фактором», тобто він має відносно короткий термін життя в атмосфері приблизно 12 років. Хоча метан знаходиться в атмосфері менший проміжок часу і викидається в меншій

кількостях ніж CO₂, його потенціал глобального потепління (тобто здатність газу затримувати тепло в атмосфері) у 28-34 рази більший.

У результаті, викиди метану спричинили приблизно одну третину сучасного антропогенного потепління. Метан виділяється під час видобутку та транспортування вугілля, природного газу та нафти. Викиди також є результатом розпаду органічні речовини на полігонах твердих побутових відходів (ТПВ), деяких системах зберігання гною худоби та деяких агропромислових системах і системах очищення міських стічних вод. Уловлювання метану з цих джерел дає унікальну можливість пом'якшити зміни клімату та одночасно підвищити енергетичну безпеку, посилити економічне зростання та покращити якість повітря та безпеку людини.

РОЗДІЛ 4

УПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ЗІ СКОРОЧЕННЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

4.1. Європейські підходи щодо запобігання утворення парникових газів

Влітку 2021 року Комісією Європейського Союзу під головуванням Урсули фон дер Ляєн було представлено Європейську зелену угоду так звану дорожню карту Європи, в якій зазначено наміри стати першим кліматично нейтральним континентом до 2050 року і втілити Порядок денний зі сталого розвитку на період до 2030 року. Відтоді ЄС прискорив заходи щодо скорочення викидів парникових газів, інвестування в зелені технології та захисту природного середовища [45].

Європейська зелена угода є амбітним та наймасштабнішим планом трансформації у світі. Запропоновано певний пакет заходів зі скорочення викидів парникових газів на 55%, так званий «fit for 55 package», де окреслено конкретні кроки для досягнення цих намірів, а завдяки програмі економічного відновлення NextGenerationEU залучено достатню кількість інвестицій. Реалізація угоди можлива за допомогою наступних інструментів, як показано на рисунку 25:

- Пакет Fit for 55, включно з торгівлею квотами на викиди, регулюванням та цілями.
- Механізм корегування викидів вуглецю.
- Впровадження альтернативних видів палива та інфраструктури на транспорті.
- Таксономія ЄС для сталої діяльності.
- Ініціатива «Хвиля реновації».
- Стратегія лісового господарства.
- Стратегія «від ферми до тарілки».
- Нульове забруднення.

- Стала та розумна стратегія мобільності.
- Пакет економіки замкнутого циклу.
- Стратегія біорізноманіття.



Рис. 25. Інструменти Європейської зеленої угоди

Вже у березні 2022 року Комісія представила пакет пропозицій, який спирається на існуючі вимоги, щоб зробити сталу продукцію нормою на ринку ЄС. Нові правила роблять продукцію довговічнішою, багаторазовою, придатною до модернізації, ремонту та утилізації, а також енергоефективною та ресурсоефективною.

У червні 2022 року Комісія представила два нові закони, які мають на меті відновити природу на усій території ЄС. Запропонований закон про відновлення природи є ключовим кроком у запобіганні найгірших наслідків зміни клімату і втрати біорізноманіття, оскільки зосереджується на відновленні водно-болотних угідь ЄС, річок, лісів, лук, морських екосистем та міського середовища, а також біологічних видів, які там мешкають.

4.2. Досвід Європейських країн – механізми зменшення викидів CO₂

У 2017 році країни світу отримали близько 33 млрд дол від запровадження вуглецевих політик. У 2019 році уряди зібрали 45 млрд дол завдяки запровадженню CO₂-політики [46].

У світі застосовують різні інструменти для стимулювання скорочення викидів CO₂:

- податкові (пряме використання в бюджеті, вторинне використання, витрати на навколишнє середовище (оподаткування палива, викидів));
- ринкові (системи торгівлі "викидами");
- регулювання та субсидування (екологічні стандарти, політика підтримки інноваційних галузей економіки).

Проте основними механізмами є система торгівлі викидами і податок на викиди CO₂. Європейська система торгівлі викидами (EU ETS) базується на директиві Європейського Союзу щодо торгівлі викидами 2003/87/ЕС і працює за принципом "обмежуй і торгуй" (cap-and-trade) з 2005 року.

До складу EU ETS входять понад 11 тис установок, які створюють понад половину європейських викидів CO₂. EU ETS охоплює чотири сектори: енергетику (теплові електростанції з потужністю понад 20 МВт, нафтопереробні підприємства та коксові печі); виробництво та обробку чорних металів; видобувну промисловість (у тому числі виробництво цементу, цегли, скла та кераміки); целюлозно-паперову промисловість.

Доходи, отримані від продажу дозволів на викиди CO₂ в межах EU ETS, забезпечують державам-членам надходження, які можуть бути використані на проекти із зниження вмісту вуглецю та впровадження відновлюваних джерел енергії.

З одного боку, ціна на викиди підвищує витрати, пов'язані з діяльністю, яка спричиняє забруднення, а з іншого – EU ETS спонукає скорочувати викиди на підприємствах, де це найбільш фінансово вигідно.

Підприємства, що не увійшли до EU ETS, сплачують податок на викиди CO₂ (carbon tax). Уперше carbon tax було запроваджено в північних європейських країнах на початку 1990-х років. Він передбачав сплату за викиди парникових газів від спалювання викопного палива.

Таким чином, обидва інструменти працюють у країнах одночасно, покриваючи різні об'єкти та стимулюючи скорочення викидів. Міжнародний

валютний фонд наполягає, що оподаткування викидів CO₂ є найбільш ефективним інструментом для обмеження використання викопних видів палива і пов'язаних з ними викидів двоокису вуглецю. Крім того, податок може забезпечити накопичення коштів для переходу на відновлювані джерела енергії.

Аби втілити в життя цілі Паризької кліматичної угоди, рівень викидів в атмосферу двоокису вуглецю до 2030 року необхідно скоротити на третину, а також запровадити збір – 70 дол за тону викидів вуглекислого газу. Оподаткування є найбільш дієвим інструментом стимулювання зменшення викидів CO₂, зменшення споживання енергії, підвищення енергоефективності, збільшення використання альтернативних та відновлюваних джерел енергії.

Швеція – одна з перших країн світу, що запровадила податок на викиди CO₂. Податок на вуглець був введений у 1991 році за ставкою 250 шведських крон (24 євро) за тону викидів CO₂. Протягом усіх років ставка поступово збільшувалася і у 2020 рік становила 108,81 євро. Податок сплачують і домогосподарства, і підприємства, що не входять до EU ETS.

Шведський досвід доводить, що податок на вуглець може бути простим для впровадження та адміністрування з низькими витратами для органів влади та операторів. Це особливо правильно при існуючих системах збору податків, таких як система стягнення інших акцизних податків на пальне.

Ще однією особливістю податку на викиди CO₂ є те, що податкові ставки у податковому законодавстві Швеції виражаються в загальних торгових одиницях (обсязі чи вазі). Податок на викиди CO₂ стягується з усіх викопних видів палива пропорційно вмісту вуглецю, оскільки викиди вуглекислого газу, що виділяються при спалюванні будь-якого викопного палива, пропорційні вмісту вуглецю в паливі.

Тому не потрібно вимірювати фактичні викиди, що значно спрощує систему. Спалювання стійкого біопалива не призводить до чистого збільшення вуглецю в атмосфері і не підлягає оподаткуванню податком на викиди CO₂.

Німеччина з 2021 року запровадила вуглецевий податок на рівні 25 євро за тону викидів CO₂. Передбачається, що протягом 2021-2025 років він поступово зросте до 55 євро за тону. Після 2026 року ставка податку на викиди CO₂ буде встановлюватися залежно від обсягів викидів.

Головна мета запровадження податку на викиди CO₂ – стимулювання відмови від використання викопного палива та перехід на відновлювані джерела енергії. Цей податок підвищує ціни на бензин, дизельне пальне, мазут та природний газ через вміст CO₂.

Весь дохід від податку на CO₂ повинен бути використаний для зниження вартості "зеленої" електроенергії. Податок повинен стимулювати використання екологічних технологій та сприяти у 2030 році скороченню викидів парникових газів на 55% від рівня 1990 року.

У 1990-х роках із впровадженням нового податку на викиди CO₂ (carbon tax) північні європейські країни, зокрема **Данія**, почали застосовувати систему фінансової підтримки підприємств – схему добровільних угод (voluntary agreements scheme). Підприємства підписували договори з Данським енергетичним агентством про добровільний обов'язок постійно зменшувати споживання енергії і отримували знижки на податок CO₂.

Вивільнені кошти підприємства вкладали в модернізацію виробничих потужностей. Згодом цю схему вдосконалили. Добровільні угоди почали укладати групи підприємств, що дало можливість будувати і використовувати спільні об'єкти, у тому числі відновлювані джерела енергії.

Зараз країни, що першими запровадили податок на викиди CO₂, мають найбільші частки відновлюваних джерел енергії в енергобалансі. Це пов'язано з тим, що кошти податку використовувалися для фінансування заходів з енергоефективності та поширення використання "зелених" технологій.

В **Україні** податок на викиди CO₂ був введений у 2011 році і є складовою екологічного податку. Тривалий час ставка податку була дуже низькою (від 0,26 грн до 0,41 грн за тону викидів), що не стимулювало підприємців запроваджувати енергоефективні заходи і переходити на відновлювані джерела

енергії. З 1 січня 2019 року ставка податку зросла у 24 рази до 10 грн за тонну викидів CO₂, а обсяги зібраних коштів – у 18 разів до 900 млн грн. Однак усі кошти були спрямовані до загального фонду державного бюджету, без цільового використання.

Особливістю українського податку на викиди CO₂ є те, що він сплачується на основі заповнених декларацій, а розраховується в момент утворення викидів і має складний алгоритм розрахунку. Такий підхід призводить до того, що під оподаткування підпадають підприємства, які спалюють біомасу, хоча вона вважається вуглецевонеїтральним паливом і у світі не оподатковується.

Україна має зобов'язання гармонізувати своє законодавство з директивою ЄС 2003/96/ЄС про реструктуризацію оподаткування електроенергії і перенести базу оподаткування викидів CO₂ на викопне паливо. Це дає можливість охопити податком усі потенційні викиди CO₂ і стимулювати перехід на відновлювані джерела енергії, оскільки вони не підпадають під оподаткування. Поки що зміни до законодавства не розроблялися.

У 2020 році у Верховній Раді були зареєстровані законопроекти про запровадження Державного фонду декарбонізації (зміни до Бюджетного кодексу, №4347) і про збільшення ставки податку на CO₂ до 30 грн (зміни до Податкового кодексу, №4346). Джерелом наповнення фонду декарбонізації у законопроекті передбачено податок на викиди CO₂.

Планується 20-відсоткове скорочення викидів CO₂ на підприємствах, що скористаються інструментами фонду. Передбачається, що кошти фонду будуть іти лише на проекти, які сприяють скороченню викидів CO₂ і мають енергоефективний, екологічний та соціальний ефекти.

У лютому 2021 року в.о. міністра енергетики Юрій Вітренко оголосив про наміри сприяти "зеленому" енергетичному переходу шляхом підвищення ставок податку на викиди CO₂ та спрямовувати надходження від цього податку на розвиток відновлюваної енергетики в Україні.

Чинна система оподаткування викидів CO₂ в Україні не стимулює запровадження енергоефективних заходів і перехід на відновлювані джерела енергії, а також охоплює тільки частину викопного палива. Україна в найближчі роки постане ще перед одним викликом через запровадження в ЄС Європейської зеленої угоди. Вона передбачає додаткове мито чи податок для товарів з країн з низьким рівнем податкового вуглецевого навантаження – Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). Таким чином, ЄС запроваджує не тільки внутрішні зміни, а й створює навколо своїх кордонів більш чистий простір країн-сусідів.

Під це оподаткування будуть підпадати українські товари, які мають суттєву вуглецеву складову, передусім продукція металургії та електроенергія. Зволікання держави з підвищенням ставок податку на CO₂ з компенсаторними механізмами (системами фінансової підтримки) може призвести до ситуації, коли українська продукція стане неконкурентною на європейських та світових ринках.

4.3. Стратегія обліку парникових газів

Підприємства, які впровадять облік парникових газів (GHG Protocol) та встановлять науково обґрунтовані цілі щодо досягнення кліматичної нейтральності, стануть беззаперечними лідерами у своїх галузях у найближчі 30 років та отримають доступ до інвестиційного капіталу для впровадження заходів щодо боротьби зі змінами клімату.

Ініціатива SBTi (Science Based Targets initiative - Ініціатива науково обґрунтованих цілей) заохочує українські компанії заповнити лист-зобов'язання щодо встановлення науково обґрунтованих кліматичних цілей, за 24 місяці встановити їх і безкоштовно пройти валідацію. Що це за ініціатива і який вона має вплив у світовому масштабі? [47].

Паризька кліматична угода в межах Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (UNFCCC) передбачає, що зобов'язання зі скорочення викидів парникових газів в атмосферу беруть на себе всі держави, незалежно від

ступеня їхнього економічного розвитку. Основна мета угоди — утримання зростання середньої світової температури на рівні значно нижче +2 °С від доіндустріальних рівнів та спрямовувати зусилля на обмеження зростання температури до +1,5 °С від доіндустріальних рівнів, оскільки це значно зменшить ризики зміни клімату.

Очевидно, що утримати зростання температури в межах 1,5° С не вдається, і вже через 15 років цей рівень буде перевищено, якщо обсяг антропогенних викидів парникових газів не зміниться та прогнозується прискорення темпів глобального потепління та посилення інтенсивності критичних явищ.

Україна в національно визначеному внеску (НВВ2) зазначила, що буде кліматично нейтральною до 2060 році. Це необхідно для того, щоб досягти «нульового забруднення», коли викиди парникових газів від діяльності людини стануть компенсованими. Очікується, що це дозволить втримати неминуче нагрівання планети в межах 1,5° С, щоб уникнути катастрофічних змін клімату. Станом на березень 2022 року понад 2000 компаній, які покривають 2 трлн ринкової капіталізації, задекларували прагнення встановити SBT (scientific based targets) — науково обґрунтовані цілі для скорочення понад 90 % власних викидів парникових газів та компенсації чи усунення залишкових до 2050 року (для компаній сфери енергетики фактично до 2040).

1200 компаній (які представляють 1/5 світової економіки з понад 50 секторів) уже мають підтвержені науково-обґрунтовані цілі, які покривають тисячу мегатонн річних викидів парникових газів, що еквівалентно приблизно 308 вугільним електростанціям.

Однак, серед них ви не знайдете жодної української компанії. Лише група компаній Arcelor Mittal, до якої входить компанія Арселор Міттал Кривий Ріг задекларувала свої короткострокові цілі зі скорочення викидів парникових газів.

Для того, щоби скорочувати викиди парникових газів, їх варто спершу порахувати. Для цього існує GHG протокол — методики та платформа корпоративного обліку та звітності щодо викидів парникових газів у світі.

Покрокова інструкція впровадження GHG протоколу в компанії виглядає так:

1. Визначити організаційні (частка володіння, про яку компанія звітує) та операційні (викиди, які пов'язані з діяльністю компанії) межі компанії.
2. Обрати базовий для порівняння рік (не пізніше 2015 року).
3. Встановити джерела інформації про викиди та методику.
4. Обрахувати викиди та керуємо ними.

До викидів згідно з GHG протоколом належать сім категорій парникових газів: діоксид вуглецю, метан, нітроген оксид (закис азоту), гідрофторвуглеці, перфторвуглеці, гексафторид сірки і трифторид азоту. Кожен із них має свій потенціал глобального потепління, який неодмінно враховується під час обрахунків.

Обрахунки розділені на 3 основні категорії:

Scope 1: включає спалювання палива зі стаціонарних і мобільних джерел різних видів палива — природний газ, мазут, дизельне паливо, бензин і біомаса, а також леткі викиди від холодоагентів і технологічних газів.

Scope 2: охоплює викиди, прив'язані до енергопостачання та комунальних послуг, зокрема електропостачання, пар, опалення й охолодження, водопостачання та водовідведення.

Scope 3: налічує всі інші непрямі викиди в ланцюжку створення вартості компанії (наприклад, придбані товари й послуги, використання проданих продуктів, відрядження співробітників). Стандарт Scope 3 охоплює 15 категорій висхідної та низхідної діяльності.

Компанії з різних сфер мають різні види та обсяги викидів. До прикладу, компанії сектору промисловості можуть мати більше 95 % викидів у Scope 1, 2, натомість фінансові та юридичні установи — у Scope 2 та 3. Саме Scope 3 за

складністю підрахунків залишався певний час осторонь під час провадження GHG-протоколу компаніями.

ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ



SCOPE 1	SCOPE 2	SCOPE 3 – ПЕРВИННІ	SCOPE 4 – ВТОРИННІ
<ul style="list-style-type: none"> • Палива, що використовуються в роботі: <ul style="list-style-type: none"> – природний газ – мазут – дизель – бензин – пропан • Холодоагенти та технологічні гази • Палива, що використовуються в транспортних засобах <ul style="list-style-type: none"> – бензин – дизель – біодизель 	<ul style="list-style-type: none"> • Використані комунальні <ul style="list-style-type: none"> – послуги – електрика – пара / тепло – охолоджена вода 	<ul style="list-style-type: none"> • Придбані товари та послуги • Капітальні товари • Паливно-енергетична діяльність <ul style="list-style-type: none"> • Виробництво транспортних засобів та їх дистрибуція • Відходи виробництва • Бізнес-подорожі • Поїздки співробітників на роботу • Виробництво активів для оренди 	<ul style="list-style-type: none"> • Перероблення транспортних засобів та їх дистрибуція • Перероблення реалізованої продукції • Використання реалізованої продукції • Обробка проданої продукції після закінчення терміну служби • Перехідні лізингові активи • Франшизи • Інвестиції

Рис. 26. Сфери охоплення викидів парникових газів

Scientific based targets initiative (Ініціатива науково обґрунтованих цілей) — один із прийнятих інструментів у світі для встановлення науково обґрунтованих цілей щодо скорочення викидів парникових газів.

SBTi — це «переклад» кліматичної науки мовою бізнесу. Їх розробляє науково-консультативна група, до складу якої входять провідні вчені з міжнародних агентств, таких як Міжурядова група експертів зі зміни клімату (МГЕЗК), Міжнародний інститут прикладного системного аналізу, які використовують модель Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) Net Zero згідно з яким валові викиди вичерпного діоксиду вуглецю зменшуються на 95 % між 2019 і 2050 роками.

На практиці це означає скоротити викиди компанії на понад 90 %, а ті викиди, які залишаються, — компенсувати залісненням або використовувати методи прямого захоплення діоксиду вуглецю з довілля. Отже, викиди компаній мають стати еквівалентні нулю (від цього й назва Net Zero) до 2050 року.

Тому пропонують встановити короткострокові (5–10 років) та довгострокові (до 2050 року) цілі зі скорочення викидів, які співвідносяться з

траєкторією 1,5°C. І хоча така перспектива багатьом ще здається абсолютно нереалістичною, дані говорять самі за себе.

Компанії в більшості секторів використовуватимуть один із двох методів розробки своїх науково обґрунтованих цілей: підхід абсолютного скорочення (використовується 4 з 5 компаніями із затвердженими науково обґрунтованими цілями) або підхід галузевого скорочення. Лише компанії, які працюють із викопним паливом у сфері нафти та газу, поки не можуть встановити SBTi. Зараз розробляється методологія цілепокладання для цих секторів.

Також Ініціатива SBTi наразі не встановлює цілі для міст, місцевих органів влади, установ державного сектору, навчальних закладів чи некомерційних організацій. Проте міста можуть зареєструвати свою зацікавленість у встановленні цілей через мережу науково обґрунтованих цілей.

На сьогодні в Україні викиди парникових газів згідно GHG-протоколу вже оприлюднили Ferrexpo (Scopes 1, 2, 3), Метінвест Холдинг (Scopes 1, 2) та Глобальна компанія Arcelor Mittal, до якої входить Арселор Міттал Кривий Ріг (Scopes 1, 2, 3).

Встановлення SBT реально працює. Перевірка цього року підтвердила, що компанії, які встановили цілі, уже фактично зменшили свої викиди на чверть від 2015 року. У середньому, компанії з моменту встановлення цілей скоротили викиди на 6,4 % на рік, що перевищує вимогу 4,2 % для цільового значення 1,5°C.

SBTi має сенс для бізнесу, оскільки забезпечує зростання в майбутньому, економить гроші, підвищує енергозбереження, забезпечує стійкість до регулювання, підвищує довіру інвесторів, стимулює інновації та конкурентоспроможність, водночас демонструючи конкретні зобов'язання щодо сталого розвитку перед усе більш свідомими споживачами. Середовище компаній SBTi чудове для тих бізнесів, які хочуть і планують змінювати майбутнє.

ВИСНОВКИ

1. Кожна тонна CO₂, що викидається, сприяє глобальному потеплінню, тому викиди CO₂ у всьому світі мають досягти нуля. Крім того, скорочення викидів інших парникових газів, таких як метан, також може вплинути на уповільнення глобального потепління, особливо в короткостроковій перспективі.

Полярна крига тане, рівень моря піднімається, у деяких регіонах екстремальні погодні явища та опади стають дедалі частішими, тоді як в інших – спостерігається більш екстремальна спека та посухи. Протидія зміні клімату і адаптація до глобального потепління є головними пріоритетами Світової спільноти. Тому людству потрібні заходи щодо боротьби зі зміною клімату зараз, інакше ці наслідки лише будуть посилюватися.

2. Встановлено, що сновними причинами, які зумовлюють концентрацію парникових газів в атмосфері, є, зокрема, низькі темпи впровадження новітніх технологій. З метою поліпшення якості атмосферного повітря та посилення реагування на наслідки зміни клімату Україна має забезпечити виконання міжнародних нормативно-правових документів щодо протидії змін клімату та поліпшення якості атмосферного повітря, серед яких – Ціль Сталого Розвитку 13, щодо боротьби зі зміною клімату та її наслідками.

3. За даними останнього Річного національного кадастру для подання відповідно до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату та Кіотського протоколу (2023 р.), частка викидів метану (CH₄) у загальній структурі викидів ПГ складає 21%, що є другою величиною після викидів CO₂. Найбільше викидів метану в енергетичному секторі – 66% від загального обсягу, тоді як частки сільського господарства та сектору відходів у 2019 році становили близько 13% та 16% відповідно.

Метан вважається «короткостроковим кліматичним фактором», тобто він має відносно короткий термін життя в атмосфері приблизно 12 років. Хоча він знаходиться в атмосфері менший проміжок часу і викидається в меншій

кількостях ніж CO₂, його потенціал глобального потепління (тобто здатність газу затримувати тепло в атмосфері) у 28-34 рази більший.

Тому уловлювання метану дає унікальну можливість пом'якшити зміни клімату та одночасно підвищити енергетичну безпеку, посилити економічне зростання та покращити якість повітря та безпеку людини.

4. Визначено, що основними механізмами скорочення викидів ПГ є система торгівлі викидами і податок. Головна мета запровадження податку на викиди ПГ – стимулювання відмови від використання викопного палива та перехід на відновлювані джерела енергії.

До викидів згідно з обліком парникових газів (GHG Protocol) належать сім категорій парникових газів: діоксид вуглецю, метан, нітроген оксид (закис азоту), гідрофторвуглеці, перфторвуглеці, гексафторид сірки і трифторид азоту. Для того, щоб скорочувати викиди парникових газів, їх варто спершу порахувати. Для цього існує GHG протокол — методики та платформа корпоративного обліку та звітності щодо викидів парникових газів у світі.

Показано, що Scientific based targets initiative (Ініціатива науково обґрунтованих цілей) є одним із прийнятих та дієвих інструментів у світі, а віддтепер і в Україні, для встановлення науково обґрунтованих цілей щодо скорочення викидів парникових газів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. IPCC, 2021: Summary for Policymakers. 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. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. In Press. URL:https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf
2. World Climate Research Program (WCRP), 2021: WCRP Coupled Model Intercomparison Project (CMIP). URL: <https://www.wcrp-climate.org/wgcm-cmip>
3. World Climate Research Program (WCRP), 2021: PMIP – Paleoclimate Modeling Intercomparison Project. URL: <https://www.wcrp-climate.org/modelling-wgcm-mip-catalogue/cmip6-endorsed-mips-article/1064-modelling-cmip6-pmip>
4. <https://www.globalmethane.org/documents/gmi-mitigation-factsheet.pdf>
5. <https://research.noaa.gov/article/ArtMID/587/ArticleID/2742/Despite-pandemic-shutdowns-carbon-dioxide-and-methane-surged-in-2020>
6. Global Methane Assessment (full report) <https://www.ccacoalition.org/en/resources/global-methane-assessment-full-report>
7. <https://www.ccacoalition.org/en/news/global-assessment-urgent-steps-must-be-taken-reduce-methane-emissions-decade>
8. Global Assessment: Urgent steps must be taken to reduce methane emissions this decade <https://www.ccacoalition.org/en/news/global-assessment-urgent-steps-must-be-taken-reduce-methane-emissions-decade>
9. EPA's Voluntary Methane Programs for the Oil and Natural Gas Industry <http://www.epa.gov/gasstar/>
10. Підсумковий звіт про надання консультаційної підтримки щодо покращення Національної системи інвентаризації парникових газів в рамках проекту «Муніципальна енергетична реформа» https://merp.org.ua/images/Docs/summary_report_NSI.pdf

11. Shadia Nasralla Satellites reveal major new gas industry methane leaks
<https://www.reuters.com/article/us-climatechange-methane-satellites-insi/satellites-reveal-major-new-gas-industry-methane-leaks-idUSKBN23W3K4>
12. Looking at our planet and its environment for the benefit of Europe's citizens
<https://www.copernicus.eu/en>
13. Monitoring methane emissions from gas pipelines
https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Monitoring_methane_emissions_from_gas_pipelines
14. Mapping methane emissions on a global scale
https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Mapping_methane_emissions_on_a_global_scale
15. sentinel-2 Colour vision for Copernicu
https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2
16. Серед них, у секторі відходів ініціативи спрямовувались на вирішення питань управління полігонами ТПВ, зокрема щодо викидів звалищного газу. До того ж, Європарламентом і Радою ЄС було прийняте Рішення №406/2009/ЄС щодо зусиль по скороченню викидів парникових газів, у т.ч. метану, для досягнення цілей 2020 р.
17. Questions and answers: An EU Methane Strategy
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_20_1834
18. European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_3541
19. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/proposal-amendment-effort-sharing-regulation-with-annexes_en.pdf
20. Reducing greenhouse gas emissions: Commission adopts EU Methane Strategy as part of European Green Deal
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_1833
21. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/eu_methane_strategy.pdf

22. Oil and Gas Methane Partnership (OGMP) 2.0 Framework. United Nations Environment Programme (UNEP)<https://www.ccacoalition.org/en/resources/oil-and-gas-methane-partnership-ogmp-20-framework>
23. Commissioner Simson welcomes UN report on methane emissions https://ec.europa.eu/info/news/commissioner-simson-welcomes-un-report-methane-emissions-2021-may-06_en
24. International Methane Emissions Observatory: a new step in limiting global GHG emissions <https://fsr.eui.eu/international-methane-emissions-observatory-a-new-step-in-limiting-global-ghg-emissions/>
25. Tackling methane emissions: Europe's climate blind spot. Uncontrolled oil and gas methane leaks undermine the EU's progress toward climate stability - Режим доступу: <https://www.edf.org/energy/tackling-methane-emissions-europes-climate-blind-spot>
26. UNEP: Oil and Gas Methane Partnership Initiative to Manage Methane Emissions from Upstream Oil and Gas Operations - Режим доступу: <https://globalmethane.org/challenge/ogmp.html>
27. Nazar Kholod et al. 2020. Global methane emissions from coal mining to continue growing even with declining coal production. Journal of Cleaner Production. Volume 256. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120489>
28. Глобальні цілі Сталого розвитку 2030 [Електронний ресурс] // Організація Об'єднаних Націй в Україні, 2017. – Режим доступу: <http://www.un.org.ua/ua/tsili-rozvytkutysiacholittia/tsili-staloho-rozvytku>
29. Перспективні світові наукові та технологічні напрями досліджень у сфері «Повітря»: науково-аналітична записка / Т. В. Писаренко, О. Ф. Паладченко, І. В. Молчанова, О.В. Коваленко. – К.: УкрІНТЕІ, 2021. – 56 с. ISBN 978-966-479-119-6.
30. «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» [Електронний ресурс]: Закон України від 12 грудня 2019 р. № 377-ІХ. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/377-IX>.

31. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року [Електронний ресурс]: Указ Президента України від 30 вересня 2019 р. №722. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> . .
32. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року [Електронний ресурс]: Закон України від 28 лютого 2019 р. № 2697- VIII. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19>.
33. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Режим доступу: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
34. Sauniois M. et al. (2020): The Global Methane Budget 2000-2017, Earth System Science Data, <https://doi.org/10.5194/essd-12-1561-2020>
35. Ukraine. 2021 National Inventory Report (NIR) - Режим доступу: <https://unfccc.int/documents/273676>
36. Державна служба статистики України <http://www.ukrstat.gov.ua/>
37. Методологічні положення з організації державного статистичного спостереження щодо викидів забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів - Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/norm_doc/2019/454/454.pdf,
38. Методологічні положення з організації державного статистичного спостереження щодо викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел забруднення - Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2019/395/395.pdf
39. Показники звіту ф. №2-ТП (повітря) (річна) містять дані про викиди забруднюючих речовин і парникових газів, які розраховуються із використанням матеріалів інвентаризації, зареєстрованих уповноваженими органами влади у порядку, встановленому наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки від 10.02.1995 р. №7 «Про затвердження інструкції про зміст та порядок інвентаризації забруднюючих речовин на підприємстві», зареєстрованим у Міністерстві юстиції 15.03.1995 р. за №61/597» (зі змінами) - Режим доступу: https://ifstat.gov.ua/RIZN/NARADA_GUS/2-TP/narada-2TP.pdf

40. Відповідно до ст. 243 Податкового кодексу, ставка екологічного податку за викиди 1 т вуглеводнів становить 138.57 грн, а метан належить до вуглеводнів. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text>
41. Осауленко О. Г., Кобилянська Т. В. Статистика зміни клімату: європейський досвід та національна оцінка: монографія. Київ: ТОВ «АвгустТрейд», 2020. 344 с. ISBN 978-617-7551-22-4 - Режим доступу: <http://194.44.12.92:8080/jspui/bitstream/123456789/5652/1/Monogr-3-02-2021-end.pdf>
42. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
43. Annual National Inventory Report for Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. UKRAINE'S GREENHOUSE GAS INVENTORY 1990-2021 - Режим доступу: <https://unfccc.int/documents/628276>
44. Інструкція з заповнення державної статистичної звітності з кількісного обліку земель (форми NN 6-зем, ба-зем, бб-зем, 2-зем): затверджено наказом Держкомстату від 05.11.1998 № 377.
45. Очолення зеленого переходу. Дорожня карта Європи - до 2050 року стати першим кліматично нейтральним континентом - Режим доступу: https://state-of-the-union.ec.europa.eu/state-union-2022/state-union-achievements/leading-green-transition_uk
46. Механізми зменшення викидів CO₂ - Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/projects/ekonomika-bez-vykydiv/2021/03/31/672462/>
47. Як українському бізнесу позбутися викидів та врятувати планету? - Режим доступу: <https://globalcompact.org.ua/news/%D1%8F%D0%BA-%D1%83%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83-%D0%B1%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D1%81%D1%83-%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%B1%D1%83%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F-%D0%B2%D0%B8/>

Міністерство освіти і науки України
Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"
Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра прикладної екології та природокористування



Графічна частина кваліфікаційної роботи бакалавра

*на тему: "ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМІВ БОРОТЬБИ З
ПАРНИКОВИМИ ГАЗАМИ В УКРАЇНІ"*

Виконав студент групи 401-СЕ
спеціальності 101 "Екологія"
Гавенко Владислав Андрійович

Керівник – доцент
кафедри ПЕтаП, к.т.н.,
Бредун Віктор Іванович

Полтава-2023

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМІВ БОРОТЬБИ З ПАРНИКОВИМИ ГАЗАМИ В УКРАЇНІ

2

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз способів зі зменшення утворення та виділення парникових газів і визначення перспективних напрямів поводження з ними в Україні.

Для досягнення цієї мети було поставлено і вирішено такі завдання:

1. Проаналізувати наслідки та прогнозовані сценарії змін клімату.
2. Визначення основних заходів зі скорочення викидів парникових газів.
3. Проаналізувати джерела викидів парникових газів в Україні.
4. Визначити перспективні напрями боротьби з викидами парникових газів в Україні.

Об'єкт дослідження – зменшення викидів парникових газів в контексті глобальних змін клімату.

Предмет дослідження – аналіз та визначення перспективних напрямів боротьби з викидами парникових газів в Україні.

Методи дослідження. Прямий та порівняльний аналіз; формування узагальнень і висновків.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи упроваджено в освітній процес підготовки бакалаврів за спеціальностями 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища».

						401-СЕ 9712013			
						ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМІВ БОРОТЬБИ З ПАРНИКОВИМИ ГАЗАМИ В УКРАЇНІ			
Ізм.	Кол.	Лист	Врдж.	Підп.	Дата	Постановка задачі	Стадія	Лист	Листов
Розробив	Габенко В.А.						БР	2	8
Керівник	Бредих В.І.								
						Мета роботи, задані дослідження, об'єкт та предмет дослідження, практичне значення роботи.			
Зав. кафедри						Ілляш О.Є.			
						НУ «Полтавський політехнічний ін-т Консервативна Кафедра прикладної екології та природокористування»			

АНАЛІЗ ВІДОМИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

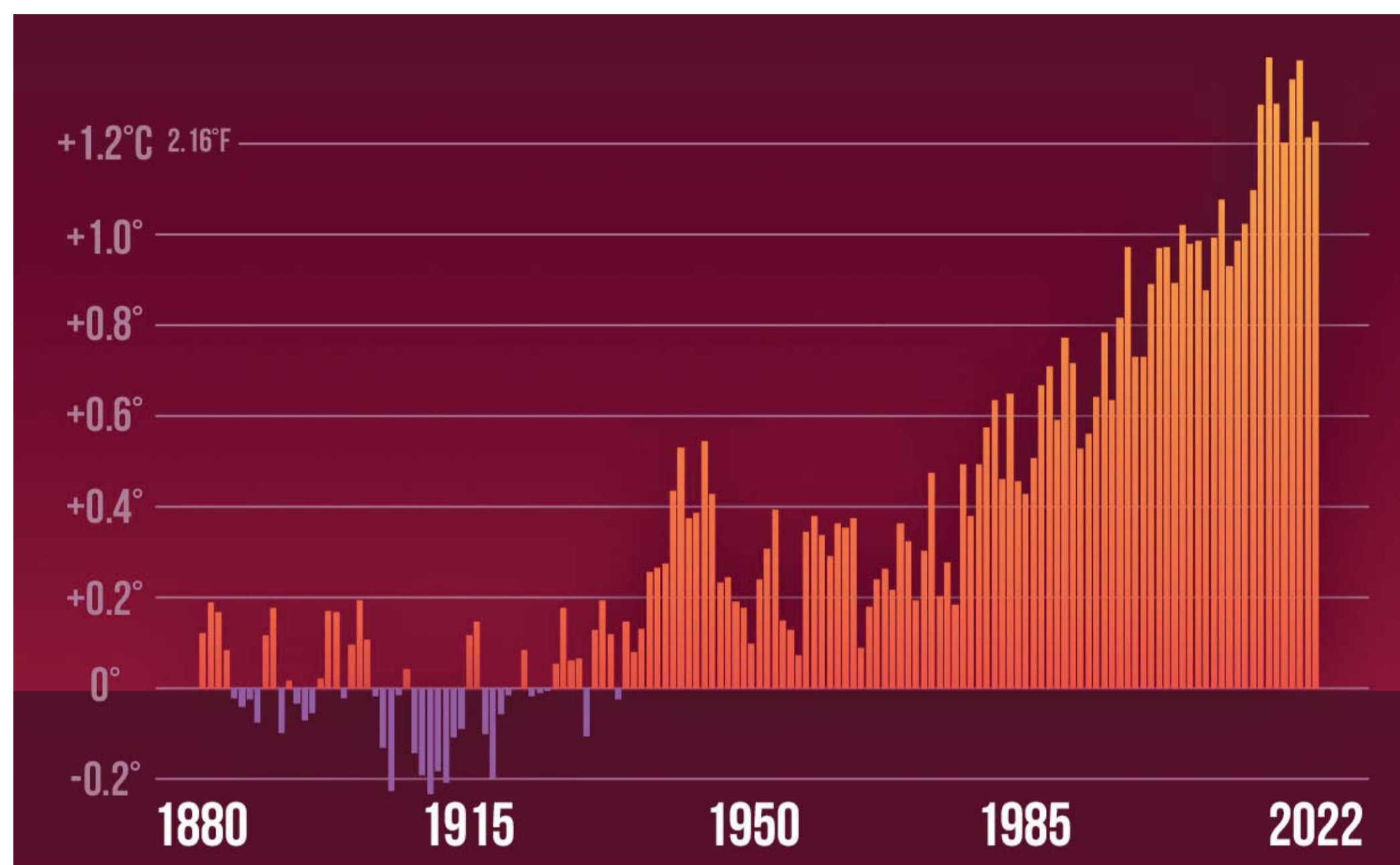
КЛЮЧОВІ НАЦІОНАЛЬНІ НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АКТИ РЕГУЛЮВАННЯ ВИКИДАМИ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ	ЄВРОПЕЙСЬКЕ КЛІМАТИЧНЕ ЗАКОНОДАВСТВО
<p><i>Закон України від 12 грудня 2019 р. № 377-ІХ «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів»</i></p>	<p><i>Рішення Європарламенту та Ради ЄС №406/2009/ЄС щодо зусиль по скороченню викидів парникових газів, у т.ч. метану, для досягнення цілей 2020 р.</i></p>
<p><i>Закон України від 28 лютого 2019 р. № 2697- VIII «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року»</i></p>	<p><i>Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ("European Climate Law")</i></p>
<p><i>Указ Президента України від 30 вересня 2019 р. №722 Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року</i></p>	<p><i>Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulation (EU) 2018/1999 (European Climate Law)</i></p>
<p><i>Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки від 10.02.1995 р. №7 «Про затвердження інструкції про зміст та порядок інвентаризації забруднюючих речовин на підприємстві», зареєстрованим у Міністерстві юстиції 15.03.1995 р. за №61/597» (зі змінами)</i></p>	<p style="text-align: center;">МОНОГРАФІЇ, ЗВІТИ</p> <p><i>IPCC, 2021: Summary for Policymakers. 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. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Puan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekzi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)].</i></p> <p style="text-align: center;">ПІДСУМКОВИЙ ЗВІТ <i>про надання консультаційної підтримки щодо покращення Національної системи інвентаризації парникових газів в рамках проекту «Муніципальна енергетична реформа» ТОВ «ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЕКОЛОГІЇ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ», 2014</i></p> <p><i>Осауленко О. Г., Кобилинська Т. В. Статистика зміни клімату: європейський досвід та національна оцінка: монографія. Київ: ТОВ «АвгустТрейд», 2020. 344 с. ISBN 978-617-7551-22-4</i></p>
<p><i>Методологічні положення з організації державного статистичного спостереження щодо викидів забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів Затверджено Наказом Державної служби статистики 31 грудня 2019 р. № 454</i></p> <p><i>Методологічні положення з організації державного статистичного спостереження щодо викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел забруднення Затверджено Наказом Державної служби статистики України від 10 грудня 2019р. № 395</i></p>	

						401-CE 9712013			
						ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМІВ БОРОТЬБИ З ПАРНИКОВИМИ ГАЗАМИ В УКРАЇНІ			
Ізм.	Корект.	Лист	Відав.	Лист	Дата	Аналіз відомих досліджень	Стандія	Лист	Листов
Розробив Керівник	Габенко В.А.	Бредич В.І.					БР	3	8
						Автори/реферати, статті, нормативна література, монографії	ІНУ Полтавська політехніка ім. І. Гончаровського Кафедра прикладної екології та природокористування		
Зав. кафедри						Ілляш О.Е.			

Селекційна
 Видат. шиф. №
 Плат. і дата
 № ліста

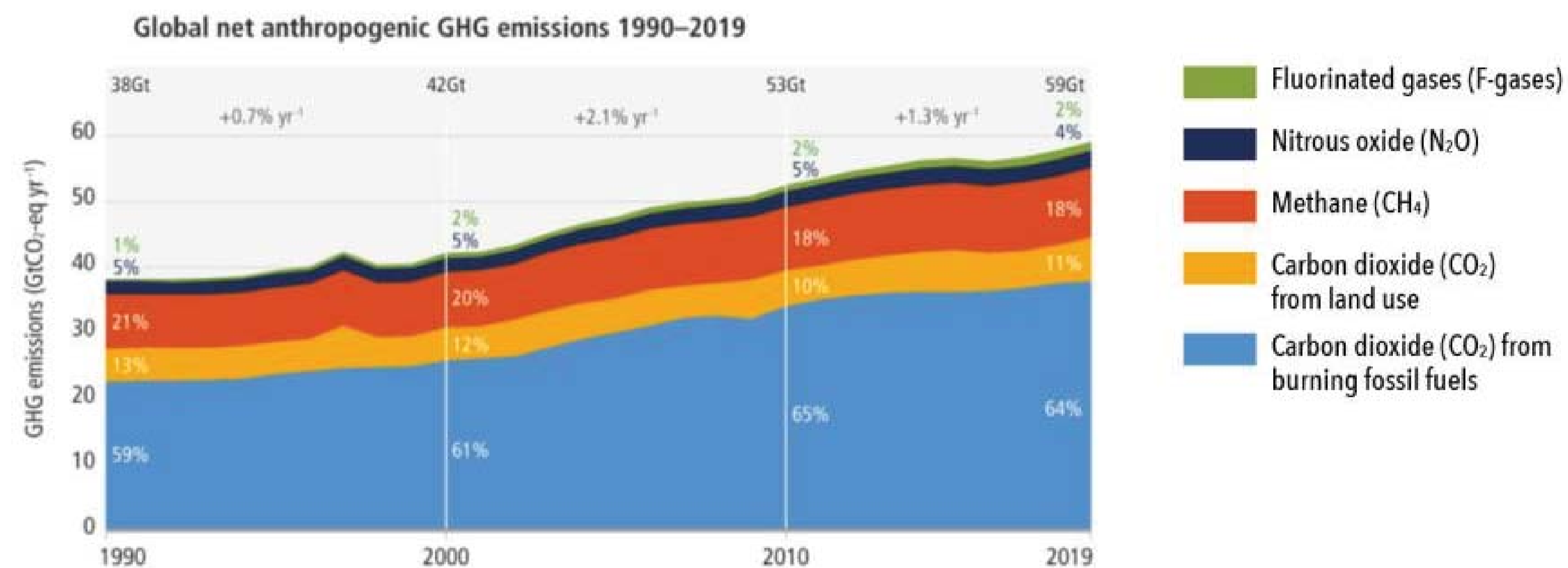
ПАРНИКОВІ ГАЗИ В КОНТЕКСТІ ЗМІН КЛІМАТУ

Графік аномалії глобальної середньої температури

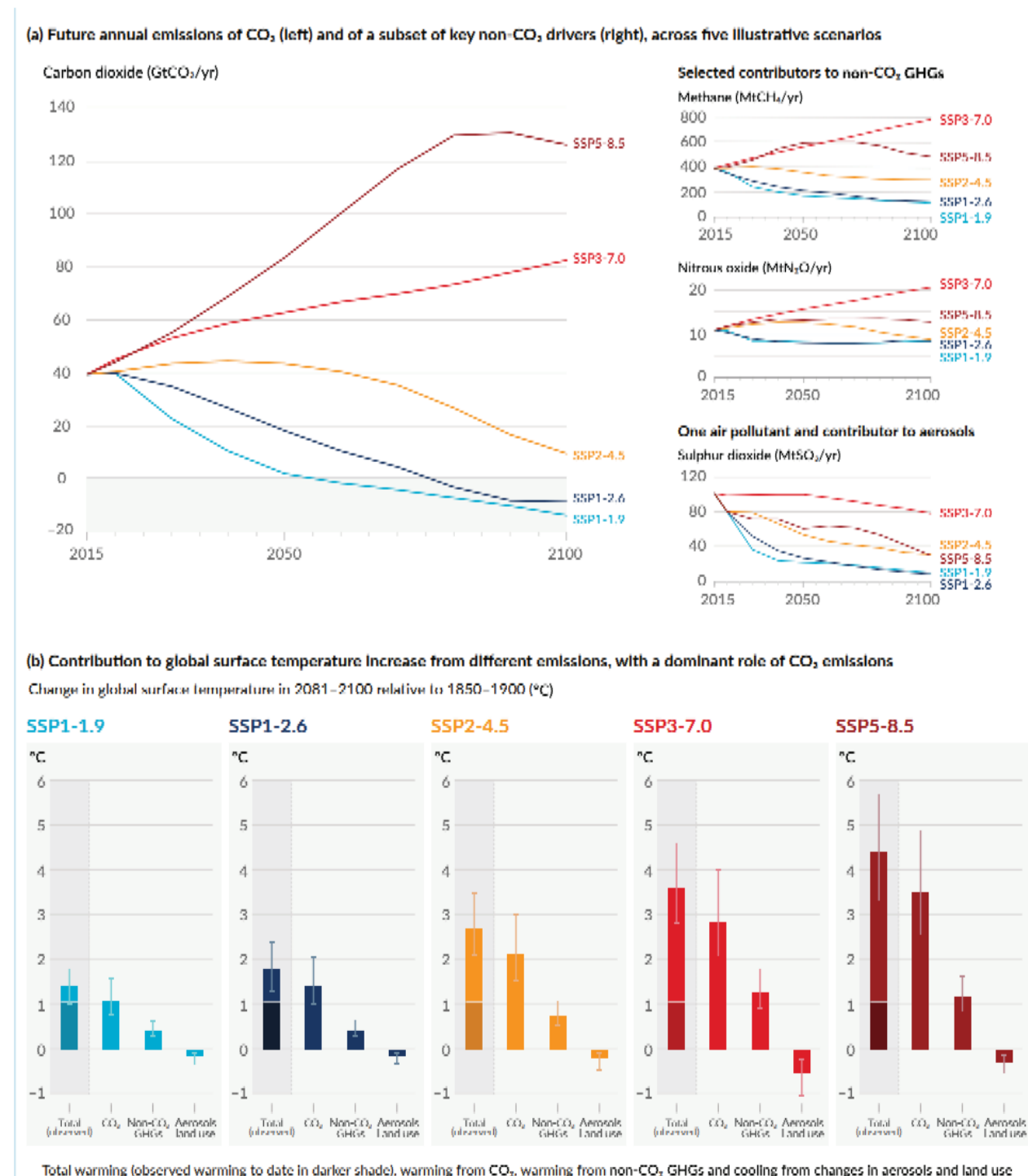


Графік зміни антропогенних викидів окремих парникових газів у часі

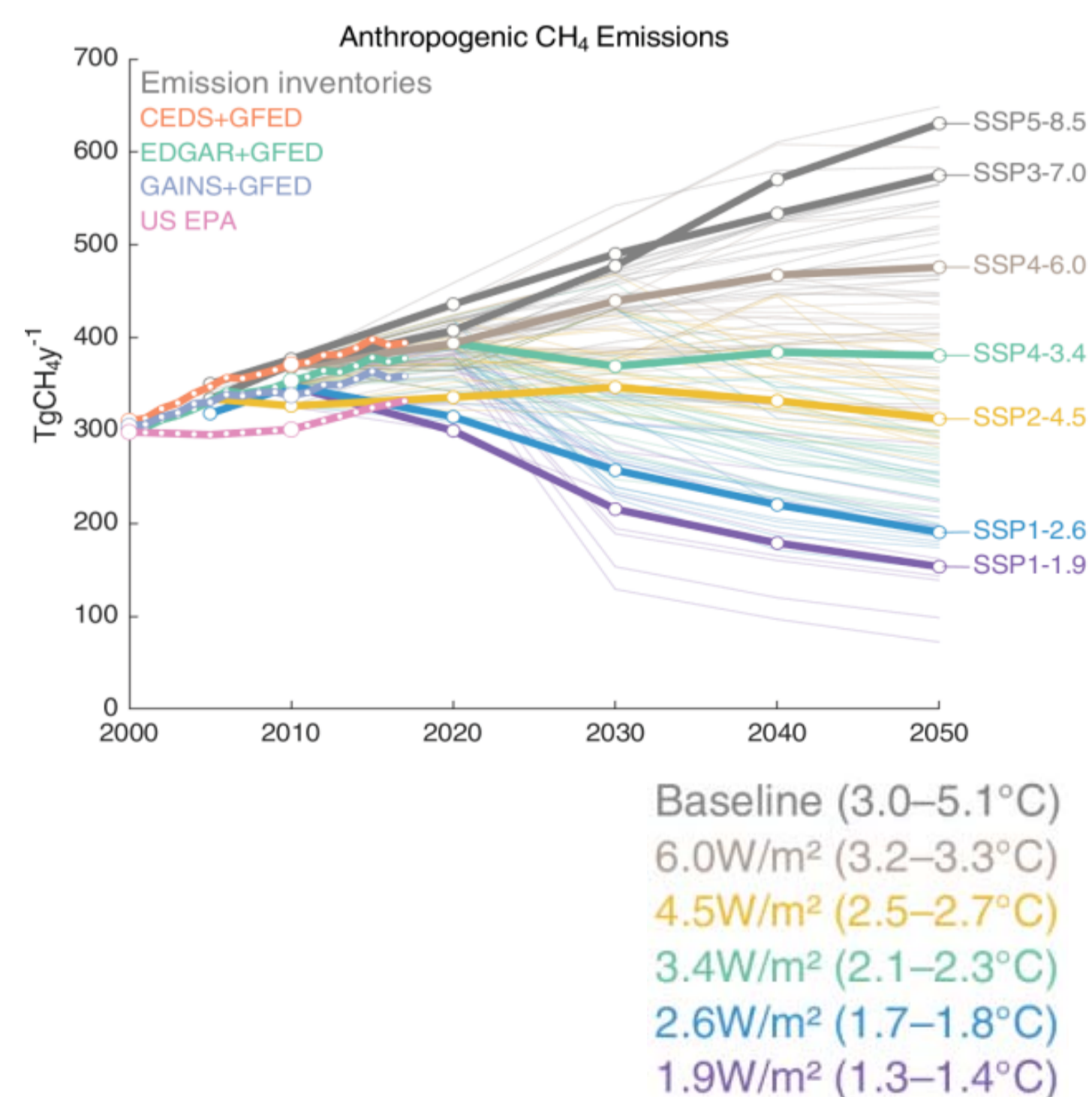
Global net anthropogenic emissions have continued to rise across all major groups of greenhouse gases.



а) Річні антропогенні викиди за період 2015–2100 роки. Траєкторії викидів, що розглядаються у різних сценаріях: двоокис вуглецю (CO₂), метан (CH₄), закис азоту (N₂O) і діоксид сірки (SO₂).
б) Зміна глобальної приземної температури (°C)

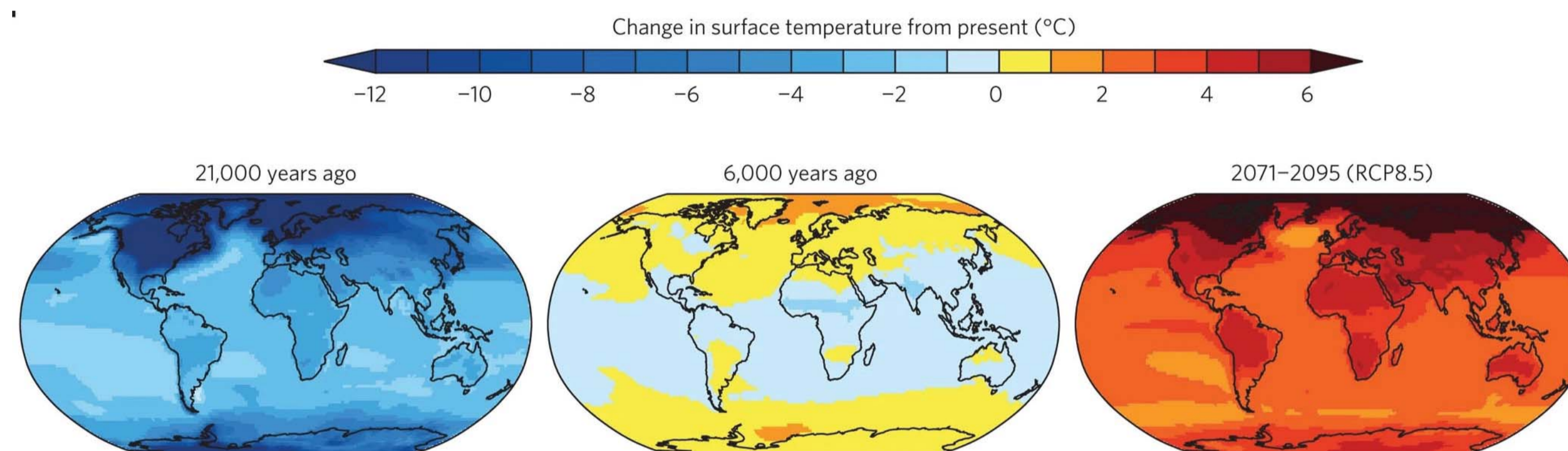


Річні антропогенні викиди метану за прогнозами різних сценаріїв і відповідне їм підвищення температури



Baseline (3.0–5.1°C)
6.0W/m² (3.2–3.3°C)
4.5W/m² (2.5–2.7°C)
3.4W/m² (2.1–2.3°C)
2.6W/m² (1.7–1.8°C)
1.9W/m² (1.3–1.4°C)

Прогнози моделі середнього глобального потепління

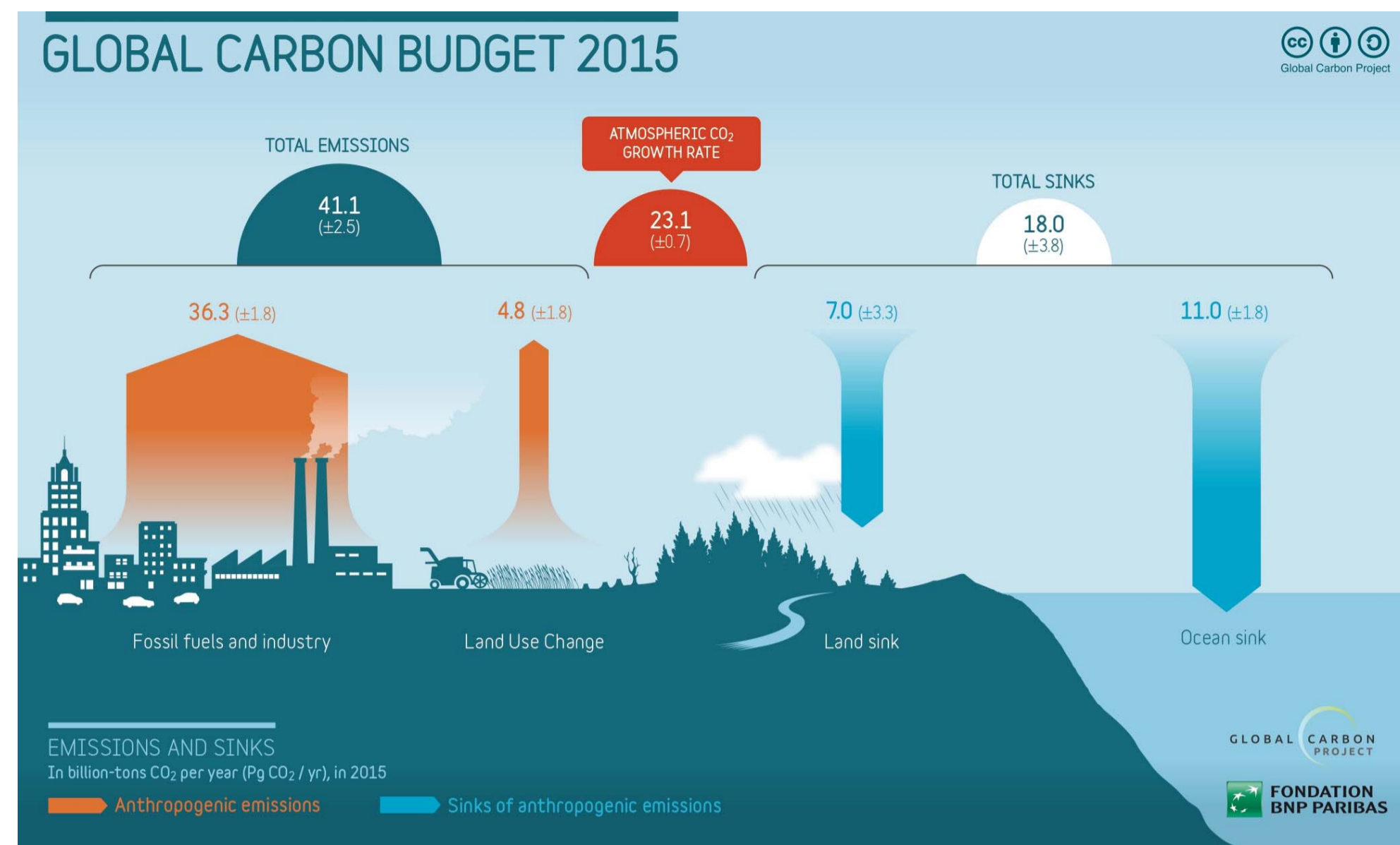


Внесок метану у довкілля, використовуючи дані з Saipois 2020, можна побачити в 3D за адресою: <https://svs.gsfc.nasa.gov/4799>

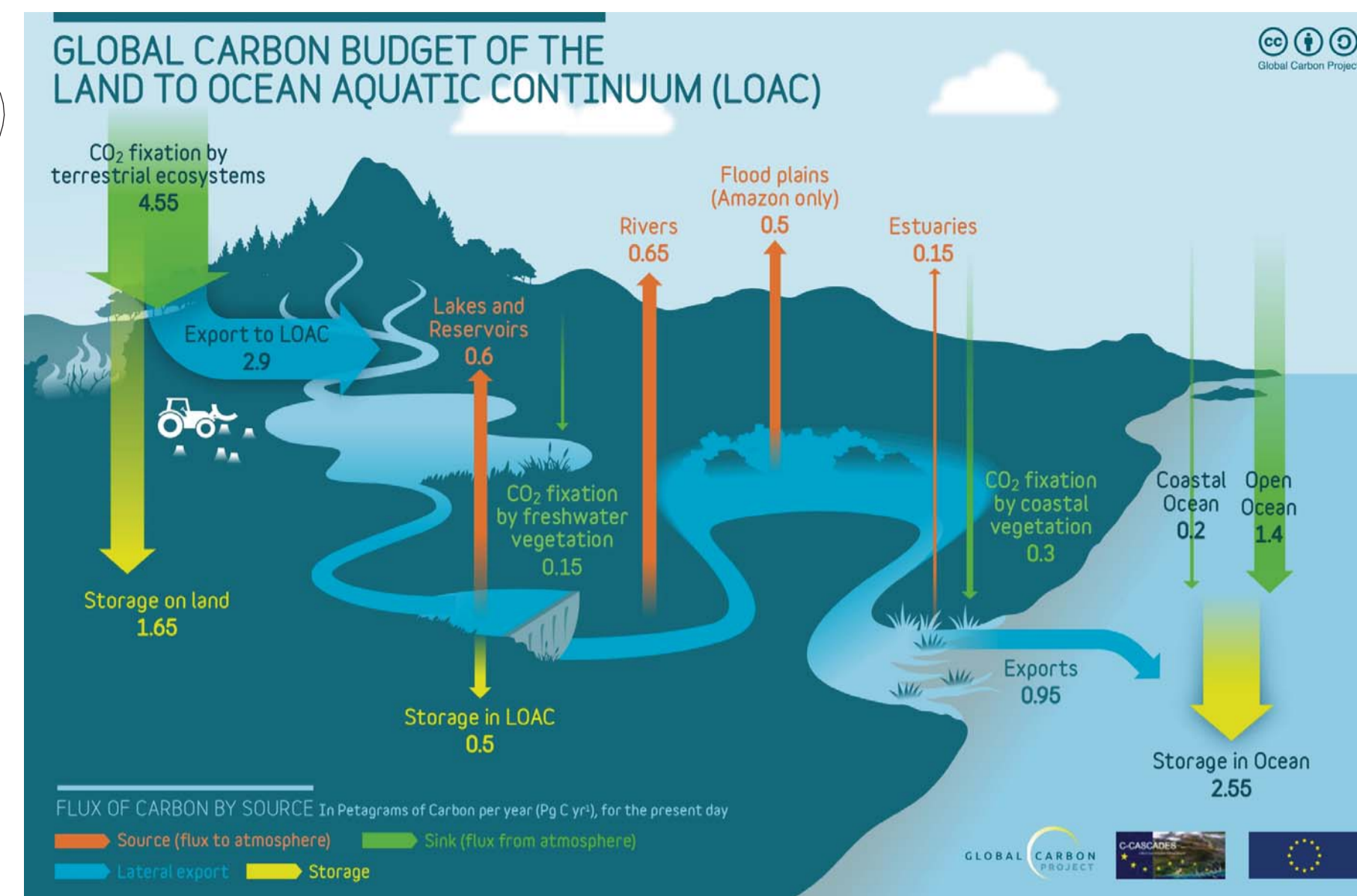
						401-CE 9712013		
						ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМІВ БОРОТЬБИ З ПАРНИКОВИМИ ГАЗАМИ В УКРАЇНІ		
Ім'я	Колір	Лист	Лист	Лист	Дата	Парникові газы в контексті змін клімату		
Розробив	Габенко В.А.	Лист	Лист	Лист	Дата	Стандія	Лист	Листов
Керівник	Бредич В.І.					БР	4	8
						Графік аномалії глобальної температури змін викликає парникові газы		
						прогнози моделі глобального потепління та прогнози викидів парникових газів		
						ІНУ Полтавська політехнічна ін-т Консервативна Кафедра прикладної екології та природокористування		
						Зав. кафедри Ілляши О.Е.		

ІНФОГРАФІКА УТВОРЕННЯ, ПОГЛИНАННЯ, НАКОПИЧЕННЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ НАПРЯМИ ЇХ ОБМЕЖЕННЯ

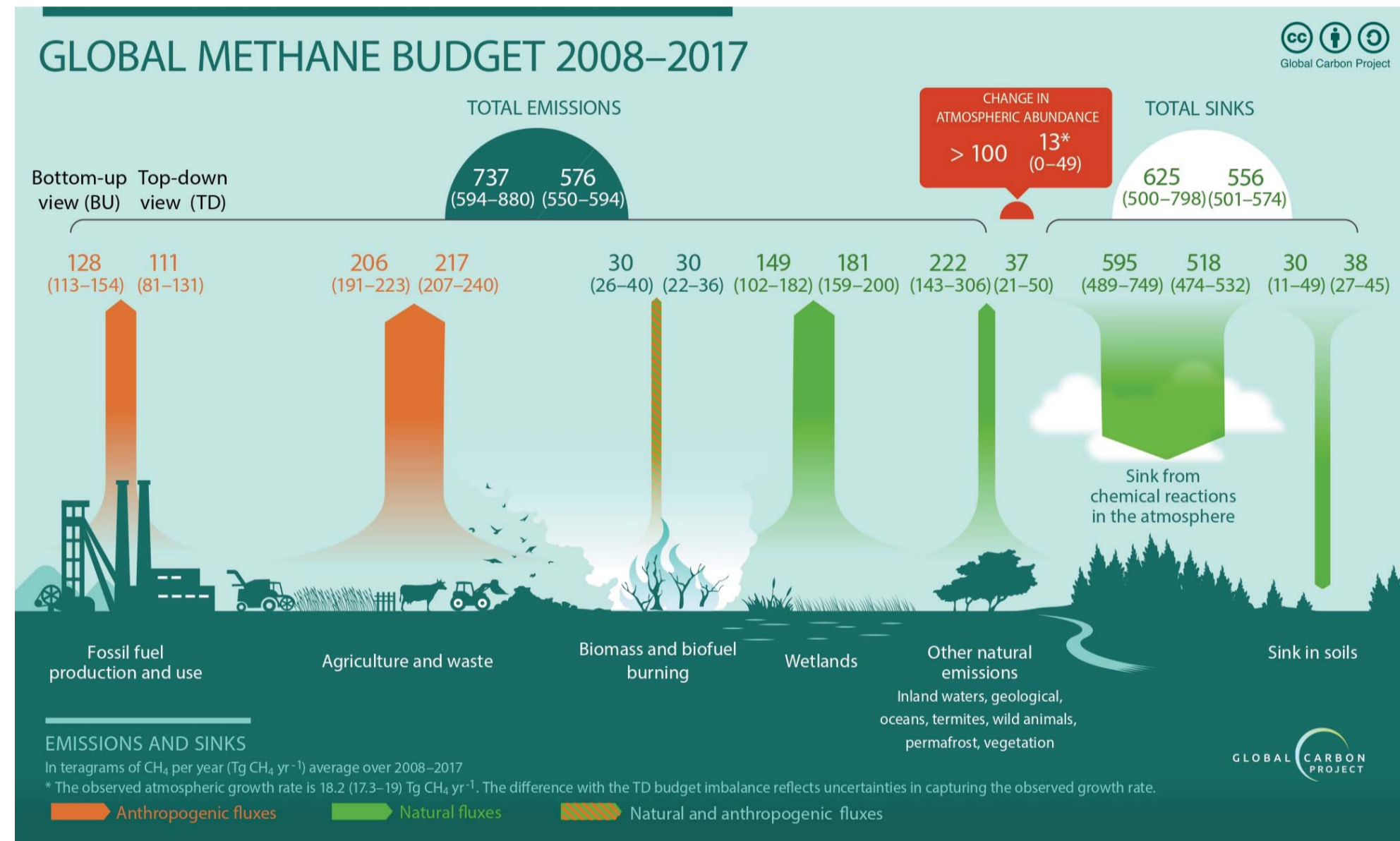
1



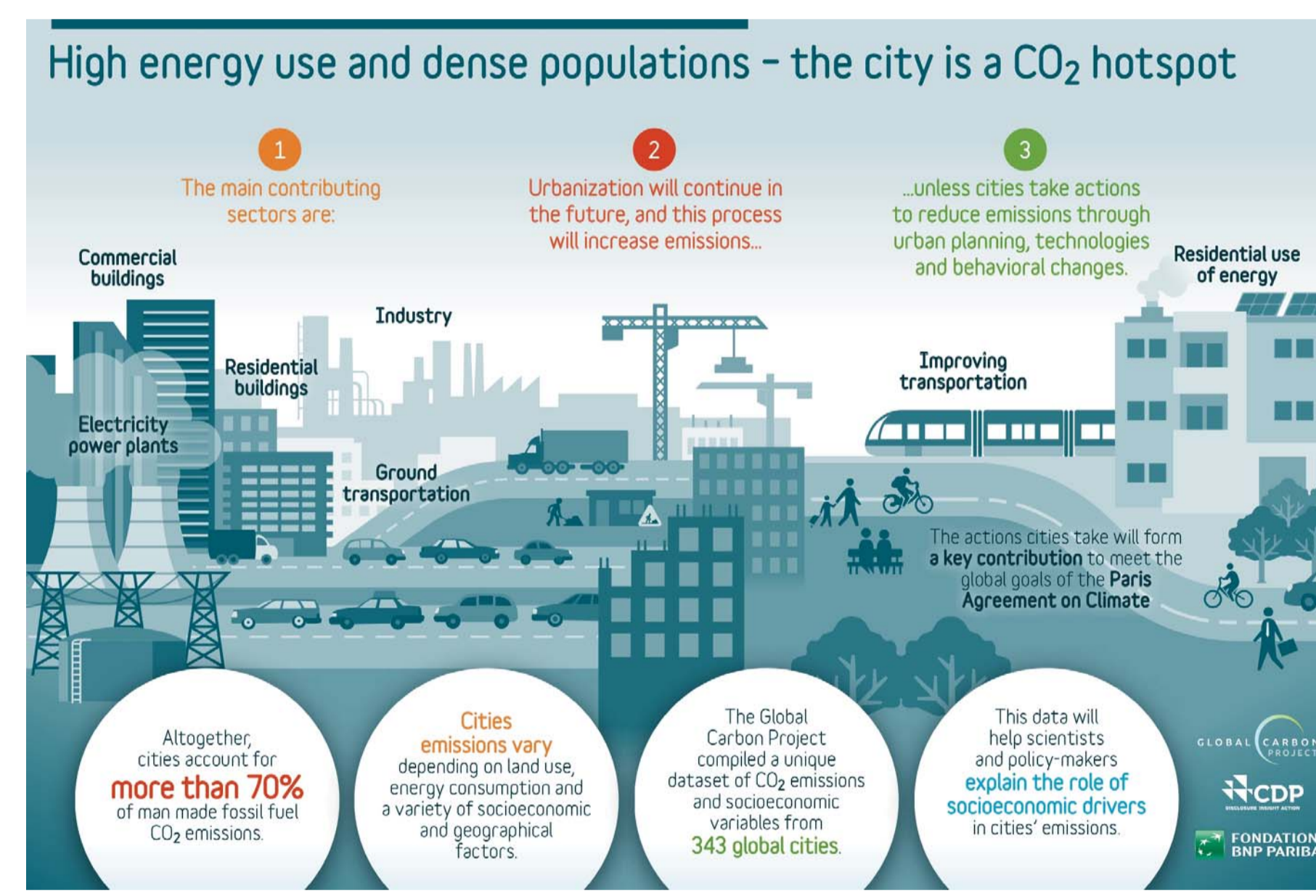
4



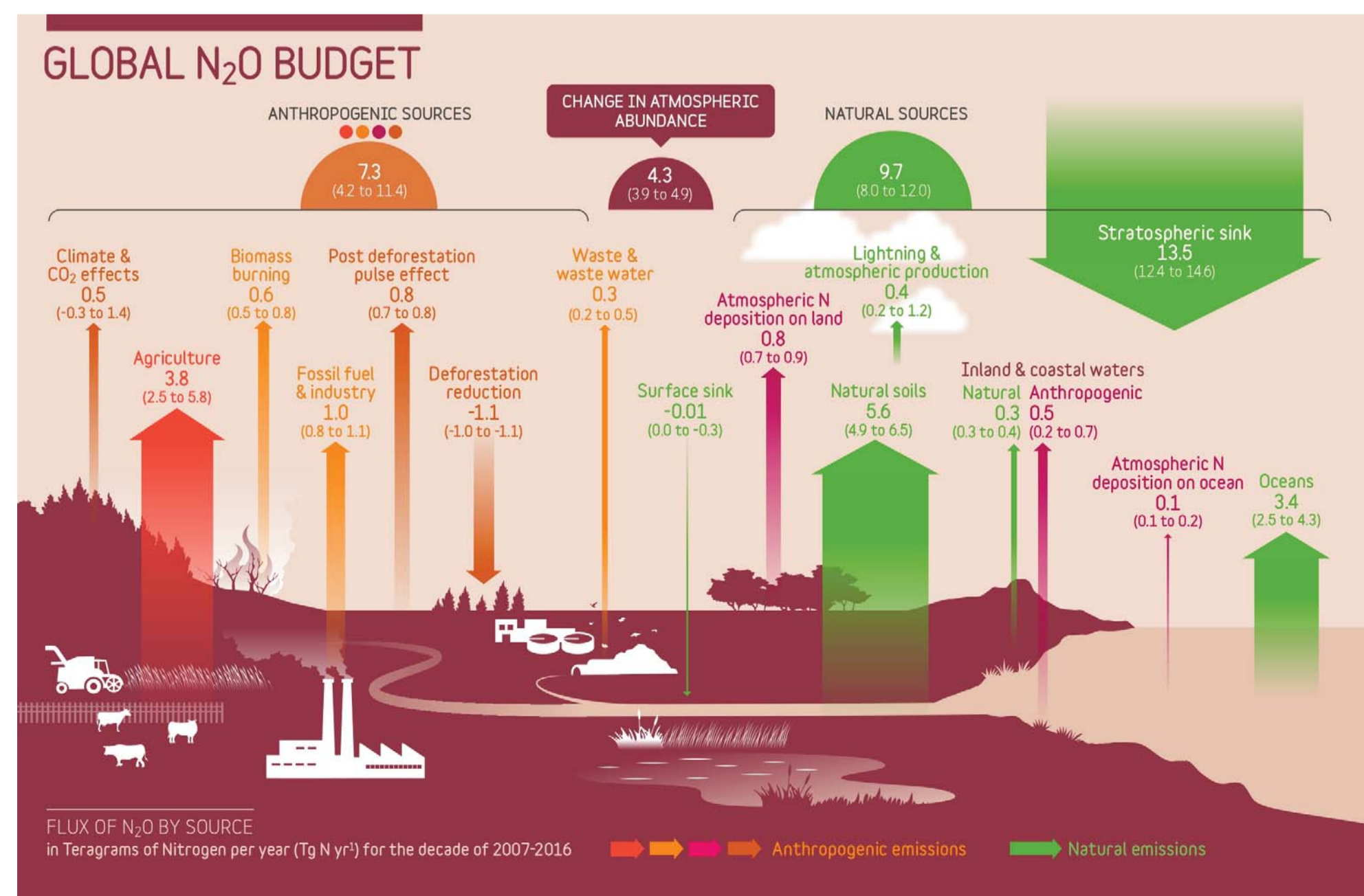
2



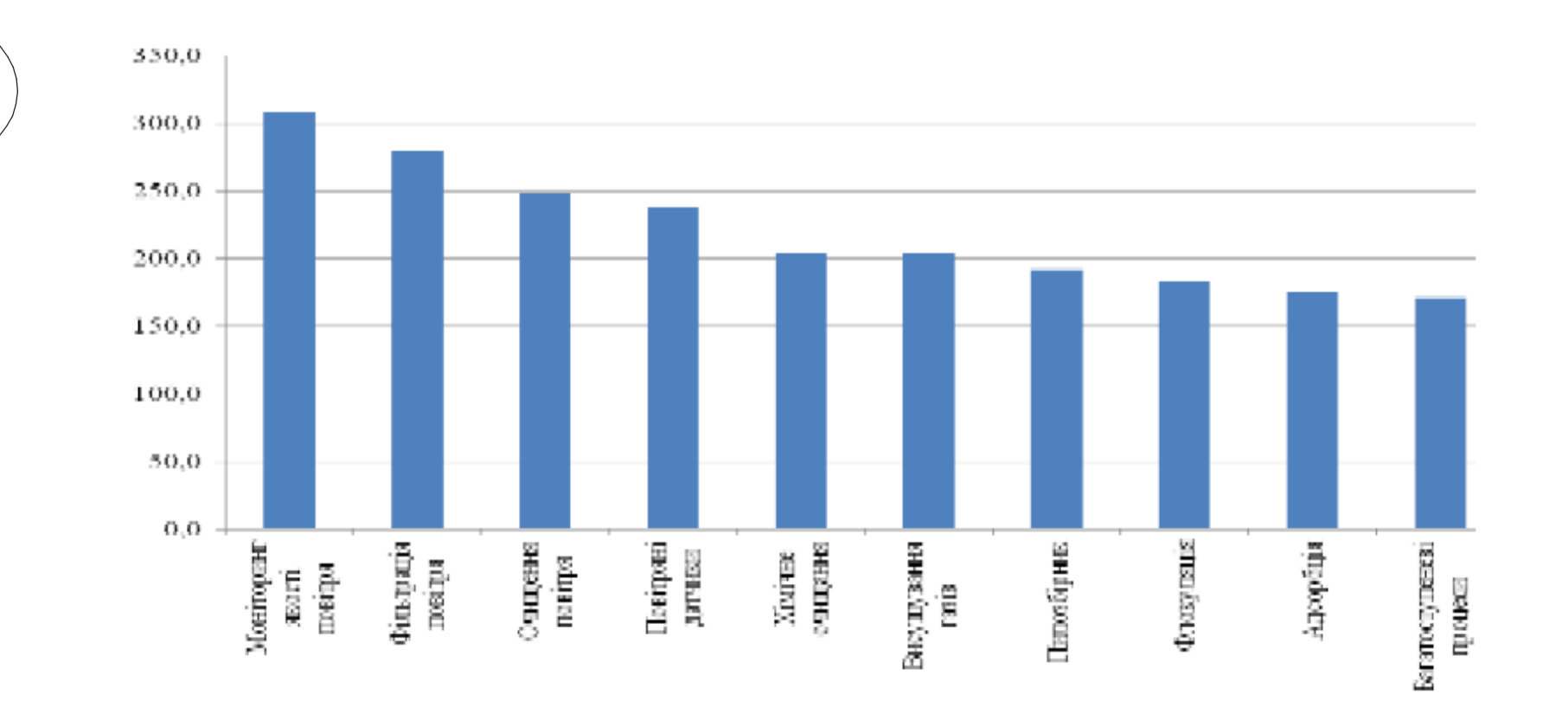
5



3



6



1 – Глобальні викиди та поглинання Оксиду вуглецю, млрд. т CO₂ на рік.

2 – Глобальні викиди та поглинання Метану, тераграм CH₄ на рік.

3 – Глобальні викиди та поглинання Нітрогену, тераграм N₂O на рік.

4 – Глобальний рух Оксиду вуглецю від суші до вод Світового океану, петаграм CO₂ на рік.

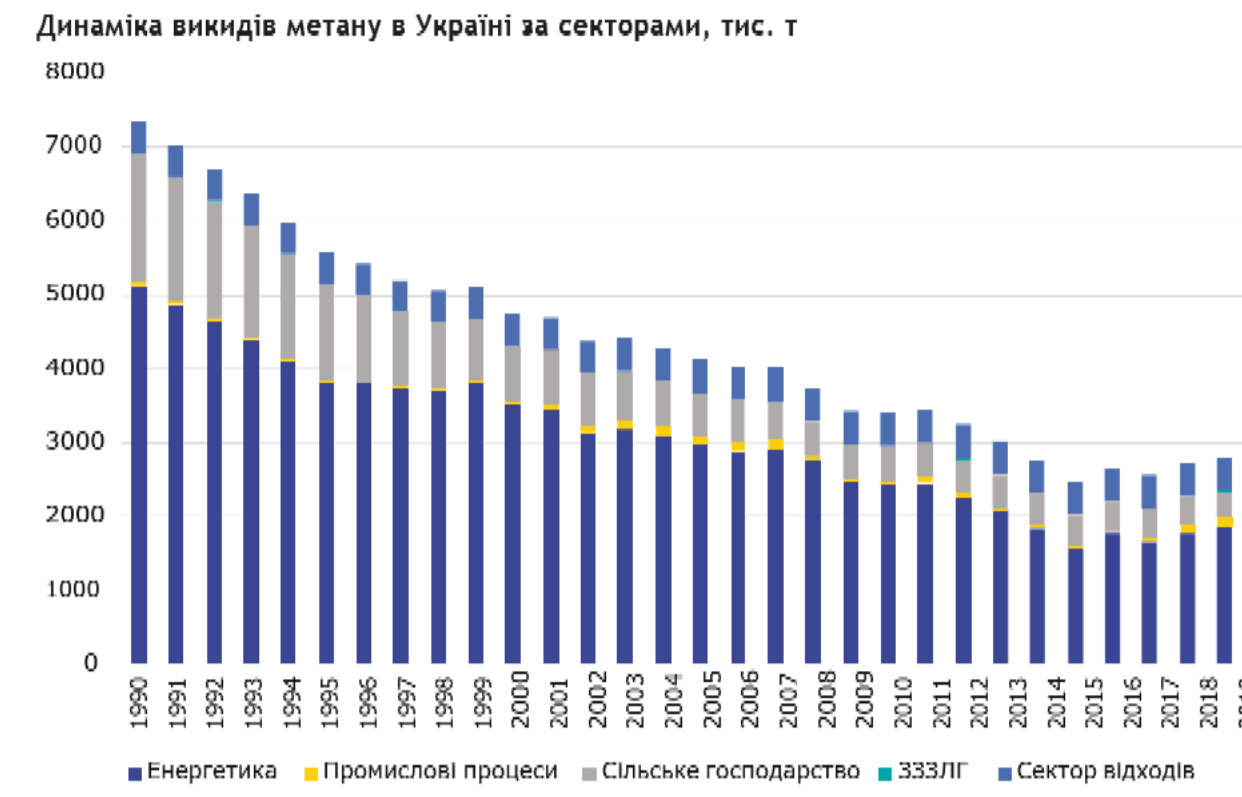
5 – Основні утворювачі ПГ та шляхи зниження їх виділення у містах.

6 – Топ-10 найбільш перспективних (пріоритетних) технологічних напрямів обмеження виділення ПГ.

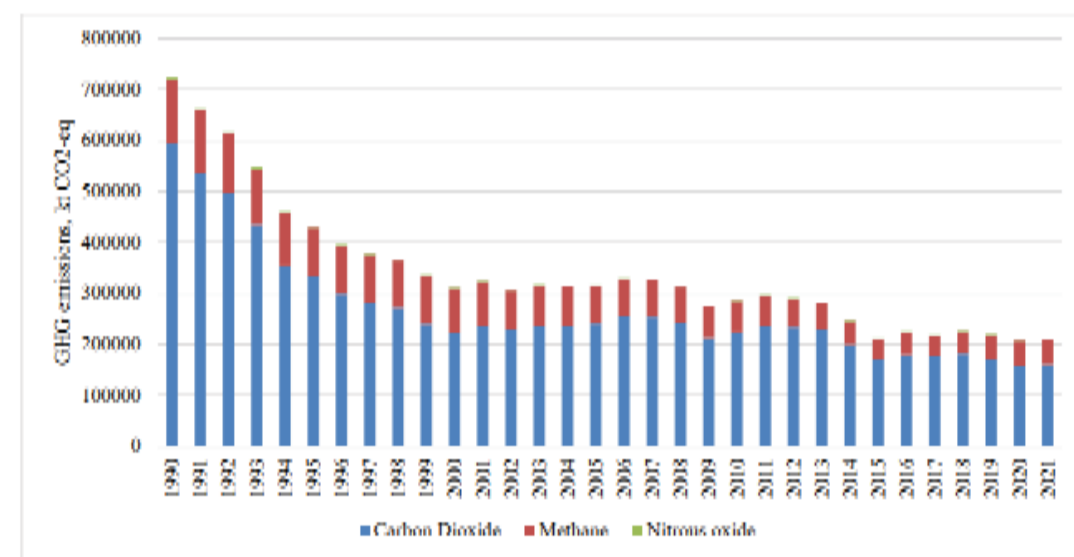
		401-CE 9712013		
		ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМІВ БОРІТБИ З ПАРНИКОВИМИ ГАЗАМИ В УКРАЇНІ		
Ім'я	Колір	Лист	Лист	Лист
Розробив	Габенко В.А.			
Керує	Бредіч В.І.			
		Інфографіка утворення, поглинання, накопичення ПГ та технологічні напрями їх обмеження	Сталія	Лист
		Глобальні викиди та поглинання, глобальний рух Оксиду вуглецю від суші до вод Світового океану	БР	5
		Глобальні викиди та поглинання Нітрогену, тераграм N ₂ O на рік		8
Зав. кафедри	Ілляш О.Е.	НУ "Полтавська політехніка ім. І.Конарда" Кафедра прикладної екології та природокористування		

ДИНАМІКА ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ЗА СЕКТОРАМИ ЕКОНОМІКИ

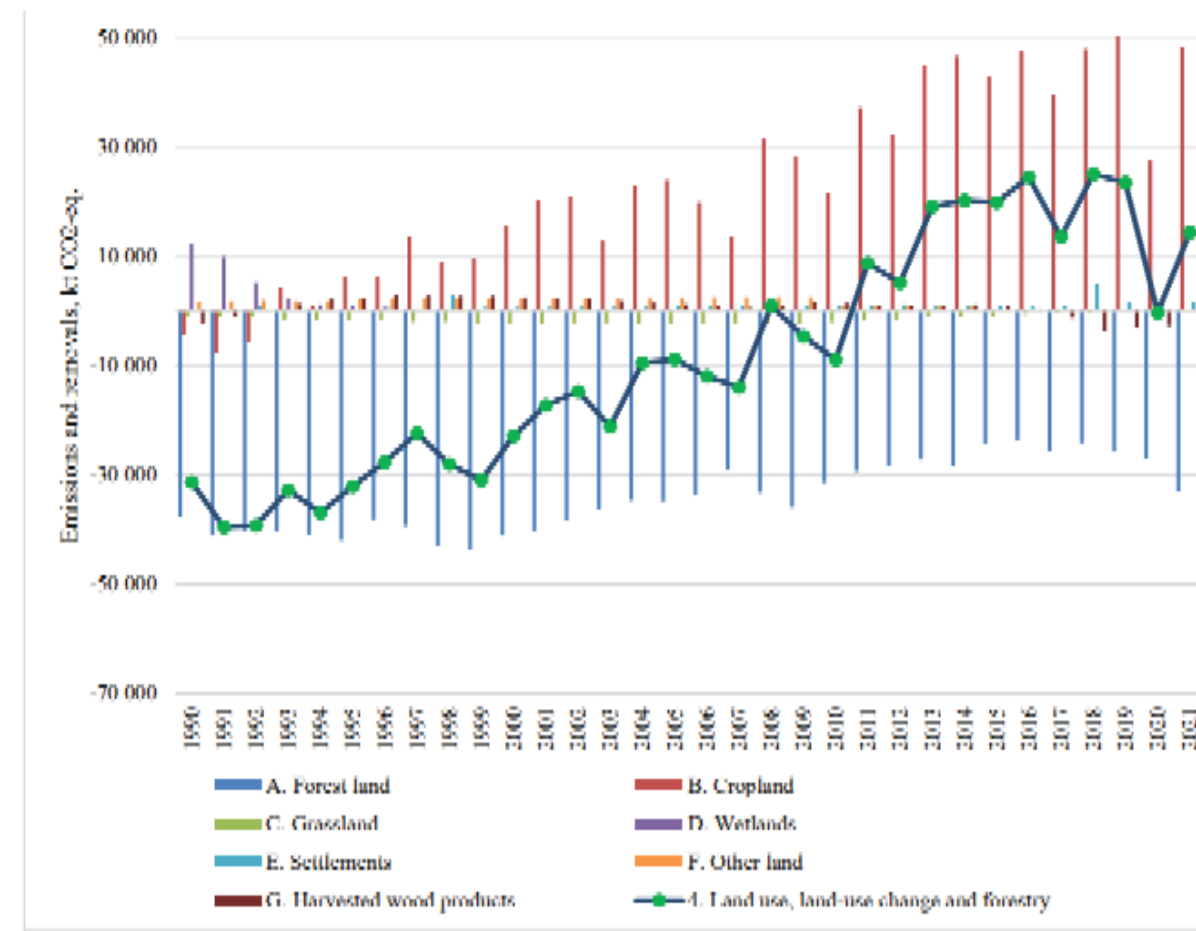
Динаміка викидів метану в Україні за секторами, тис. т



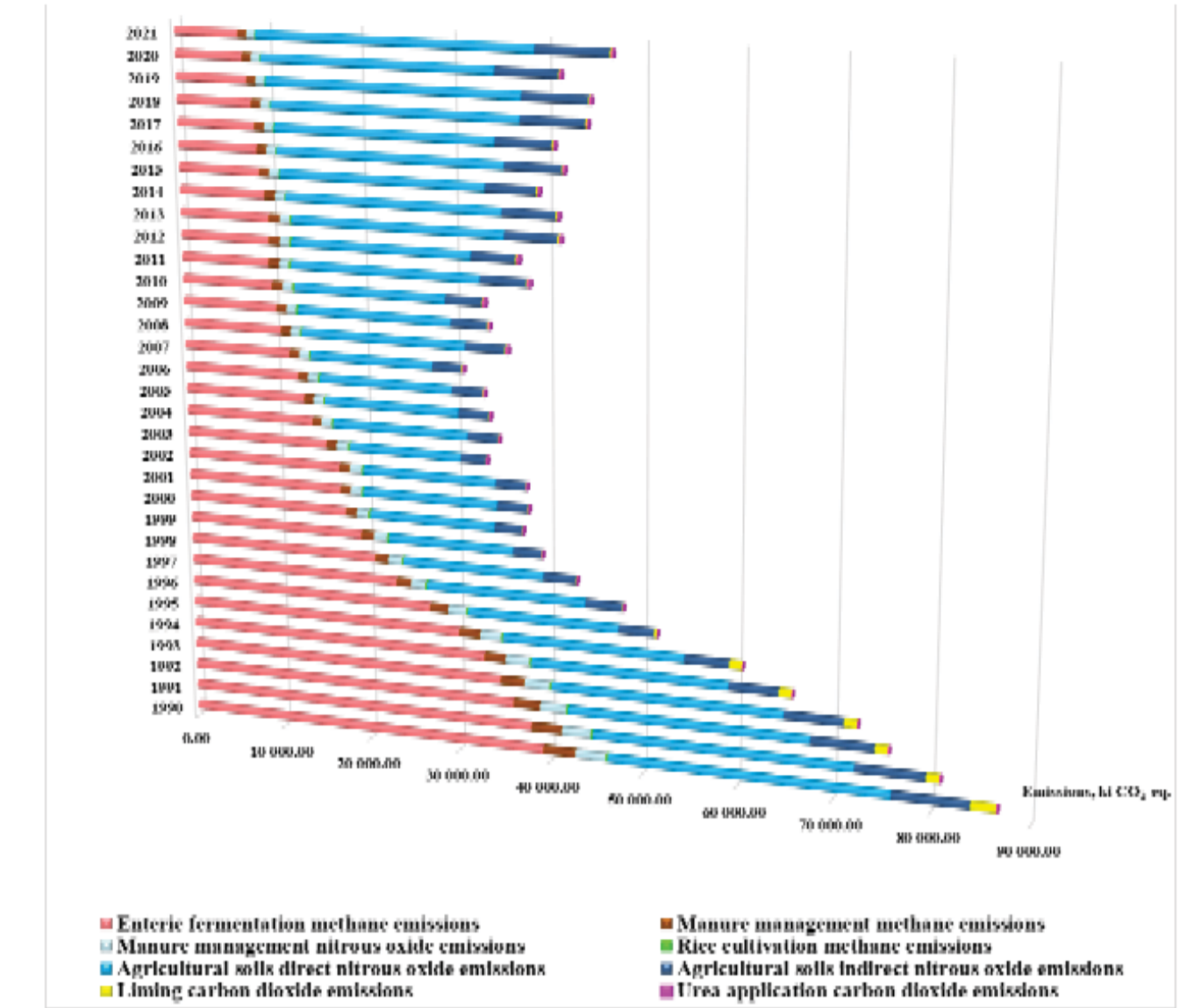
Викиди парникових газів в секторі «Енергетичний комплекс», тис. т CO₂-екв.



Викиди та поглинання в секторі ЗЗЛГ, тис. т CO₂-екв

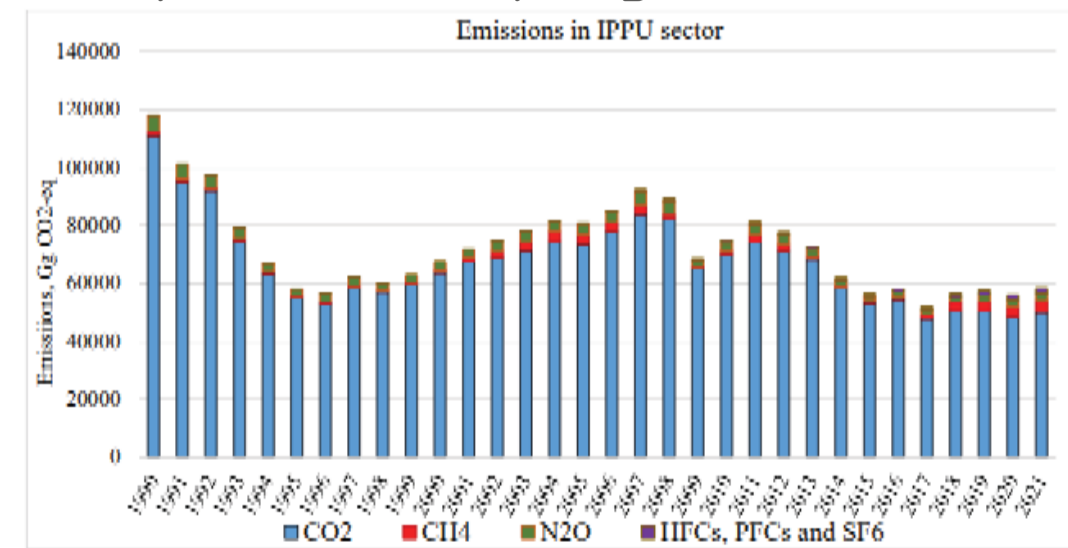


Прямі викиди парникових газів у секторі «Сільське господарство», тис. т CO₂-екв.

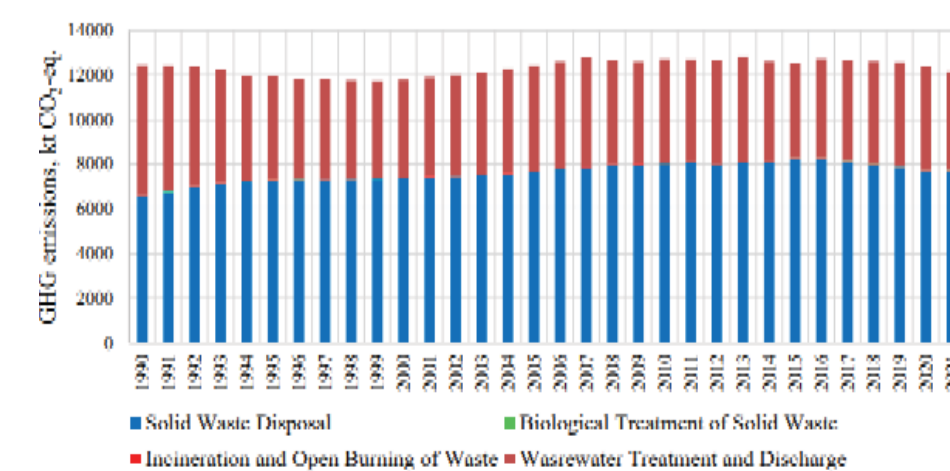


Всього викиди CO₂ на рік в усіх секторах у розрізі більшості країн світу, Мт CO₂ на день.
Останнє оновлення 23 травня 2023 р.

Викиди CO₂, CH₄ та N₂O в секторі «Промислові процеси та використання продукції», тис. т CO₂-екв.

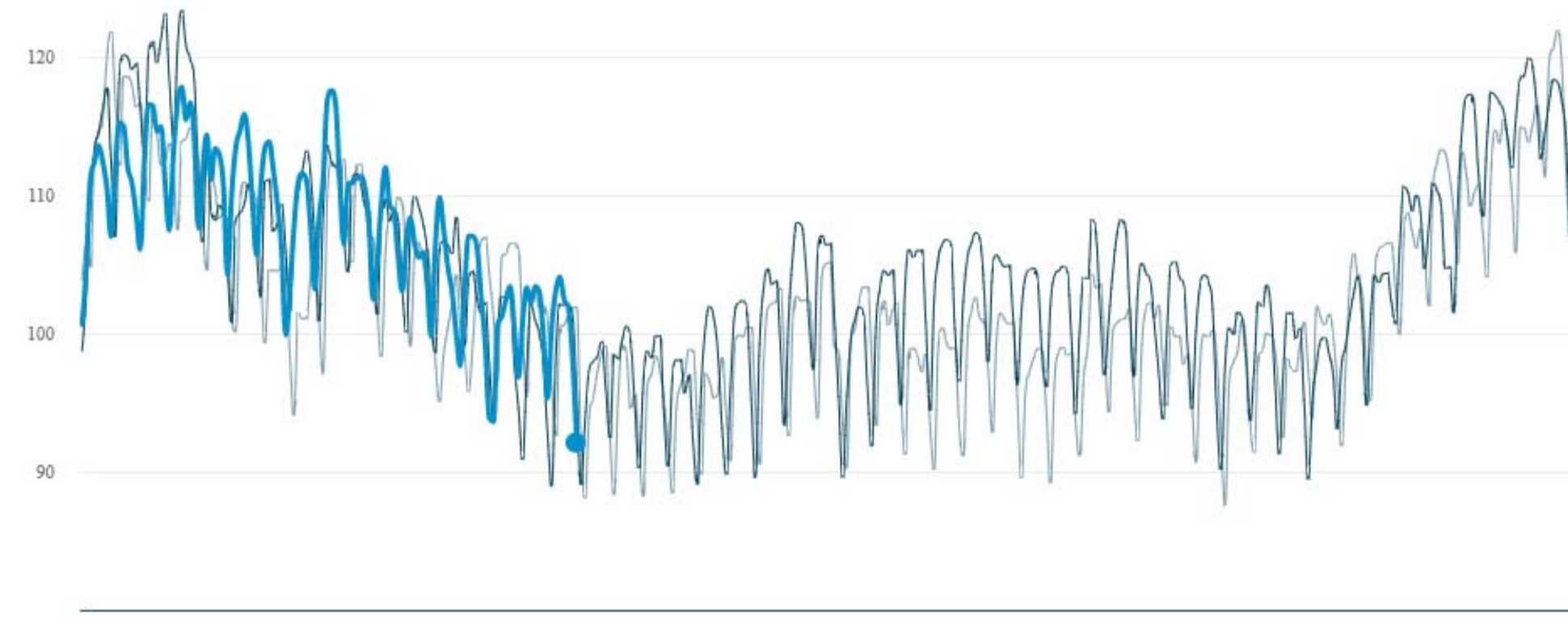


Викиди ПГ у секторі «Відходи», тис. т CO₂-екв.



Останнє оновлення даних: 23 травня 2023 року^{РД}

ВСЬОГО CO₂ ВИКИДІВ НА РІК (МтCO₂/день)
У всіх секторах



ВИБРАНІ КРАЇНИ:
Китай | НАС | Індія | 27 країн ЄС та Великої Британії | ВЕЛИКОБРИТАНІЯ | Франція | Німеччина | Італія | Іспанія | Росія | Японія | Бразилія | РЯДОК

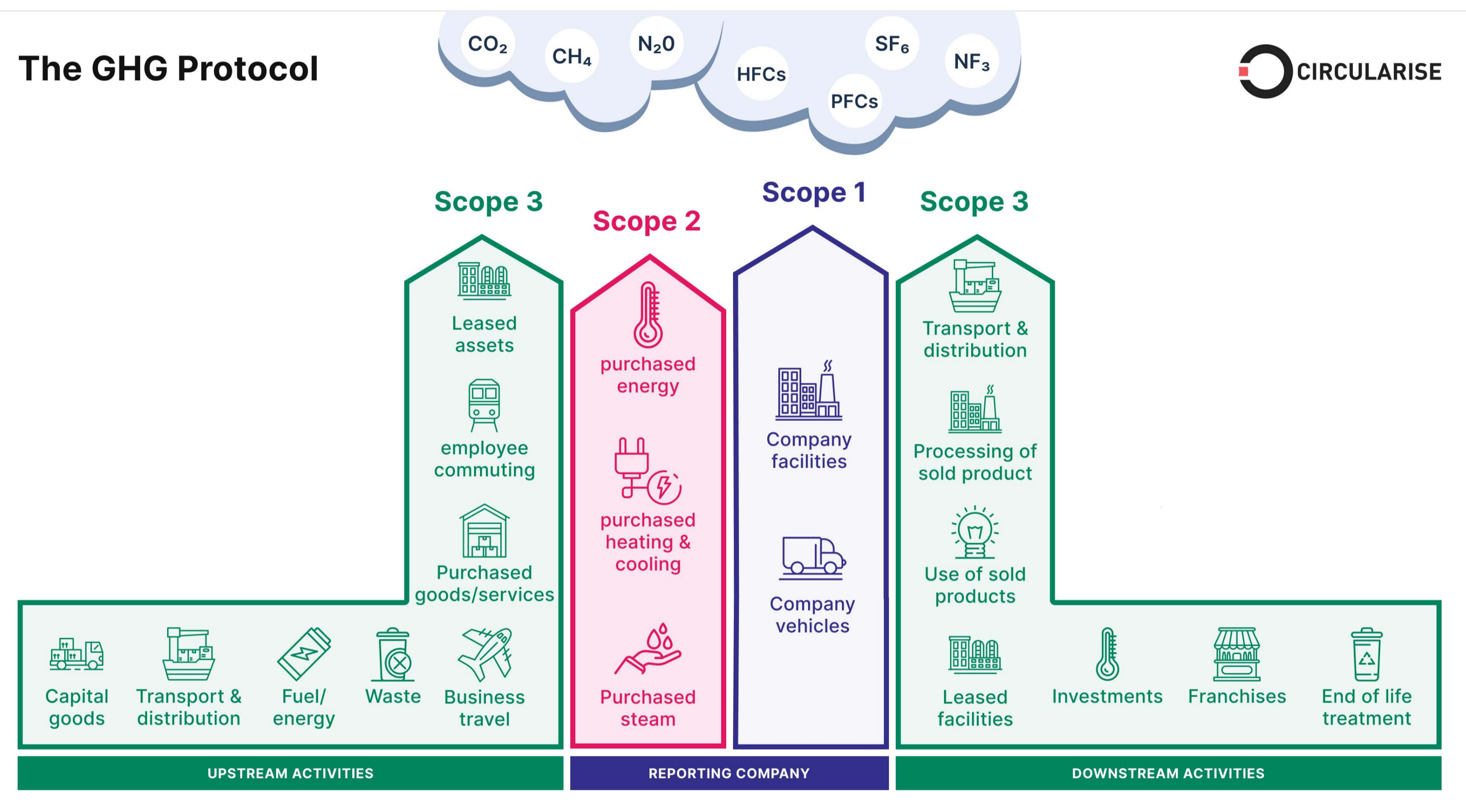
st
carbonmonitor.org - Травень 31, 2023

401-СЕ 9712013					
ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМІВ БОРЬБИ З ПАРНИКОВИМИ ГАЗАМИ В УКРАЇНІ					
Ім'я	Календар	Лист	Лист	Лист	Лист
Розробив	Гавенко В.А.				
Керівник	Бредич В.І.				
Динаміка викидів ПГ за секторами економіки			Сталія	Лист	Листов
			БР	6	8
Викиди ПГ у секторах Енергетика, Промислові процеси та використання продукції, Сільське господарство Землекористування, ліси та землекористування та лісове господарство ЗЗЛГ/ПГ/Відходи.			ІНУ Тлитоцька політехніка ім. І.Конарда Кафедра прикладної екології та природокористування		
Зав. кафедри	Ілляш О.Е.				

УПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ЗІ СКОРОЧЕННЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

Перелік заходів зі скорочення викидів парникових газів Європейської зеленої угоди

Схема обліку парникових газів – GHG Protocol



Європейський зелений курс: врегулювання проблеми викидів

14 липня 2021 року Єврокомісія прийняла пакет пропозицій «Fit for 55»

Що зміниться?

- Схема торгівлі викидами ЄС
- Регламент розподілу зусиль
- Механізм вуглецевого коригування імпорту
- Положення щодо LULUCF
- Зміни до стандартів викидів CO₂ для авто
- Ініціативи ReFuelEU Aviation та FuelEU Maritime

На початковому етапі СВАМ буде застосовуватись до:

- Цементу
- Заліза та сталі
- Добрив
- Електроенергії
- Алюмінію

Ситуація в Україні

У березні 2021 року була створена робоча група щодо застосування до України СВАМ. В уряді також активно працювали, щоб СВАМ передбачав особливий правовий режим для України.

У проєкті СВАМ немає згадок про Україну, втім містяться положення, які можна трактувати як можливі преференції

ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

SCOPE 1	SCOPE 2	SCOPE 3 – ПЕРВИННІ	SCOPE 4 – ВТОРИННІ
<ul style="list-style-type: none"> Палива, що використовуються в роботі: <ul style="list-style-type: none"> природний газ мазут дизель бензин пропан Холодоагенти та технологічні гази Палива, що використовуються в транспортних засобах <ul style="list-style-type: none"> бензин дизель біодизель 	<ul style="list-style-type: none"> Використані комунальні <ul style="list-style-type: none"> послуги електрика пара / тепло охолоджена вода 	<ul style="list-style-type: none"> Придбані товари та послуги Капітальні товари Паливно-енергетична діяльність Виробництво транспортних засобів та їх дистрибуція Відходи виробництва Бізнес-подорожі Поїздки співробітників на роботу Виробництво активів для оренди 	<ul style="list-style-type: none"> Перероблення транспортних засобів та їх дистрибуція Перероблення реалізованої продукції Використання реалізованої продукції Обробка проданої продукції після закінчення терміну служби Перехідні лізингові активи Франшизи Інвестиції

401-CE 9712013

Визначення перспективних напрямів боротьби з парниковими газами в Україні

Ім'я	Колір	Лист	Прізвище	Підпис	Дата
Розробив	Габенко В.А.				
Керівник	Бредич В.І.				

УПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ЗІ СКОРОЧЕННЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

Стаття	Лист	Листов
БР	7	8

Перелік заходів зі скорочення викидів ПГ Європейської зеленої угоди. Схема обліку ПГ – GHG Protocol.

ІНІЦІАТИВА

НУ Тлиторська політехніка ім. І. Кондратюка. Кафедра прикладної екології та природокористування.

Зав. кафедри: Ілляш О.Е.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Кожна тонна CO₂, що викидається, сприяє глобальному потеплінню, тому викиди CO₂ у всьому світі мають досягти нуля. Крім того, скорочення викидів інших парникових газів, таких як метан, також може вплинути на уповільнення глобального потепління, особливо в короткостроковій перспективі.
Полярна крига тане, рівень моря піднімається, у деяких регіонах екстремальні погодні явища та опади стають дедалі частішими, тоді як в інших – спостерігається дільш екстремальна спека та посухи. Протидія зміні клімату і адаптація до глобального потепління є головними пріоритетами Світової спільноти. Тому людству потрібні заходи щодо боротьби зі зміною клімату зараз, інакше ці наслідки лише будуть посилюватися.
2. Встановлено, що основними причинами, які зумовлюють концентрацію парникових газів в атмосфері, є, зокрема, низькі темпи впровадження новітніх технологій. З метою поліпшення якості атмосферного повітря та посилення реагування на наслідки зміни клімату Україна має забезпечити виконання міжнародних нормативно-правових документів щодо протидії змін клімату та поліпшення якості атмосферного повітря, серед яких – Ціль Сталого Розвитку 13, щодо боротьби зі зміною клімату та її наслідками.
3. За даними останнього Річного національного кадастру для подання відповідно до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату та Кіотського протоколу (2023 р.), частка викидів метану (CH₄) у загальній структурі викидів ПГ складає 21%, що є другою величиною після викидів CO₂. Найбільше викидів метану в енергетичному секторі – 66% від загального обсягу, тоді як частки сільського господарства та сектору відходів у 2019 році становили близько 13% та 16% відповідно.
Метан вважається «короткостроковим кліматичним фактором», тобто він має відносно короткий термін життя в атмосфері приблизно 12 років. Хоча він знаходиться в атмосфері менший проміжок часу і викидається в меншій кількостях ніж CO₂, його потенціал глобального потепління (тобто здатність газу затримувати тепло в атмосфері) у 28–34 рази більший.
Тому уловлювання метану дає унікальну можливість пом'якшити зміни клімату та одночасно підвищити енергетичну безпеку, посилити економічне зростання та покращити якість повітря та безпеку людини.
4. Визначено, що основними механізмами скорочення викидів ПГ є система торгівлі викидами і податок. Головна мета запровадження податку на викиди ПГ – стимулювання відмови від використання викопного палива та перехід на відновлювані джерела енергії.
До викидів згідно з обліком парникових газів (GHG Protocol) належать сім категорій парникових газів: діоксид вуглецю, метан, нітроген оксид (закис азоту), гідрофторвуглеці, перфторвуглеці, гексафторид сірки і трифторид азоту. Для того, щоб скорочувати викиди парникових газів, їх варто спершу порахувати. Для цього існує GHG протокол – методики та платформа корпоративного обліку та звітності щодо викидів парникових газів у світі.
Показано, що Scientific based targets initiative (Ініціатива науково обґрунтованих цілей) є одним із прийнятих та дієвих інструментів у світі, а віддатеper і в Україні, для встановлення науково обґрунтованих цілей щодо скорочення викидів парникових газів.

						401-CE 9712013			
						ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМІВ БОРОТЬБИ З ПАРНИКОВИМИ ГАЗАМИ В УКРАЇНІ			
Ізм.	Копія	Лист	Враж	Лист	Дата	Результати роботи	Стаття	Лист	Листов
Розробив	Габенко В.А.						БР	8	8
Керівник	Бредич В.І.					Загальні висновки	НУ "Львівський політехнік" ім. І.Конарського Кафедра прикладної екології та природокористування		
Зав. кафедри	Ілляш О.Є.								