

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут Природокористування
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студента Махині Владислава Олеговича
(ПІБ)

академічної групи 183-19-1П
(шифр)

спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Технології захисту навколишнього середовища»
(офіційна назва)

На тему: «Аналіз джерел викидів парникових газів в Україні та світі»
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
кваліфікаційної роботи	Доц. Матухно О.В.		
розділів:			
Теоретичного	Доц. Матухно О.В.	70	
Технологічного	Доц. Матухно О.В.	70	
Охорона праці	Проф. Чеберячко Ю.І		
Рецензент	Проф. Шматков Г.Г.	65	
Нормоконтролер	ас. Грунтова В.Ю.		

Дніпро

2023

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри ЕТЗНС

«__» _____ 202_ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра

студенту Махині В.О. академічної групи 183-19-1П
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності – 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – Технології захисту навколишнього середовища

(офіційна назва)

на тему: «Аналіз джерел викидів парникових газів в Україні та світі»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 03.05.2023

№322-с.

	Розділ	Зміст	Термін виконання
1	Теоретичний	Надати характеристику поняття «парниковий ефект» та проаналізувати його причини та наслідки	11.05.2023
2	Технологічний	Проаналізувати джерела утворення парникових газів в сучасних умовах. Оцінити тенденції та прогнози щодо викидів парникових газів в Україні	26.05.2023
3	Охорона праці	Розробити заходи з охорони праці на підприємствах, які є джерелом утворення парникових газів.	31.05.2023

Завдання видано _____

(підпис керівника)

Матухно.О.В

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 03.05.2023

Дата подання до екзаменаційної комісії 23.06.2023

Прийнято до виконання _____

(підпис студента)

Махині В.О.

(прізвище, ініціали)

Реферат

Пояснювальна записка: 52 сторінки, 9 рисунків, 9 таблиць, 25 літ. джерел, 4 додатки

Мета роботи: аналіз джерел викидів парникових газів в у світі та в Україні зокрема.

У вступі проаналізовано стан проблеми і конкретизовано завдання на дипломну роботу.

У теоретичному розділі надано характеристику поняття «парниковий ефект» та проаналізовано його причини та наслідки.

У практичному розділі проведено оцінку екологічної небезпеки викидів парникових газів в атмосфері Землі, України.

У розділі «Охорона праці» розроблено заходи з охорони праці на підприємствах, які є джерелом утворення парникових газів.

У висновках наведені основні результати виконаної роботи.

ПАРНИКОВІ ГАЗИ, ПАРНИКОВИЙ ЕФФЕКТ, ЗМІНИ КЛІМАТУ, ВИКИДИ, ПРОБЛЕМИ, НАСЛІДКИ

ЗМІСТ

ВСТУП	5
Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА. ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ ТА ЗМІНИ КЛІМАТУ	
1.1 Аналіз проблеми парникового ефекту. Причини та наслідки.....	8
1.2 Місце України в процесі глобальної зміни клімату.....	10
1.3 Протидія змінам клімату.....	15
Розділ 2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА. АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ УТВОРЕННЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ	
2.1 Загальна характеристика парникових газів.....	16
2.2 Аналіз змін кількості парникових газів в атмосфері Землі.....	20
2.3 Аналіз джерел утворення парникових газів в сучасних умовах.....	26
2.4 Особливості викидів парникових газів в Україні	33
2.5 Тенденції та прогнози викидів парникових газів в Україні.....	40
Розділ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	43
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	47
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	49
Додаток А Відгук керівника на кваліфікаційну роботу бакалавра.....	52
Додаток Б Зовнішня рецензія.....	53
Додаток В Довідка про результати перевірки на присутність запозичень.....	54
Додаток Г Відгуки керівника розділу з ОП та нормоконтролера.....	55

ВСТУП

Однією з найважливіших міжнародних проблем XXI століття є зміна загально планетного клімату. Кліматичні зміни не означають просте підвищення температури. Під терміном «глобальна зміна клімату» розуміють перебудову всіх геосистем, а потепління розглядають лише як один з аспектів змін.

Серед вчених світу немає єдиної думки про причини сучасної зміни клімату. Це явище пояснюється цілою низкою можливих факторів, які мають природний характер і не залежать від людської діяльності. Найважливішими з них є зсув куту нахилу Землі щодо її осі; зміни сонячної активності; коливання земної кори, які призводять до викидів в атмосферу різних газів; зміна відбивної здатності поверхні Землі (альbedo). Але ці процеси протікають протягом багатьох тисяч років та їхня циклічність деякою мірою вивчена науковцями [1, с.50].

Проте, потепління клімату, яке має місце зараз, ніяк не вписується в природні цикли, крім того, воно відбувається надзвичайно стрімко: адже мова йде не про тисячоліття, а про сотні і навіть десятки років. Наукова думка, висловлена Міждержавною групою експертів по зміні клімату (МГЕЗК) ООН у 2007 році, полягає в тому, що середня температура на Землі піднялася на 0,7 °C з часу початку промислової революції (з другої половини XVIII століття), і що «велика частка потепління, що спостерігалось в останні 50 років, викликана діяльністю людини», в першу чергу викидом газів, що викликають парниковий ефект, таких як вуглекислий газ і метан. Ці гази, потрапляючи в атмосферу, поглинають тепло і затримують теплове випромінювання з поверхні планети, тим самим підвищуючи середню температуру поверхні Землі і посилюючи так званий парниковий ефект. Оцінки, отримані по кліматичних моделях, на які посилається МГЕЗК, кажуть, що в XXI столітті середня температура поверхні Землі може підвищитися на величину від 1,1 до 6,4 °C. В окремих регіонах температура може небагато знизитися [1].

Актуальність теми. Проблема глобального потепління є надзвичайно актуальною для світу, для Європи і, зокрема для України. Наша держава

належить до числа регіонів планети, де зміни клімату вже є відчутними. Відбувається посилення мінливості погоди, а саме сильні морози, що змінюються різкими відлигами взимку, та зростання числа надзвичайно спекотних днів влітку. Спостерігається нерівномірність випадання опадів у вигляді снігу та дощу. На території країни почастишали природні катаклізми, такі як посухи, суховії, зливи, повені, затоплення, обледеніння тощо.

Наслідки кліматичних змін можуть впливати на добробут, умови проживання і здоров'я населення в певних регіонах України. Грунтуючись на висновках МГЕЗК про глобальні та регіональні наслідки від зміни клімату, та результати опублікованих вченими України, можна зробити висновки, що підвищення вмісту парникових газів в атмосфері може викликати: гостру нестачу питної води в центральних та східних регіонах України, переміщення у помірні і північні зони субтропічних циклонів, які сприятимуть опустелюванню півдня України, незворотну деградацію степів Причорномор'я, Приазов'я та степової частини Криму, зростання загрози катастрофічних повеней у Карпатах, підвищення рівня Чорного і Азовського морів, активізацію явищ підтоплення територій, абразії берегів морів і водосховищ, зниження продуктивності лісу на всій території України, зокрема внаслідок поширення епіфітотій та шкідників.

Негативний вплив на безпеку та на економіку країни також може мати масова міграція населення з південно-східних регіонів, де буде спостерігатися значне погіршення умов проживання внаслідок стрімкої зміни природо-кліматичних умов та загроза поширення інфекційних захворювань непритаманних Україні (малярія, лихоманка, Денге тощо). За таких прогнозів Україні потрібно невідкладно розробити та розпочати реалізацію заходів щодо зменшення викидів парникових газів та адаптації найбільш вразливих територій та секторів економіки до наслідків змін клімату. [2].

Метою роботи є аналіз джерел викидів парникових газів в у світі та в Україні зокрема.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі задачі:

1. Надати характеристику поняття «парниковий ефект» та проаналізувати його причини та наслідки.
2. Проаналізувати джерела утворення парникових газів в сучасних умовах.
3. Розробити заходи з охорони праці на підприємствах, які є джерелом утворення парникових газів.

Практичне значення роботи полягає в оцінці екологічної небезпеки викидів парникових газів в атмосфері Землі, України.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА. ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ ТА ЗМІНИ КЛІМАТУ

1.1 Аналіз проблеми парникового ефекту. Причини та наслідки

Парниковий ефект - це підвищення температури земної поверхні в результаті нагрівання нижньої атмосфери внаслідок накопичення парникових газів (рис.1.1) [20].

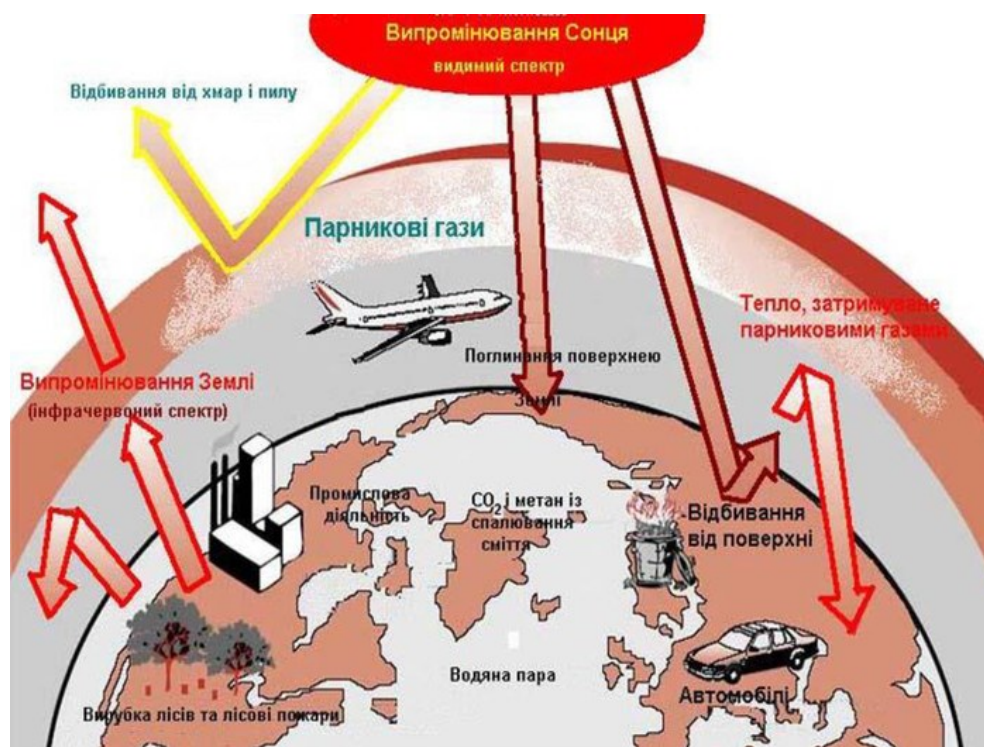


Рисунок 1.1 - Парникові ефекти у світі

В результаті накопичення парникових газів, температура повітря вища, ніж має бути, і це призводить до незворотних наслідків: глобальне потепління та зміна клімату. Сто років тому ця екологічна проблема існувала, але їй не надавали такого значення. З розвитком технологій, число джерел, що підсилюють парниковий ефект в атмосфері, з кожним роком все більше. Для вивчення механізму цього явища необхідно проаналізувати причини, через які формується парниковий ефект [6].

Причинами парникового ефекту є [10]:

- транспорт – легковіки та вантажівки при роботі створюють вихлопні гази, які активно забруднюють повітря та через які формується парниковий ефект;
- використання в промисловості горючих корисних копалин - вугілля, нафти, природного газу, при спаленні яких виділяється величезна кількість вуглекислого газу та інших шкідливих сполук; зростання населення впливає на зростання попиту на їжу, одяг, житло, і для забезпечення цього зростає промислове виробництво, яке все більше забруднює повітря парниковими газами;
- вирубування лісів, які розчиняють в собі вуглекислий газ і виділяють кисень, і з вирубуванням кожного дерева на планеті кількість CO₂ у повітрі збільшується;
- лісові пожежі – це ще одне джерело знищення рослин на планеті;
- зростанню кількості п/г також сприяє розкладання та спалювання сміття, на полігонах та звалищах
- агрохімікати та добрива налічують значну кількість з'єднань, під час випаровування яких виділяється азот - один з домінуючих парникових газів;

Наслідки парникового ефекту.

Головною проблемою є зміна клімату. Через зростання температури повітря, з кожним роком моря і океани випаровуються все інтенсивніше. Перший можливий варіант: вчені пророкують що приблизно через два століття, відбудеться таке явище , як «висихання» океанів, мається на увазі, критичне падіння рівня води. Інший можливий варіант полягає в тому, що зростання температури призводить до танення льодовиків, що підвищує рівень води в океанах і призводить до затоплення берегів континентів і островів. Зростання кількості повеней і затоплень прибережних районів підтверджує те, що рівень води в океані зростає щороку.

Зростання температури повітря призводить до того, що райони, які недостатньо зволожуються дощем, стають посушливими та непридатними для життя. Тут врожаї гинуть, що призводить до продовольчої кризи для населення району. Крім того, тваринам не вистачає їжі, тому що рослини гинуть через нестачу води. Більшість людей у своєму житті звикають до погодних та кліматичних умов. В той час коли температура збільшується, посилюється парниковий ефект на планеті та відбувається глобальне потепління. Люди не пристосовані до високих температур. Наприклад, якщо раніше середньорічна температура була + 22 - + 27, то підвищення до + 35 - + 38 призводить до сонячного та теплового ударів, проблем з серцево-судинною системою, ризику інсульту, зневоднення. Для того, щоб мінімізувати шанси виникнення цієї катастрофи, в першу чергу необхідно зупинити вирубування лісів, посадити нові дерева і чагарники, тому що вони розчиняють в собі вуглекислий газ і виділяють кисень. Користування електромобілями значно знизить кількість вихлопних газів в повітрі. Крім того, можна пересісти з автівок на велосипеди, що зручніше, дешевше і безпечніше для навколишнього середовища. На сьогоднішній день ведеться розробка альтернативних видів палива, які, на жаль, повільно впроваджуються в наше повсякденне життя. А також, необхідно, сфокусувати увагу людства, на проблемі і почати робити все, що в наших руках, для зниження кількості парникових газів [4].

1.2. Місце України в процесі глобальної зміни клімату

На сьогоднішній день Україна входить до двадцятки країн світу, за кількістю викидів парникових газів в атмосферу.

15 березня 1999 року Україна підписала Кіотський протокол, який передбачає певні зобов'язання з боку нашої країни. Умови протоколу виявились дуже м'якими для України, так як не вимагають зменшення викидів парникових газів в атмосферу, а навіть дозволяють їх збільшення до рівню 1990 року.

Національний екологічний центр України займається відслідковуванням діяльності Українського уряду та намагається впливати на рішення щодо найшвидшого впровадження кліматоохоронних програм. НЕЦУ бере участь у роботі Робочої групи НУО з питань зміни клімату та тісно співпрацює з Кам'янською організацією «Голос природи» у проведенні просвітницької програми.

Згідно з вимогами Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату та Кіотського протоколу до неї, в Україні розроблено порядок проведення національної інвентаризації антропогенних викидів із джерел та поглинання поглиначами парникових газів, з метою забезпечення належного функціонування національної системи оцінки антропогенних викидів та абсорбції антропогенних газів [5]. Відповідно цього документу контролюється шість парникових газів прямої дії, до яких входять: оксид вуглецю (IV) – CO_2 , метан – CH_4 , оксид нітрогену (I) – N_2O , гідрофторвуглеці – HFCs, перфторвуглеці – PFCs та гексафторид сірки – SF_6 . Також в цей перелік газів в Національній доповіді з інвентаризації входять гази непрямої дії, а саме: оксид вуглецю (I) – CO , оксиди нітрогену – NO_x , леткі неметанові сполуки, а також оксид сірки (IV) – SO_2 [11].

При розробці національного кадастру проводиться наступна класифікація антропогенних джерел та поглиначів за видами антропогенної діяльності (сектори): «Енергетика», «Промислові процеси та використання продуктів», «Сільське, лісове господарство та інше використання земель», «Відходи» [23].

Потепління, посухи та водність річок є трьома основними факторами, які є наслідками зміни клімату в Україні.

Потепління. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, за останні 30 років (період за 1991-2020 роки) середня річна температура на материковій частині України зросла на 1,2 градуса. Усі сезони в Україні стали теплішими. Згідно з даними Мінприроди, середня літня температура в Україні виросла на $1,3^\circ\text{C}$, середня зимова – на $0,9^\circ\text{C}$, середня весняна – на $0,9^\circ\text{C}$, а середня осіння – на $0,4^\circ\text{C}$. Через це, посилюються посухи,

змінилася водність річок та озер, з'явилися нехарактерні для України екстремальні погодні явища.

Посухи. З допомогою індексу ID було досліджено поширення та інтенсивність посухи 2007 р. з моменту зародження і до затухання. Посуха 2007 р. виникла у активний період вегетації рослин з першої декади травня та середини червня і поширилася в південних районах України. Під час посухи 2007 р. значення розрахованого індексу ID були досить значні в липні та серпні. Розрахунки ГТК підтвердили спалахи посухи у ці місяці.

Водність річок та опади. В останні роки рівень води у річках України влітку є нижчим за норму. Разом із частішою посухою та зменшенням опадів у літній період, ситуація може лише погіршитися.

За таких умов змін в навколишньому середовищі одне з перших місць займає адаптація до клімату, тобто пристосування до наявних або очікуваних ризиків, які відбуваються через зміну клімату. Своєчасні заходи з адаптації створюють додаткові можливості та економлять гроші.

Заходи з адаптації можна розділити на такі категорії[13]:

1. Неінвестиційні (м'які), включають такі заходи, як: планування, управління досвідно конструкторськими роботами, загальне управління територією та зміна поведінки тих, хто при прийнятті рішень має враховувати існуючі та очікувані зміни клімату на цій території. Серед прикладів м'яких заходів можна навести навчання громадян тому, як вони повинні реагувати на теплові хвилі або повені; уникнення планування інвестицій в зимові види спорту, які вимагають постійного сніжного покриву, на висоті до 1000 м; покращення координації рятувальних загонів та органів державного управління.

2. Технологічні (сірі), орієнтовані на технологічні рішення. До них відносяться, наприклад, теплоізоляція будівель, використання світлих тонів і світловідбиваючих матеріалів для пом'якшення впливу тепла; використання стічних вод та дощової води з метою зниження довгострокових наслідків засухи або будівництво протипаводкових споруд в рамках реалізації заходів протипаводкового захисту.

3. Природні (зелені), що використовують природні елементи (рослинність, водні елементи). Вони можуть включати зелені дахи та стіни, парки, водно-болотні угіддя, озера, фонтани тощо.

Одним з прикладів адаптації є, використання «зелених дахів». Їх охолоджуючий ефект головним чином спричинений випаровуванням води, термічним накопиченням нерозподіленої води, здатністю відбивати сонячне випромінювання краще, аніж інші покрівельні матеріали, а також споживанням термічної енергії для процесу фотосинтезу.

«Зелені дахи» мають здатність знижувати температуру в приміщеннях, розташованих під ними, на кілька градусів Цельсія. «Зелені дахи» можуть знижувати проникнення тепла із зовнішнього у внутрішнє середовище майже, на 90%. Вимірювання, які нещодавно провели в спекотні літні дні в Німеччині довели, що при температурі повітря вище 35 °С температура, зафіксована на нижній стороні даху, ніколи не перевищує 25 °С.

Іншим прикладом може бути насадження нових лісів та лісосмуг на території передмість – «зеленому поясі» навколо міст і сіл. Скупчення деревних рослин, лісосмуг, парків, вітрозахисних смуг, алей або лісів є важливим елементом протидії негативному впливу сильних вітрів та штормів. Вітрозахисні смуги здатні поглинати кінетичну енергію повітряних потоків і, відповідно, пом'якшувати потенційно руйнівні наслідки дії вітру. Якщо правильно сформувати вікову, породну та просторову структуру вітрозахисних смуг, врахувати силу та напрямок вітру, то такі смуги можуть зменшити швидкість вітру навіть на 60%. Смуги дерев та чагарників різної висоти, напівпроникні для вітру, здатні зменшити швидкість вітру на 40–70% з підвітряного боку на відстані, що дорівнює 15–20 висотам смуги[9].

Незалежно від адміністративного рівня ієрархії існує загальний підхід, якого необхідно дотримуватися у процесі адаптації до зміни клімату. Першим кроком є оцінка й аналіз нинішніх і майбутніх наслідків, вразливостей та ризиків, що може бути проведена із залученням науково-дослідних установ, а також консорціумів державних і громадських організацій. Наступним етапом є

ознайомлення відповідних органів, установ і суб'єктів з вразливостями та ризиками. Третій етап полягає у перегляді існуючої політики та процедур, що можуть розв'язати проблеми кліматичних впливів. Необхідно, щоб цей процес відбувався як у міністерствах, так і на інших адміністративних рівнях. На четвертому етапі проводиться аналіз тих галузей, де саме необхідні програми дій. П'ятим кроком є визначення нової політики та процедур, що проводяться за участю всіх зацікавлених сторін, і визначається перелік необхідних заходів, їхня вартість і доцільність. Наступними кроками є реалізація обраної політики та її постійний моніторинг, оцінка та уточнення.

Загалом міжнародний досвід адаптації до зміни клімату свідчить про можливість його застосування в Україні за такими принципами[14]:

- розуміння наявних ризиків та їх граничних значень, а також пов'язаних з ними невизначеностей;
- зосередження на завданнях, що відносяться до кліматичних проблем, які потрібно вирішити в першу чергу, визначення головних ризиків і можливостей їх зменшення;
- започаткування та спільна робота у партнерстві, що передбачає залучення громадськості, забезпечення її поінформованості;
- формування цілей і завдань з пристосування до зміни кліматичних умов перед виконанням запланованих заходів;
- застосування врівноваженого підходу, який включає в себе, оцінку заходів пристосування у контексті загальної ефективності та соціально-економічних цілей розвитку держави, до яких належать рішення зумовлених зміною кліматичних умов проблем;
- аналіз і обґрунтування можливих варіантів з мінімальними втратами з погляду економічної ефективності, доцільності та збільшення можливих переваг;
- регулярний перегляд стратегії пристосування відповідно до сучасних умов.

- уникнення дій, що обмежують варіанти для майбутньої адаптації, або зменшують ефективність заходів з пристосування в інших галузях;

1.3. Протидія змінам клімату

Дивлячись на результати парникового ефекту, стає зрозуміло, що основна проблема - це кліматичні зміни. Так як кожен рік збільшується температура повітря, випаровування океанів і морів стає дедалі інтенсивніше. [15].

Розуміючи, походження парникових газів, треба зробити якомога більше, задля зменшення кількості джерел їх виникнення, аби зупинити глобальне потепління та інші негативні наслідки парникового ефекту. Навіть одна людина має змогу, вплинути на це, а якщо до неї доєднаються побратими, друзі, родичі, колеги, знайомі, то вони покажуть приклад іншим. Це дасть нам величезну кількість свідомих мешканців планети, що будуть спрямовувати свої дії на збереження навколишнього середовища [11].

Спершу людство має припинити масову вирубку лісів, почати висаджувати нові дерева та чагарники, оскільки вони поглинають вуглекислий газ та виділяють кисень. Використання електромобілів значно скоротить кількість викидів вихлопних газів. Також можна з автомобілів пересісти на велосипеди, що також матиме значний позитивний вплив на екологічну ситуацію в світі. Людство паралельно займається розробкою альтернативних джерел палива, але на жаль, воно дуже повільно впроваджується в наше життя [11].

Головне рішення проблеми парникового ефекту – це привернення до неї уваги світової спільноти, а також робити все можливе задля зменшення кількості скупчення парникових газів. Якщо ви кожен висадить пару дерев, то вже зробить величезну допомогу нашій планеті та наступним поколінням.

РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА. АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ УТВОРЕННЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

2.1 Загальна характеристика парникових газів

Наявність п/г в атмосфері є основною причиною того, що значна частка тепла, випромінювана поверхнею планети, залишається в нижніх шарах атмосфери. Протягом багатьох мільйонів років співвідношення газів, що створюють парниковий ефект, встановився на значенні, яке дозволяє підтримувати тепловий баланс поверхні Землі. Ці гази можуть бути як природного, так і техногенного походження. Перед тим, як людство здійснило промислову революцію, домінуючими джерелами п/г були випаровування з поверхні Світового океану, вулканічна діяльність і лісові пожежі[7].

До переліку природних парникових газів атмосфери входять: водяна пара – H_2O , оксид вуглецю (IV) – CO_2 , озон тропосфери – O_3 , оксид нітрогену (I) – N_2O , а також метан – CH_4 , та інші. На рис.2.1 наведено відносний вміст природних парникових газів.

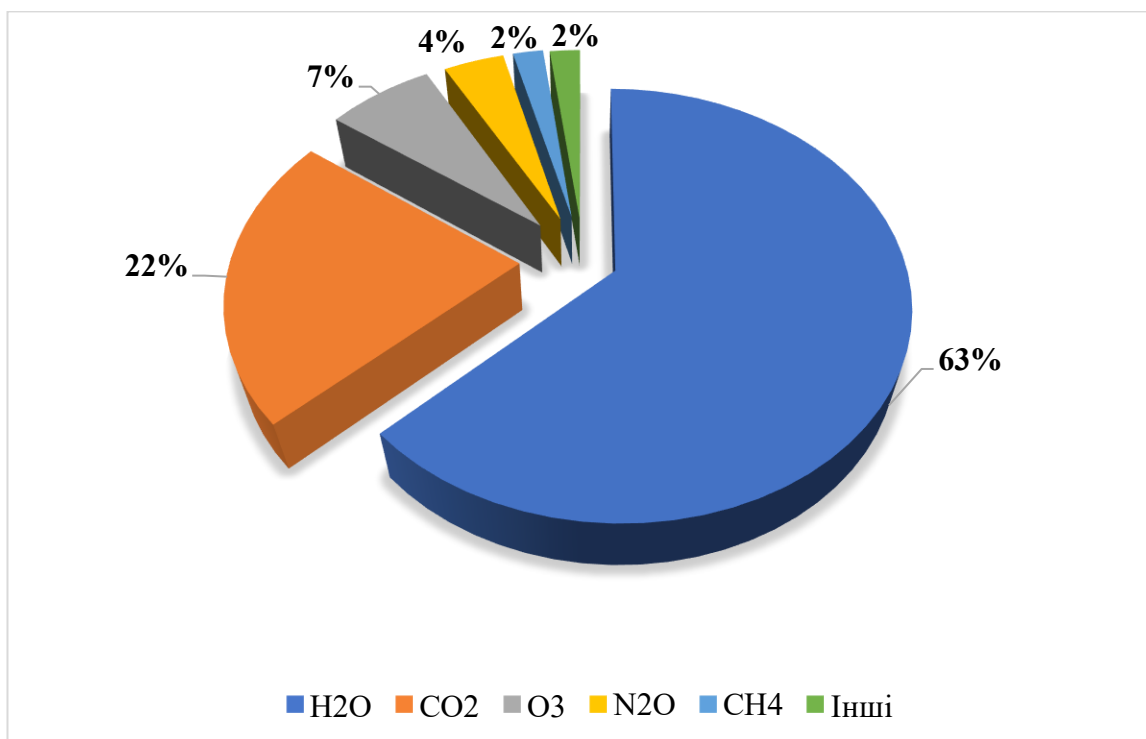


Рисунок 2.1 - Відносний вміст газів у природному парниковому ефекті

У другій половині двадцятого століття посилюється вплив парникового ефекту внаслідок людської діяльності, який пов'язаний із значним збільшенням в атмосфері концентрації вуглекислого газу (CO_2). Розпочинаючи з 1980х років частка CO_2 в кількості викидів стала менш значною. З'явилися і нові синтетичні речовини, такі як хлор- і фторовмісні вуглеці, які є, завдяки своїм оптичним властивостям, потенційними парниковими газами. Таким чином, за останні десятиліття частка впливу CO_2 на посилення парникового ефекту становить біля 50 %, CH_4 –15 %, N_2O – близько 5–6 %, хлорфторвуглеців – від 12 до 24 % від загального внеску в глобальне потепління.

Найбільш розповсюдженим парниковим газом є водяна пара, але оскільки вона характеризується невеликим терміном перебування в атмосфері, її антропогенні емісії не призводять до чітко вираженої зміни концентрації парів. Проте, перельоти літаків створюють у нижніх шарах стратосфери «цирус» - хмари (кристали льоду), вони ефективно поглинають теплове випромінювання Землі, підсилюючи парниковий ефект. Важливо підкреслити, що збільшення температури, яке здійснюється через вплив інших п/г, збільшує випаровування та призводить до підвищення кількості водяної пари в атмосфері. Це теж може негативно вплинути на зміни кліматичних умов. Як було наведено вище, CO_2 – парниковий газ, що має найбільший вплив на зміну клімату. Хоча вуглекислий газ має природне походження, через активну діяльність людини, його викиди є найбільшими за кількістю. Значна частина CO_2 утворюється під час видобування, транспортування та спалювання палива органічного походження (вугілля, нафти та природного газу). Також велику частину викидів CO_2 відбувається під час транспортування та виробництва електричної енергії та тепла. Іншими джерелами CO_2 – це промислові процеси. Лісові масиви, океан та ґрунти поглинають вуглекислий газ, підтримують баланс між його кількістю в повітрі та у воді і ґрунтах. Але діяльність людини негативно впливає на цей баланс. За даними станції Ману Лоа, яка здійснює моніторинг складу атмосферного повітря з 1956 року, концентрація вуглекислого газу в повітрі за останні 60 років зросла з близько 300 до 400 частинок на мільйон (0,04 %).

Найбільші кількості CO₂ в світі викидаються в Китаї, США, Європейському союзі, Індії.

В крайньому варіанті Глобального бюджету вуглецю (Global Carbon Budget) вказано, що для стримування зростання середньорічної температури клімату Землі в межах 2°C (з ймовірністю в 66 %) кількість всіх викидів CO₂ в майбутньому має дорівнювати 1 200 млрд т. За теперішнього рівня викидів (понад 40 млрд т) ця квота буде вичерпана протягом вже тридцяти років. Щоб запобігти цьому, понад 50 % запасів викопного палива, доступних людству, потрібно буде, в майбутньому, залишити недоторканими, або ввести в загальне користування нові технології створення масових запасів CO₂ під землею [4].

Утворення метану, в значних кількостях, відбувається внаслідок біологічних перетворень органічних речовин в природі. Головними антропогенними джерелами утворення метану є культивування рису на полях з дуже високою вологістю, кишкова ферментація тварин та розклад відходів тваринного походження, добування та перевезення вугілля, природного газу та нафти, розклад твердих побутових відходів. Також CH₄ – це супутній продукт спалювання біомаси та неповного згоряння палива. Оцінки кількості викидів та стоків метану щороку складає приблизно 500 млн. тонн. В основному метан поглинається ґрунтами, та хімічно розчиняється в атмосфері. Природними джерелами атмосферного оксиду азоту N₂O є океани, ґрунти тропічних та помірних широт, ліси та луки. До антропогенних джерел емісії цього газу відносяться спалювання біомаси та викопного природного палива, сільськогосподарська обробка ґрунтів, особливо використання азотовмісних добрив, виробництво хімічних продуктів[10].

Основна концентрація озону формується у верхніх шарах атмосфери на приблизній висоті в 25 км, там знаходиться, так званий озоновий шар, він виконує функцію захисту поверхні землі від ультрафіолетового випромінювання Сонця. В нижні шари атмосфери озон потрапляє в результаті хімічних перетворень кисню в присутності світла з іншими газами, що знаходяться в атмосфері, або з промисловими забруднюючими речовинами. Озон утворюється

за допомогою таких речовин, як: оксиди азоту – NO_x , леткі органічні речовини і, насамперед, оксид вуглецю (II) – CO і CH_4 . Озон є тепличним газом, тому ці речовини можна розглядати як такі, що побічно впливають на парниковий ефект. Хлорфторвуглеці та фторвуглеці (перфторвуглеці, гідрофторвуглеці та гексафторид сірки) – це гази, яких не було в атмосфері до початку двадцятого століття і які з'явилися виключно в результаті діяльності людини [5,20].

Ці гази формуються при виробництві магнію, алюмінію, галогеновмістних вуглеводів та інших промислових процесах. Сучасне та очікуване застосування цих сполук включає охолодження та заморожування, кондиціонування повітря, використання аерозолів, розчинників, гасіння пожеж та виробництво поропласту. Хлорфторвуглеці, вони ж - фреони, дуже негативно впливають на озоновий шар Землі, і тому виробництво фреонів мінімізується в цілому світі. Прогнози щодо гідрофторвуглеців і деякою мірою перфторвуглеців та гексафториду сірки показують, що використання суттєво зросте в наступному десятилітті через важливість цих сполук як безпечніших аналогів озоноруйнуючих речовин, тобто хлорфторвуглеців. Всі ці сполуки підсилюють парниковий ефект, через поглинання інфрачервоного випромінювання, яке не здатні поглинути інші гази. Вплив окремих парникових газів на глобальне потепління суттєво відрізняється в залежності від їх оптичних властивостей і часу знаходження в атмосфері. Головний параметр, який чисельно визначає радіаційний вплив молекули певного парникового газу відносно молекули оксиду вуглецю (IV) називається потенціалом глобального потепління (ПГП). Для розрахунків за Кіотським протоколом (в еквіваленті CO_2) використовуються ПГП із сторічним строком осереднення парникового ефекту. Значення ПГП парникових газів відповідно до Другого оціночного звіту МГЕЗК представлено в табл. 2.1 [5].

Таблиця 2.1 - Потенціал глобального потепління для різних парникових газів

Парниковий газ	Хімічна формула	ПГП
Оксид вуглецю (IV)	CO ₂	1
Метан	CH ₄	21
Оксид нітрогену (I)	N ₂ O	310
Гідрофторвуглеці	HFCs	140–11 700
Перфторвуглеці	PFCs	6 500–9 200
Гексафторид сірки	SF ₆	23 900

2.2 Аналіз змін кількості парникових газів в атмосфері Землі

В другій половині двадцятого століття значно посилилася тенденція зростання глобальної приземної температури [11] (рис. 2.2) – одного з показників кліматичної системи Землі, що стало предметом наукових і соціально-громадських дискусій та обговорень на міжнародних форумах у рамках Міжнародної програми з екології і дало початок громадському руху противників антропогенного (техногенного), на думку протестантів, впливу на кліматичні умови. Представлені на рис. 2.2 прогнози моделі AR5, що є основою висновків міжнародної групи експертів зі зміни кліматичних умов (МГЕЗК, останній звіт 2014 р.), наводять фізично обґрунтований діапазон можливих збільшень приземної температури протягом наступних більш ніж вісімдесяти років. Це явище глобального потепління пояснили збільшенням негативного впливу парникового ефекту через накопичення в атмосфері Землі концентрації так званих «парникових» газів (CO₂, CH₄, N₂O, O₃ та ін., рис. 2.3).

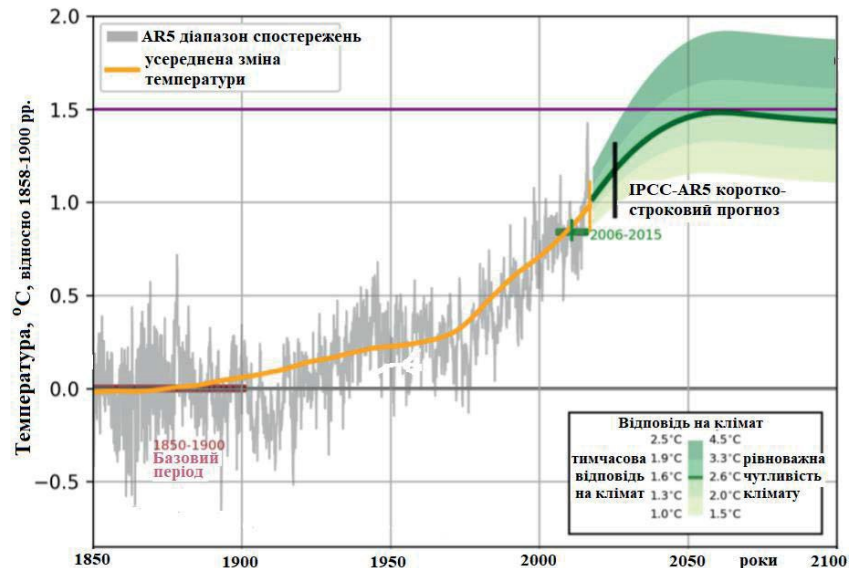


Рисунок 2.2. - Експериментальні (1850–2017 рр.) та прогнозовані (після 2017 р. і до 2100 р., модель AR5) дані температури клімату

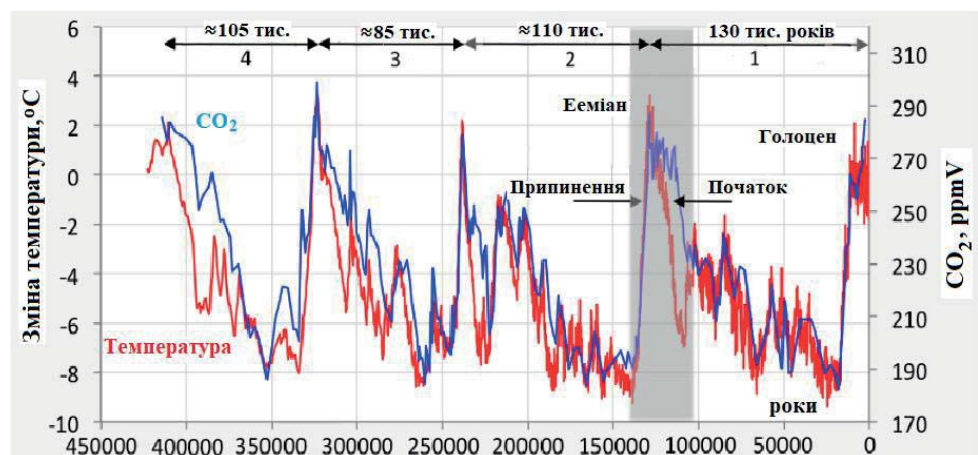


Рисунок 2.3 - Відлік часу ведеться від 1995 р. (0 часу) в минуле, нуль зміни температури відраховується від середнього значення температури впродовж 1850–1900 рр., ppmV – об’ємна мільйонна доля концентрації. На стадіях зростання температури (глобальні потепління) ріст концентрації CO₂ трохи випереджає тренд температури (див.кінець 4 періоду), а на стадіях глобального похолодання – тренд CO₂ суттєво відстає із затримкою 500±200 років (див. виділення частини графіку в кінці 2 періоду – на початку 1 періоду)

Виявлені тренди підвищенням концентрації CO₂ в атмосфері і зростання глобальної температури стали предметом прояву ініціативи щодо аналізу клімату. Почала з’являтися велика кількість публікацій в засобах масової

інформації та наукових виданнях з викладом незворотних та навіть драматичних для нашої планети наслідків, серед яких[17]:

- значне збільшення рівня світового океану через танення льодовиків, яке має призвести до затоплення низинних територій більшості прибережних і острівних країн та підвищення кислотності океанів;
- порушення різноманітності флори та фауни: деякі види тварин і рослин будуть не в змозі пристосуватися до зміни умов і можуть зникнути, це в свою чергу викличе зменшення врожайності ряду сільськогосподарських культур;
- критичне зменшення запасів питної води, міграція комах, що в свою чергу викличе поширення епідемій (лихоманка, малярія);
- водні і продовольчі ресурси стануть важкодоступними, що призведе до загострення міждержавних відносин;
- збільшиться кількість витраченої енергії на провітрювання та охолодження будівель(приміщень) в містах.

Проте глобальне потепління має й позитивні ефекти:

- зменшення витрат енергоресурсів на опалювальний сезон, через його скорочення;
- північний край землеробства зміститься на більш високі широти;
- Полегшення судноплавства і розробки вуглеводневих родовищ на морському дні, через потепління в Арктиці

Сучасний погляд на глобальне потепління зводиться до таких положень[14]:

- 1) Головною причиною глобального потепління є постійне збільшення концентрації парникових газів (головною мірою CO₂) в атмосфері
- 2) тренд зростання концентрації парникових газів визначається підвищенням їх антропогенної емісії при спалюванні вуглеводневих енергоресурсів;
- 3) глобальне потепління несе загрозу у вигляді негативних наслідків для навколишнього середовища і економіки;
- 4) необхідно вдосконалювати політику скорочення антропогенної емісії парникових газів.

Існує кілька сценаріїв розвитку енергетики в світі, прогнозується до 2100 року порівняно з кінцем двадцятого століття зростання концентрації CO₂ від 400 до 790 чнм і збільшення температури на 1–4 °С [2]. Існують і значно тривожніші прогнози: згідно концентрації CO₂ від 540 до 970 чнм і підвищення температури на 1,4–5,8 °С. Відносно безпечним вважається збільшення концентрації CO₂ до 470 чнм [4] і зростання температури на 1,7 °С або навіть на 2 °С. Допускається значний розкид і в оцінці такого важливого показника, як чутливість до зміни клімату вмісту парникових газів в атмосфері при подвоєнні концентрації CO₂ – 1,5–4,5 °С і 1,5–5,5 °С.

На рис. 2.4 вченими [5] наведені дані з різних джерел щодо антропогенних і природних факторів глобального потепління. Не будемо заперечувати вплив антропогенних викидів на зростання приземної температури, прихильники природної концепції потепління клімату вважають, що перш за все основними факторами збільшення глобальної температури є природні чинники, пов'язані з космогенними циклічними процесами, з сонячно-земною взаємодією (обертання Землі навколо Сонця, прецесія осі обертання Землі, цикли сонячної активності та ін.).

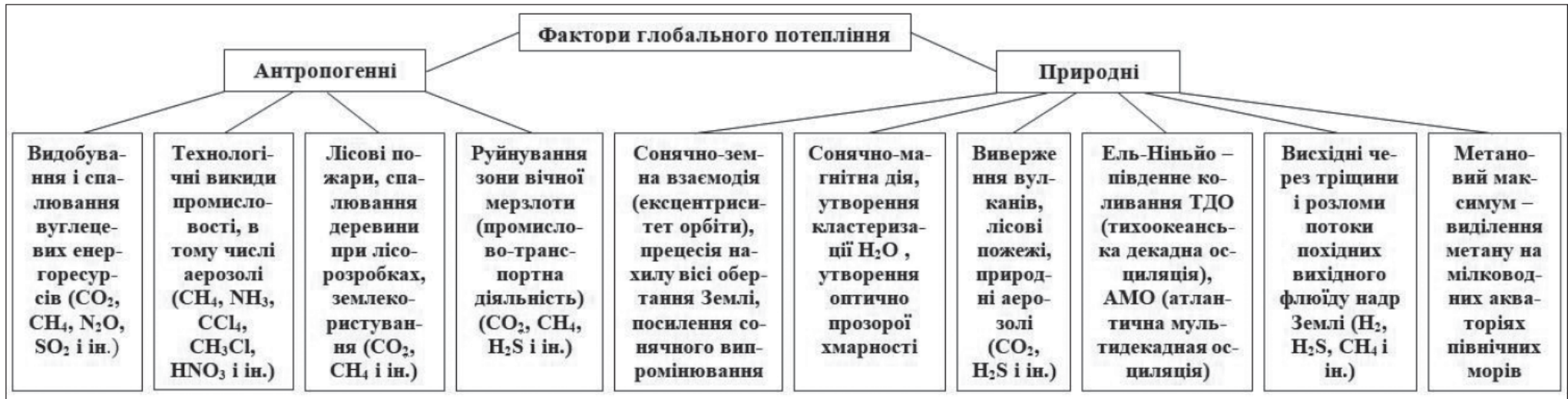


Рисунок 2.4 - Основні причини глобального потепління

В цілому причинно-наслідковий ланцюг зв'язків, що визначає загальну проблему впливу антропогенних чинників на зміни клімату, подано у вигляді схеми на рис. 2.5 Емісія і зростання концентрації парникових газів та аерозолей в атмосфері, що в свою чергу є наслідком соціально-економічного розвитку людства, впливає на клімат Землі, викликаючи підвищення температури, зростання рівня моря, зміну кількості опадів та інших фізичних параметрів навколишнього середовища, зумовлюючи екстремальні погодні умови. Ці зміни негативно впливають на довкілля (на екосистеми і біорізноманіття, харчові та водні ресурси), здоров'я і розселення людей. Такі зміни у довкіллі змінюють подальші шляхи майбутнього соціально-економічного розвитку, котрі, зі своєї сторони, несуть вплив на фактори, які їх спричиняють.

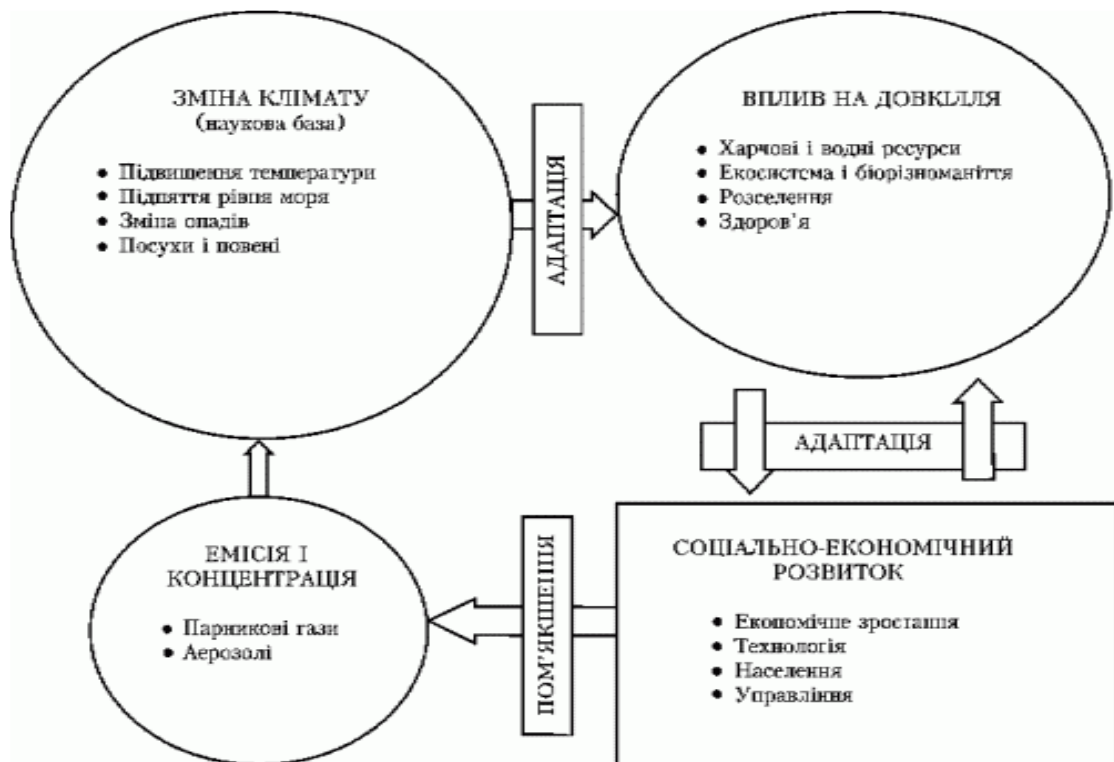


Рисунок 2.5 - Блок-схема досліджень проблеми зміни клімату

Значний внесок у зміну клімату вносять завислі в атмосфері частинки – аерозоль природного походження (до 90 % – пил при бурях в пустелях, дим лісових пожеж, аерозолі вулканічних викидів тощо) і антропогенного походження (промисловий пил – викиди гірничовидобувних виробництв, металургійних, цементних заводів та електростанцій при спалюванні вугілля

тощо). Аерозоль здатен викликати як парниковий, так і антипарниковий ефекти. В тому випадку коли аерозоль пропускає більшість теплового випромінювання, тоді температура атмосфери під аерозольним шаром може виявитися нижчою, ніж за відсутності аерозолу (антипарниковий ефект). Тоді як при певних з'єднаннях властивостей аерозолу (просторова і часова зміна характеристик) він може посилювати парниковий ефект [13]. Сумарна частка викидів різних типів аерозолу суттєво відрізняється – від 0,004 Гт/рік (вулканічний) до 1 Гт/рік (морський).

Кілька сценаріїв впливу антропогенних чинників на посилення глобального парникового ефекту, температурні, водні режими і головні висновки для можливих термічних змін клімату в Україні були розглянуті на початку 90-х років двадцятого століття [12]:

1) при глобальному антропогенному потеплінні приблизно на 1 °С (в першій чверті двадцять першого століття) на півдні України рівень потепління майже повністю співпадатиме з глобальним, а на півночі може збільшитися до 40 %;

2) широтний градієнт температур на території України буде за абсолютною величиною зменшуватися до 10 % (в сучасну епоху широтний градієнт приземної річної температури – близько 0,8 °С на 1° широти);

3) якщо річна глобальна температура підніметься на 3 °С (десь в середині двадцять першого століття), то температурний режим півночі України може стати таким самим як і температурний режим на півдні.

2.3 Аналіз джерел утворення парникових газів в сучасних умовах

Утворення парникових газів є результатом різних джерел, які сприяють збільшенню концентрації парникових газів у атмосфері. Основні джерела утворення парникових газів представлені на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 Джерела утворення парникових газів

Використання енергії з викопних палив є одним із основних джерел викидів парникових газів, зокрема вуглекислого газу (CO_2) та метану (CH_4). Проаналізувавши кожен вид викопних палив окремо, ми зробили наступні висновки.

Спалювання кам'яного вугілля для виробництва електроенергії та тепла є основним джерелом викидів CO_2 . При спалюванні вугілля в атмосферу виділяються значні обсяги вуглекислого газу, що сприяє глобальному потеплінню.

Видобуття нафти та її подальша переробка на різні види палива також призводять до викидів CO_2 . Автомобілі, які працюють на нафтовому паливі, є важливим джерелом викидів парникових газів.

Спалювання природного газу також викликає викиди CO_2 , але у порівнянні з кам'яним вугіллям та нафтою виділення CO_2 при згорянні природного газу менш значне. Однак, необхідно зазначити, що втрати природного газу під час

його видобутку та транспортування можуть сприяти викидам метану, який є потужним парниковим газом.

В табл. 2.2 подані обсяги CO₂, що утворюються під час спалювання одиниці маси різних видів палива.

Таблиця 2.2 - Показники викидів CO₂ під час спалювання різних видів палива

Вид палива	Викиди CO ₂
Природний газ	1,85 т CO ₂ /(тис. м ³)
Кам'яне вугілля	2,7...2,8 т CO ₂ / т, в залежності від марки вугілля
Торф	~1,5 т CO ₂ /т, одна т торфу дає в ~2 рази менше енергії, ніж тонна вугілля
Автомобільний бензин Паливний мазут Дизельне паливо Авіаційний керосин	3,0 т CO ₂ /т або 2,1...2,3 кг CO ₂ /л в залежності від температури палива і його марки (літне паливо має більшу в'язкість)
Деревне паливо і сільськогосподарські відходи	Викиди CO ₂ беруться рівними нулю, оскільки CO ₂ , раніше був поглинений з атмосфери в процесі росту рослин

Враховуючи значні викиди парникових газів під час спалювання викопних палив, розвиток енергетики, що базується на відновлюваних джерелах, таких як сонячна та вітрова енергія, набуває все більшої важливості. Застосування енергоефективних технологій та перехід до чистих альтернативних джерел енергії є важливими кроками для зменшення викидів парникових газів у цьому секторі.

Вирубка лісів дійсно має серйозні наслідки для навколишнього середовища, включаючи вивільнення вуглекислого газу. Ліси забезпечує важливу роль у вуглецевому циклі та регулюванні клімату Землі (рис.2.7).

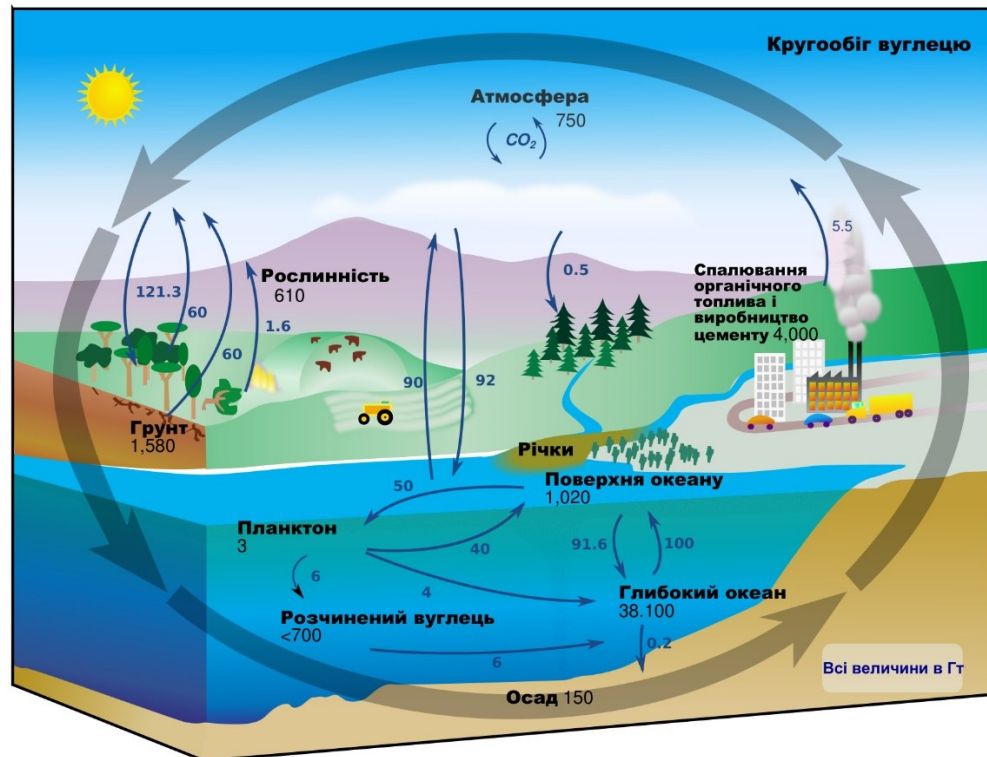


Рисунок 2.7. - Кругообіг вуглецю

Дерева є природними поглиначами вуглекислого газу, так як під час фотосинтезу вони збирають вуглекислий газ з атмосфери та випускають кисень. Великі тропічні дощові ліси, зокрема, є особливими місцями утримувачами вуглецю, що забезпечують збереження значних продуктів живої біомаси.

Коли ліси вирубуються, дерева зминаються або спалюються, що призводить до швидкого вивільнення нагромадженого вуглецю назад в атмосферу у вигляді вуглекислого газу. Цей процес сприяє зростанню концентрації вуглекислого газу в атмосфері, що є головною причиною глобального потепління[13].

Крім того, вирубка лісів у результаті втрати біорізноманіття, зміни водних режимів, ерозії обґрунтувань та забруднення поверхневих вод. Це має серйозний вплив на екосистеми та життєві умови багатьох організмів, включаючи людей.

Одним із способів боротьби з цією проблемою є створення ефективної системи управління лісовими ресурсами, збільшення обсягів лісокультурного лісорозведення та захисту природних лісів, а також посилення свідомості про необхідність збереження лісів серед громадськості.

Колективні зусилля на міжнародному рівні важливі також для зменшення вирубки лісів. Угоди та ініціативи, такі як Паризька угода та програма REDD+ (Змінення викидів від вирубки та посадки лісу), спрямовані на зменшення вирубки лісів та стимулювання збереження та відновлення лісових екосистем.

Важливо підтримувати стабільне використання лісових ресурсів, щоб зберегти лісові масиви для майбутніх поколінь і зменшити негативний вплив вирубки лісів на земну екосистему та клімат.

У сільському господарстві «рекордсменами» з виділення метану є рисові поля. Вчені довели, що рисові поля є основними джерелами викидів вуглекислого газу та метану в повітря[18].

І той, і той газ посилюють парниковий ефект і впливають на зміну клімату. Збільшення викидів відбувається, коли коріння рослин впливають на мікробні спільноти в ґрунті. Цей вплив, в першу чергу, залежить від зміни температури.

Тож збільшення середньорічних температур може призвести до зростання викидів парникових газів. Інтенсивність цього процесу в значній мірі залежить від температури навколишнього середовища та мікроорганізмів в ґрунті.

У ґрунтах рисових угідь метан продукується одноклітинними організмами, конкретно археями. Але для відтворення метану їм потрібні проміжні речовини, що вони беруть в коренях рослин. Так відбувається так званий праймінг-ефект: існування мікроорганізмів підтримується за рахунок органічних речовин, що виділяють рослини через своє коріння (рис. 2.8.).

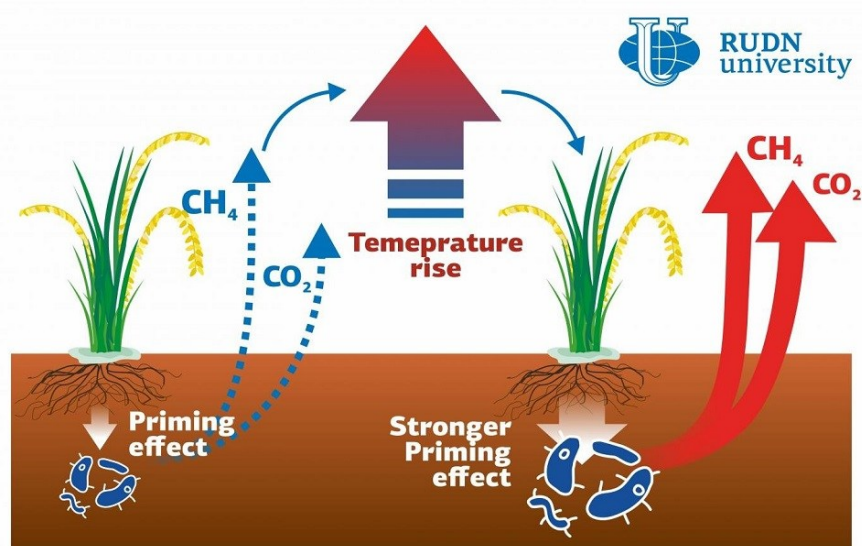


Рисунок 2.8 - Процес виділення метану і вуглекислого газу на рисових полях

В промисловому виробництві викиди парникових газів поєднані з наступними процесами: виробництвом нітратної кислоти, виробництвом адіпінової кислоти, виробництвом та споживанням CO₂ (головне джерело - виробництво аміаку, головний споживач - виробництво карбаміду), виробництвом цементу, виробництвом та споживанням вапна (головні споживачі - цукрова промисловість та будівництво), споживанням вапняку (головні споживачі - виробництво чавуну та сталі та виробництво скла), виробництвом та споживанням соди та інші[6].

Найбільші викиди парникових газів в промисловості пов'язані з викидами вуглекислого газу. Кількість викидів CO₂ та N₂O від промислових процесів в Україні в 2020 році представлені в табл. 2.3 та табл. 2.4.

Таблиця 2.3 - Викиди CO₂ від промислових процесів в Україні в 2022 р.

Джерело	Викиди CO ₂ , млн.тонн
Виробництво цементу	8,75
Виробництво та споживання вапна	4,53
Виробництво та споживання соди	1,0
Споживання вапняку та доломіту	10,97
Виробництво та споживання соди	6,54

Таблиця 2.4 - Викиди N₂O від промислових процесів в Україні в 2020 р.

Джерело	Викиди N ₂ O, тис.тонн
Виробництво нітратної кислоти	7,51
Виробництво адіпінової кислоти	0,82

Як видно з таблиць, найсерйозніші викиди CO₂ відбуваються під час виробництва цементу, а виділення в повітря закису азоту – під час виробництва нітратної кислоти.

В табл. 2.5 наведені кількості викидів парникових газів непрямої дії від промислових процесів. Чітко видно, що найбільші викиди CO - біля 2 млн. т на

рік відбуваються під час виробництва доменного агломерату в металургійній промисловості, а також під час виробництва цементу (350 тис. т) та вапна (515 тис.т).

Таблиця 2.5 - Викиди парникових газів непрямой дії від промислових процесів в 2020 р.

Виробництво	Обсяг в 2020 р., тис.тонн	Викиди парникових газів, тис.тонн	
		CO	NO _x
Агломерат доменний	60926,5	1998,5	24,37
Кокс	34666,8	107,81	10,40
Прокат чорних металів	38600,0	62,92	15,83
Сталь	52600,0	123,61	32,61
Чавун	44900,0	-	4,04
Азотна кислота	2780,2	8,87	-
Аміак синтетичний	5149,6	5,46	3,97
Фосфорні добрива	593,0	0,12	0,02
Нафта, первинна переробка	58981,3	1,77	0,06
Вапно	8677,0	514,6	27,7
Клінкер(цемент)	17500,0	350,0	39,9
Сода кальцинована	1119,5	7,9	0,2

Ці джерела утворення парникових газів в сучасних умовах сприяють глобальному потеплінню та зміні клімату. Досягнення глобальної згоди та впровадження ефективних стратегій зменшення викидів парникових газів є критично важливими для боротьби з цими проблемами.

2.4 Особливості викидів парникових газів в Україні

В Україні інвентаризація охоплює викиди в повітря сімох парникових газів прямої дії: діоксиду вуглецю (CO₂); метану (CH₄); закису азоту (N₂O); гідрофторвуглеців (ГФУ); перфторвуглеців (ПФУ); гексафториду сірки (SF₆);

трифтористий азот (NF_3). А також інвентаризацією охоплено чотири парникових газів непрямої дії: окис вуглецю (CO); окисли азоту (NO_x); неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС); діоксид сірки (SO_2).

Дані про викиди в повітря парникових газів прямої дії на території України подано в табл.2.6. Ця таблиця складена за інформацією наведеною у Національному кадастрі викидів парникових газів [7]. За даними, що наведені у Національному кадастрі парникових газів викиди парникових газів в Україні в 2021 році склали 320,95 млн. т CO_2 екв. виключаючи сектор землекористування, зміна землекористування та лісове господарство (ЗЗЛГ), що на 66,0% нижче базового рівня 1990 року та на 4,1% нижче, ніж у 2020 році.

Таблиця 2.6 - Викиди парникових газів прямої дії, в еквіваленті CO₂, млн т

Найменування показника	1990	1998	2003	2008	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Зміни у останньому звітному році у порівнянні з базовим, %
CO ₂ (без урахування ЗЗЗЛГ)	705.8	389.9	285.4	312.5	293.0	307.9	301.1	293.9	254.6	223.4	234.0	223.7	-66.9
CH ₄	186.4	139.6	117.8	102.4	84.5	85.9	80.5	75.3	68.9	61.3	66.0	63.4	-64.6
N ₂ O	52.3	31.5	22.7	24.6	26.0	31.6	30.3	33.5	33.4	31.1	34.0	33.0	-34.9
ГФУ (HFCs)*	-	-	15.7	285.1	743.8	820.0	840.7	881.2	847.8	775.2	889.1	1009.5	100.0
ПФУ (PFCs)**	235.8	178.1	115.7	142.3	26.7	-	-	-	-	-	-	-	-100.0
SF ₆ *	0.0	0.1	0.4	4.5	9.7	8.4	11.0	12.5	16.7	19.5	24.3	28.4	318273.6
Чистий CO ₂ від ЗЗЗЛГ	-59.7	-54.2	-46.0	-29.7	-29.6	-13.5	-18.9	-6.0	-4.1	-6.5	-2.0	-10.4	-96.7
CO ₂ (з урахуванням ЗЗЗЛГ)	646.2	335.7	239.5	282.9	263.4	294.3	282.2	287.9	250.4	216.9	232.0	213.3	-64.1
Усього (без урахування ЗЗЗЛГ)	944.6	560.8	425.8	439.6	404.1	426.1	412.6	403.5	357.5	316.5	334.8	320.9	-64.6
Усього (без урахування ЗЗЗЛГ), в т.ч. непрямий CO ₂	944.6	560.8	425.8	439.6	404.1	426.1	412.6	403.5	357.5	316.5	334.8	320.9	-64.6
Усього (у т.ч. ЗЗЗЛГ), в т.ч. непрямий CO ₂	885.1	507.0	380.1	410.3	374.8	412.7	393.9	397.6	353.5	310.2	332.9	310.7	-62.4

*викиди вказані у тис. т CO₂екв. ** показник викидів відсутній так як холодоносії, що містять цей газ не імпортувалися

З урахуванням сектора ЗЗЗЛГ викиди в 2020 році складають 310,71 млн т в CO₂екв і зменшилися порівняно з базовим роком на 64,9%, а також порівняно з 2018 р - на 6,7%.

Основну частину викидів парникових газів у базовому році становить вуглекислий газ - 73,0% с ЗЗЗЛГ. Викиди метану в 1990 році становили 21,1%, а викиди закису азоту - 5,9%. Викиди CO₂ відбуваються у всіх секторах, а також чисте поглинання CO₂ в секторі ЗЗЗЛГ.

У 2020 році картина трохи змінилася - 69,7% - вуглекислий газ, 19,8%-метан, 10,2% - азот.

Викиди CO₂ у 1990 році склали 646,18 млн. тонн і зменшилися станом на 2019 рік на 69,7% рівень 213,30 млн.т (табл.1.6).

У період з 2003 по 2008 рр. викиди CO₂ стабілізувалися з невеликою тенденцією до збільшення. Підвищення кількості викидів CO₂ в цей період хоча і був зумовлений зростанням економіки, але не мало прямої кореляції з темпами економічного розвитку. Це було пов'язано з реструктуризацією економіки, випереджальним зростанням сфери торгівлі, послуг та фінансового сектора перед промисловим виробництвом, які забезпечили значний внесок в темпи зростання ВВП в цей період.

Іншим не менш важливим фактором, який значно вплинув на тенденції викидів CO₂ в цей період, є модернізація виробництва, яка надала змогу знизити енергоємність, а відповідно викиди CO₂, при виробництві основних видів продукції.

На тенденції викидів CO₂ в 2013-2017 роках основним чином вплинула світова фінансово-економічна криза, яка в певній мірі визначає товарне виробництво головних експортно-орієнтованих галузей промисловості (металургійна, хімічна, машинобудівна), які в свою чергу впливають на електроенергетичну галузь та добувну промисловість (видобуток різних руд і вугілля).

Причиною скорочення кількості виробництва основних експортних товарів є: висока енерго- та матеріаломісткість виробництва, що призвело до

різкого збільшення собівартості; нестачі коштів для модернізації основних фондів; зменшення збуту продукції на внутрішньому ринку через скорочення попиту на неї. Початок проведення антитерористичної операції (АТО) на території Донецької та Луганської областей також значно вплинув на промислове виробництво регіонів, що в свою чергу призвело до істотного падіння викидів в 2014 році в Україні.

У 2020 році викиди CH_4 в Україні становили 63,41 млн. т CO_2 екв, що на 67,0% нижче у порівнянні з 1990 роком і на 4,0% нижче, ніж у 2019 році (табл.1.6).

Викиди CH_4 є другими за величиною після CO_2 , якщо врахувати їх частку в загальному обсязі викидів парникових газів.

Найбільшим джерелом викидів метану (CH_4) в енергетичному секторі є добування вугілля, також туди входять виробничі, транспортувальні, розподільчі процеси та зберігання, споживання нафти і природного газу. У сільськогосподарському секторі головним джерелом викидів CH_4 є кишкова ферментація великої рогатої худоби. Спад в економіці супроводжувався зменшенням сільськогосподарського виробництва, що призвело до зниження викидів метану в секторі сільського господарства у 2020 році до 389,67 тис. т, що в чотири рази нижче, ніж у 1990 році.

Викиди закису азоту в Україні з сектором ЗЗЗЛГ у 2019 році склали 32,97 млн т CO_2 екв, що в порівнянні з 1990 роком (42,41 млн т CO_2 екв.) на 36,9% нижче (табл.1.6). В порівнянні з 2019 роком виділення в повітря закису азоту зменшилося на 3,1%. Головним джерелом викидів N_2O в Україні, як і в попередніх роках є сільгосп сектор - 86,3% від загальної кількості викидів N_2O у 2020 році. Джерелами викидів у цій галузі є сільськогосподарські ґрунти і управління гноєм. Більш того, викиди закису азоту мають місце в секторі промислових процесів і використання продукту (5,8%), енергетики (4,3%), управління відходами (3,2%), а також ЗЗЗЛГ (0,4%).

Отже проаналізувавши дані представлені у табл.2.6 можна зробити висновки, що викиди усіх парникових газів в Україні порівняно з базовим

(1990р) роком скоротилися на майже 62%. Але це скорочення відбулось не через модернізацію виробництва, а на при великий жаль, відбулося в основному через зниження використання енергетичних ресурсів із-за спаду ВВП і подій в АР Крим та в Донецькому регіоні.

Повномасштабне вторгнення Росії в Україну завдало величезної шкоди та призвело до розвитку гуманітарної кризи. Цивільна інфраструктура зазнала значних руйнувань, завдано неоціненної шкоди довкіллю. Війна спричинила негативний вплив на клімат планети, та призвела до викидів великої кількості вуглекислого газу та інших парникових газів в атмосферу [16].

Як показав аналіз чотирьох ключових напрямків, щодо парникових газів виділених через, розпочату війну Росією в Україні, викиди парникових газів за сім місяців повномасштабного вторгнення, які становлять щонайменше 100 млн тонн CO₂ екв. Це еквівалентно річним викидам такої країни як Бельгія[16].

Так як певну кількість наслідків, цього вторгнення, ще неможливо підрахувати, ці цифри, мабуть, є заниженими за реальну кількість викидів у повітря. Чим довше триватиме російська навала, тим більшим буде кінцевий результат аналізу викидів парникових газів.

Відновлення цивільної інфраструктури після війни, несе в собі половину, від усієї кількості, викидів парникових газів. Наступним за кількістю викидів джерелом є пожежі.

Кількість викидів зумовлена бойовими діями, складає меншу частку, але для проведення повного аналізу, на теперішній час, не вистачає інформації. Викиди транспорту, що обумовлені переміщенням ВПО(Внутрішньо-переміщені особи) та біженців, є відносно незначними [16].

Кількість викидів парникових газів, через війну розв'язану Росією, є чималою і включає в себе, як викиди від приготування до війни (як приклад, переміщення військ, виробництво техніки та боєприпасів, приготування до вторгнення, навчання військ тощо), так і від самих бойових дій (до прикладу, викиди від передислокації бойових машин, авто, вантажних автомобілів, які використовують для забезпечення потреб армії, переміщення літаків, від

стрілби та вибухів і т.д.), теж враховують викиди після війни (наприклад, пов'язані з реконструкцією викиди) [16].

У таблиці 2.7 наведено огляд викидів парникових газів чотирьох основних секторів, а також кількість витоків із трубопроводів «Північний потік-1» і «Північний потік-2».

Таблиця 2.7 Огляд викидів парникових газів у різних секторах

СЕКТОР	Викиди, тонн CO₂ екв.	Викиди, %
Переміщення біженців	1,397	1.4
Воєнні дії	8,855	9.1
Пожежі	23,764	24.4
Відбудова цивільної інфраструктури	48,670	50.0
Витік із трубопроводів «Північний потік-1» і «Північний потік-2»	14,600	15.0
РАЗОМ	97,286	100.0

Як було сказано раніше, значну частку викидів складають викиди від післявоєнної реконструкції цивільної інфраструктури — 50% від всієї кількості викидів. Лісові пожежі, та пожежі в населених пунктах, дорівнюють 25%. Трохи менше 10% викидів займають бойові дії. Не менш важливо, що витік природного газу (основний складник метан) із трубопроводів «Північний потік-1» і «Північний потік-2», призвів до значного збільшення кількості парникових газів в атмосфері, яка навіть перевищила кількість викидів від бойових дій [16].

Результати про кількість викидів від ведення бойових дій, дуже обмежені тому що більшість інформації про техніку та використані матеріали для військових спецоперацій та інші фактори, що мають прямий вплив на викиди, засекречено. Через це, лише певну кількість домінуючих джерел викидів парникових газів, можуть бути ідентифіковані та виражені в цифровому еквіваленті, за інформацією взятою з відкритих джерел. Реальні значення

викидів, що виділились внаслідок російського вторгнення, скоріш за все, будуть набагато вищими. Без додаткових досліджень є неможливою, оцінка кількості викидів що вже відбулись, так і викидів спричинених післявоєнною реконструкцією. Для повного розуміння всіх можливих джерел викидів і факторів, які мають вплив на кліматичні умови, треба сприяти зростанню прозорості військової інформації, що стосується впливу на кліматичні умови в мирний і військовий час [16].

Основні джерела викидів парникових газів, які розглядають в цьому оцінюванні, включають в себе викиди, які супроводжують реконструкцію цивільної інфраструктури, пожежі в лісах та с/г угіддях, витоками природного газу з газопроводів «Північний потік-1» і «Північний потік-2», викиди під час згоряння палива від бойових дій і переміщенням біженців. Інші джерела викидів, що не входять в це оцінювання і можливо значно посилять наслідки, включають в себе викиди від руйнації об'єктів видобутку та зберігання палива (нафтосховища, свердловини в Чорному морі), спалювання газу через неможливість доставки в Європу, викиди від постачання й виробництва військової техніки і т.д. [16].

Агресія Росії в Україні, несе в собі багаторічний вплив на зміну кліматичних умов, та викиди п/г. В цілому, найімовірніше, найближчим часом відбудеться перенаправлення енергетичних потоків та переоцінка ролі природного газу, як проміжного палива. Наслідками війни в Україні може стати зміна політики в певних країнах Європи та світу. Також, по закінченню війни, дуже ймовірно станеться пререрозподіл світових інвестицій та направлення частини їх в Україну. До прикладу, певна частина фінансових ресурсів, які, за оцінками, потрібні для реалізації Національного визначеного внеску України (НВВ), скоріш за все, буде направлена на реконструкцію після війни. Такі довгострокові наслідки пов'язані зі значними ризиками подальшого несприятливого впливу на клімат і зростання викидів парникових газів (наприклад, через більшу залежність від вугілля як заміника природного газу,

уповільнення впровадження нової кліматичної політики, залежність від вуглецевої інфраструктури тощо) [16].

2.5 Тенденції та прогнози викидів парникових газів в Україні

Одним з головних завдань розвитку досліджень кліматичних умов України - є визначення основних напрямів з урахуванням результатів, яких досягли міжнародні кліматичні програми, а також головних потреб господарського розвитку країни.

Домінуючими напрямками є:

– Створення та розвинення наукових основ, щодо покращення процесів регіонального розвитку (раціоналізації) в глобальних сценаріях зміни кліматичних умов Землі у двадцять першому столітті, на територіях України та Чорноморсько-Азовського басейну на основі чисельних, дослідницьких, статистичних методів прогнозування;

– вивчення впливу змін кліматичних умов в двадцять першому столітті на роботу сільськогосподарського комплексу (прогноз зміни врожайності основних культур), транспорт і паливно-енергетичний сектор народного господарства, на водне господарство, а також формування рекомендацій задля ліквідації негативних наслідків прогнозованих змін для України в цілому та для її головних найвразливіших регіонів (Карпати, Крим) зокрема.

– дослідження кліматичної мінливості фізико-хімічних характеристик, біопродуктивності і біорізноманіття екосистеми Азово-Чорноморського басейну під дією природних та техногенних факторів;

– Оцінювання змін головних кліматичних характеристик України, що відбулися протягом двадцять першого століття, через техногенне забруднення; змін у регіонах середньорічних вимірів (опадів, вологість, температура, хмарність, діапазон добових коливань температури, інсоляція, швидкість вітру, тощо) та їх екстремальних проявів на сезонних і синоптичних просторово-часових масштабах;

Головною передумовою успішного вирішення цих проблем — сумісна робота та участь у міжнародних кліматичних програмах, які інтенсивно розвиваються нині у провідних наукових центрах світу.

Україна, як і багато інших країн, зобов'язалася досягти певних цілей щодо зменшення викидів парникових газів в рамках Паризької угоди про зміну клімату. Національним планом дій з питань зміни клімату України передбачено скорочення викидів парникових газів на 40% до 2030 року порівняно зі збудованим "бізнес-асоційованим" сценарієм (див. рисунок 2.9). [21]

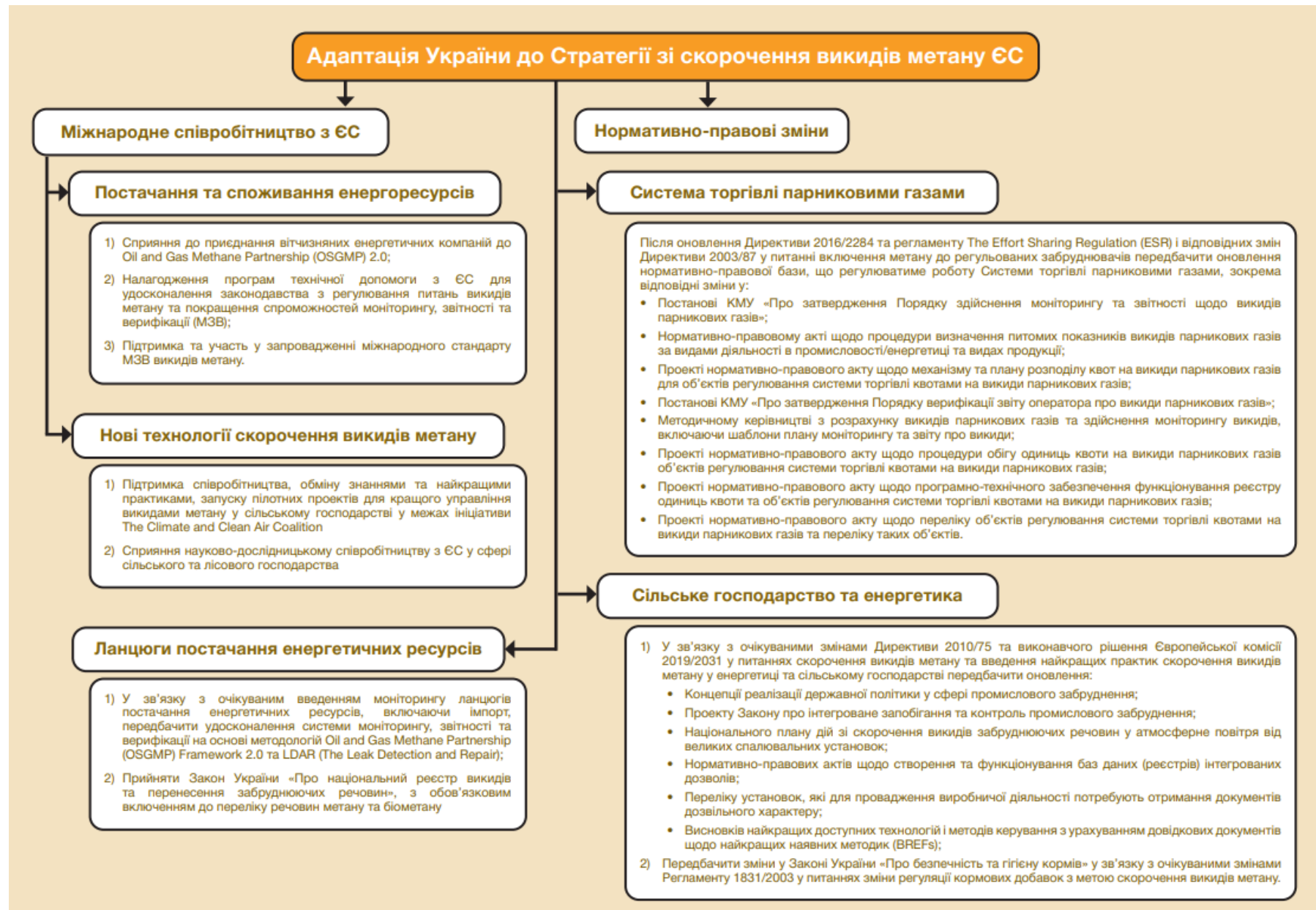


Рисунок 2.9 Адаптація України до Стратегії зі скорочення викидів метану

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Одним із сучасних кроків України у вирішенні питання кліматичних змін є підписання Паризької угоди, що було укладено в грудні 2015 року в Парижі на 21-й Конференції сторін Рамкової конвенції ООН із проблем зміни клімату. Мета нової кліматичної угоди – обмежити глобальне потепління, пришвидшити перехід країн до сталого розвитку та посилити їх спроможність адаптуватися до негативних наслідків зміни клімату. У межах Паризької угоди Україна поставила собі за мету не перевищувати 60 % викидів парникових газів, які фіксували в 1990 році, і зберегти зазначений рівень до 2030 року.

Безсумнівно, є протистояння точок зору прихильників антропогенної і природної концепцій глобального потепління. Є й ті, хто вважає, що на зміну клімату одночасно впливають і природні, і антропогенні фактори, що теж має свою логіку. Є експерти, котрі вважають, що потепління є наслідком руйнування природних мікро- та макроекосистем та втрати стійкості життя на Землі, як космогенної динамічної системи.

Проблема викидів парникових газів є глобальною і стосується всієї світової спільноти. Тому й Україна повинна розробляти і впроваджувати в дію основні напрямки скорочення антропогенних викидів парникових газів, які полягають в наступному: підвищення енергоефективності та енергозбереження систем опалювання, охолодження, освітлення, енергетичного обладнання, транспортних засобів тощо; використання альтернативних джерел енергії; зменшення викидів парникових газів за рахунок впровадження екологічно чистих технологій; впровадження технологій, які дозволять утримувати та зберігати вуглекислий газ, який виділяється під час спалювання викопного палива; скорочення вирубування лісів, які можуть поглинати значну частку вуглекислого газу.

Якщо людство та держави, в тому числі Україна, не зовсім готові через різні мотиви до боротьби із різними причинами (навіть не встановленими) глобального потепління клімату, то до цього потепління потрібно приготуватись,

приспосуватись, адаптуватись, щоб мінімізувати всі можливі ризики для життя і природи і навіть навчитися використовувати позитивні моменти глобального потепління (а такі позитивні аспекти достеменно наявні).

Більше того, якщо всі причини будуть встановлені і заходи по боротьбі з викидами парникових газів будуть реалізовані, то все рівно потрібен певний час (десятиліття чи навіть століття), щоб парникові гази максимально поглинулися сушею та світовим океаном (якщо це фізично може бути реалізовано) до рівня концентрації періоду голоцена, тобто до моменту виникнення зрілого людства. Але на час повернення до умовно природних значень обсягів парникових газів все рівно потрібна ефективна політика адаптації.

Сильні країни світу цього (G7, G20) на кліматичних самітах при наявності політичної волі можуть впливати на антропогенні фактори глобального потепління. Впливати на зміни клімату внаслідок сонячно-земної взаємодії надзвичайно важко. Тому для результатів спільної дії обох факторів необхідно розробляти заходи адаптації до можливих природних змін – це вкрай важлива, надзвичайно актуальна і конче необхідна діяльність для всього світу.

Для України на ближню перспективу повинні бути розроблені рекомендації з адаптації змін клімату в промисловості, енергетиці, транспорті, житлово-комунальному господарстві, для лісного господарства, у сфері виробництва сільськогосподарських культур, для тваринницької галузі, а також повинні бути скореговані вимоги і параметри опалювального періоду для території України. Для цього повинна бути сформульована, прийнята і реалізована концепція, стратегія і програма адаптації економіки України (загальнодержавна і регіональні) до зміни клімату. Тобто повинна бути сформована державна політика адаптації до глобального потепління.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Проведення аналізу залежності викидів парникових газів від об'ємів та структури антропогенної діяльності за перший період дії Кіотського протоколу. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjBqdeq1ODwAhXICBAIHQfeCegQFnoECBEQAA&url=http%3A%2F%2Fwww.undp.org%2Fcontent%2Fdam%2Fukraine%2Fdocs%2FEE%2F__BM_ZV_E1_v2.pdf&usg=AOvVaw2Xoxi_yRO5UGWLHpsJ-Bfa
2. Концентрація парникових газів в атмосфері залишається рекордно високою. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.dw.com/uk>
3. Бойченко С. Г. Напівемпіричні моделі та сценарії глобальних і регіональних змін клімату. Інститут геофізики ім. С. І. Субботіна. К.: Наук. думка, 2008. 309 с.
4. Волощук В. М., Бойченко С. Г., Степаненко С. М., Бортник С. Ю., Шищенко П. Г. Глобальне потепління і клімат України: Регіональні екологічні та соціально-економічні аспекти. Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. К.: ВПЦ Київський університет, 2002. 116 с.
5. Зміна клімату. Узагальнена доповідь під редакцією Роберта Т. Уотсона і основної групи авторів. Третя доповідь МГЕЗК про оцінку клімату. 2001. 220 с.
6. Кармазиненко С.П., Кураєва І.В., Самчук А.І., Войтюк Ю.Ю., Манічев В.Й. Важкі метали у компонентах навколишнього середовища м. Маріуполь (еколого-геохімічні аспекти). Київ, 2014. 168 с.
7. Флавін К. та ін. Стан світу 2002. Пер. з англійської: ВГО «Україна. Порядок денний на XXI століття та інститут сталого розвитку.» – К.: Інтелсфера. 2002. 289 с.
8. Шевчук В. Я., Трофімова І. В., Трофимчук О. В., Іваненко Н. І., Парасюк Н. В. Проблеми і стратегії виконання Україною Конвенції ООН про

зміну клімату. Рада національної безпеки і оборони України, Український інститут досліджень навколишнього середовища і ресурсів. Київ, 2001. 95 с.

9. Волощук В., Срипник М. Глобальний парниковий ефект і кліматичні умови України. Вісник НАН України. 1993. №9. С. 43–46.

10. Заліханов М.Г., Лосєв К.С., Шолохов А.М.. Природні екосистеми – найважливіший природний ресурс людства. Вісник РАН, т. 76 №7. 2006. С. 612–614.

11. Ліпінський В.М. Глобальна зміна клімату та її відгук в динаміці клімату України. Матеріали міжнародної конференції «Інвестиції та зміна клімату: можливості для України, 10–12 липня 2002 р. – К.: Інвестиції з питань зміни клімату. 2002. С. 177–185.

12. Звіт про науково-дослідну роботу «Розроблення сценаріїв зміни кліматичних умов України на середньо- і довгострокову перспективу з використанням даних глобальних і регіональних моделей». Український гідрометеорологічний інститут НАН України. 2013, 171 с. URL: <http://uhmi.org.ua/projekt/rvndr/climate.pdf>.

13. Шевченко О.В. Проблема глобальної зміни клімату в контексті міжнародної безпеки // Актуальні проблеми міжнародних відносин. Випуск 130. 2017. – С. 24-38

14. Іванов В., Богуславський С., Совга О., Жоров В. Світовий океан як стабілізатор клімату Землі. Вісник НАН України. 2004. №3. С. 32–37.

15. Викиди парникових газів побили рекорд десятиліття. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hromadske.ua/posts/vikidi-parnikovih-gaziv-pobili-rekord-desyatilittya-oon>

16. Вплив російської війни в Україні на клімат: Проміжна оцінка викидів парникових газів – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecoaction.org.ua/vplyv-ros-vijny-na-klimat.html>

17. Зміна клімату – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://necu.org.ua/climate/>

18. Зміна клімату в Україні: причини, наслідки та рішення – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecoaction.org.ua/zmina-klimatu-ua-ta-svit.html>
19. Парниковий ефект та парникові газів, основні джерела та поглиначі парникових газів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://anchem.knu.ua/books/zuy/clim_1.htm
20. Парниковий ефект, причини та наслідки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/05/94-1.pdf>
21. Стратегія зі скорочення викидів метану [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/4%20FINAL%20Tree%20Methane%20Strategy_297x210mm_4%2B4_web_180822.pdf
22. Сучасні впливи людини на клімат – [Електронний ресурс]. – http://prima.franko.lviv.ua/faculty/geology/phis_geo/fourman/E-books-FVV/Interactive%20books/Meteorology/Weather%20Forecasting/Weather%20Ukraine/Maps/Klimat%20regionu%20Ukraine/Greenhouse%20of%20the%20Earth.htm
23. Михайлова С.О. Викиди парникових газів в Україні та світі. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/14861/1/%D0%9C%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%B9%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0_8%20%28%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%8B%29.pdf
24. Ukraine's greenhouse gas inventory 1990-2019. Annual National Inventory Report for Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. - Kyiv, 2021. – 526 p.
25. Report on the individual review of the inventory submission of Ukraine submitted in 2015. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://unfccc.int/resource/docs/2016/arr/ukr.pdf>.

