



Україна
і
СВІТ
· прагнення
змін

UKRAINE
AND THE WORLD:
YEARNING FOR CHANGES

ДУХ І ЛІТЕРА

УКРАЇНА І СВІТ:
ПРАГНЕННЯ ЗМІН

ДУХ І ЛІТЕРА

УКРАЇНА І СВІТ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

Юрій ПОСУДІН

Клімат - це усереднений стан погоди, який містить у собі такі показники, як середня температура атмосфери Землі та Світового океану, кількість опадів, інтенсивність та періодичність сонячного випромінювання та інші змінні, які можна вимірювати та передбачати завдяки багаторічним метеорологічним спостереженням. **Зміна** клімату - це коливання клімату Землі в цілому або в окремих її регіонах протягом тривалого часу. Цей процес супроводжується зміною глобальної температури та опадів завдяки природній мінливості або людській активності^{1,2}.

До основних причин, що зумовлюють зміни клімату, можна віднести геометрію та орбітальну варіабельність нашої сонячної системи, сонячні спалахи та шторми, сонячний вітер, ексцентриситет орбіти земної кулі, а також зміни концентрації парникових газів,

Як довів видатний учений сучасності О.Л.Чижевський (1897-1964), для органічного світу Землі суттєвими є як сонячна енергія, так і періодичні зміни сонячної активності³. Циклічні зміни сонячної активності відомі як сонячні цикли. Розрізняють сонячні цикли з періодичністю 11, 22, 87, 210 та 2300 років. Сонце, а також плями та протуберанці, що виникають на його поверхні, являють собою джерела електромагнітного випромінювання, які впливають на магнітне поле Землі та на рівень іонізації земної атмосфери. Потоки заряджених частинок, що надходять від Сонця, спричиняють магнітні бурі на Землі. Крім того, Сонце, як це доведено дослідженнями вченого, посилює назрівання і поширення

деяких захворювань на Землі (холери, грипу, дифтерії, чуми, менінгіту, червоного тифу, малярії тощо). Виявлено, що життєві функції патогенних мікроорганізмів безпосередньо пов'язані з полями фізичної природи, які генеруються Сонцем.

Зміни параметрів земної орбіти також викликають відповідні зміни інтенсивності сонячного випромінювання, що досягає земної поверхні. До цих параметрів слід віднести ексцентриситет (числову характеристику конічного перерізу, що показує ступінь його відхилення від кола), аксіальний нахил (кут відхилення осі обертання планети від її орбітальної площини), прецесію (зміну напрямку осі об'єкта, що обертається).

На межі ХІХ-ХХ ст. шведський учений С. Арениус⁴ передбачив можливість накопичення в атмосфері вуглекислого газу, що може призвести до підвищення температури нижніх шарів атмосфери. Сучасний досвід підтверджує, що в результаті господарської діяльності людини в атмосфері збільшується вміст вуглекислого газу (СО₂), двоокису азоту (N₂O), метану (СН₄), галогенопохідних вуглеводнів і тропосферного озону (O₃). Так, наприклад, якщо атмосферні запаси СО₂ ще в 1860 р. становили 610 Гт (1 Гт = 10⁹ тон), то за швидкості зростання СО₂ в атмосфері 3 Гт/рік наприкінці ХХІ ст. вміст СО в атмосфері подвоїться порівняно із серединою ХІХ ст.

Двоокис вуглецю потрапляє в атмосферу внаслідок виверження вулканів, розкладання органічної речовини, ферментативних та респіраційних процесів, в яких беруть участь аеробні організми, згоряння викопного палива, роботи енергетичних та транспортних систем, виробництва цементу, активності фотосинтезуючих організмів.

Метан потрапляє в атмосферу за рахунок діяльності мікроорганізмів у болотистих ґрунтах або в системах травлення траводічних тварин, а також під час спалювання палива, сміття, добування вугілля.

Двоокис азоту надходить за рахунок діяльності мікроорганізмів у ґрунті і воді, внаслідок виробництва і застосування азотних добрив у сільському господарстві.

Специфічною рисою цих газів є те, що вони поглинають оптичне випромінювання в інфрачервоній області спектру. Річ у тім, що сонячне випромінювання є короткохвильовим, тоді як випромінювання земної кулі - довгохвильовим. Сонячне випромінювання проникає крізь атмосферу і нагріває земну поверхню. Враховуючи баланс між сонячним випромінюванням, що досягає земної поверхні, та інфрачервоним випромінюванням її поверхні, можна визначити, що температура земної поверхні має бути 253 К. Але в дійсності, як відомо, ця температура (- 20°C) не відповідає реальній ситуації. Справжня температура земної поверхні становить близько 288 К. Причиною такої температурної різниці є парниковий ефект⁵. Теплове довгохвильове випромінювання Землі поглинається атмосферними газами, такими як двоокис вуглецю CO₂ (9-26 %), водяна пара H₂O (36-70 %), метан CH₄ (4-9 %), озон O₃ (3-7 %), що викликає нагрівання приповерхневого шару атмосфери, оскільки ці гази відіграють роль віконного скла у парнику.

Молекули парникових газів характеризуються дипольним моментом, який визначається просторовим зміщенням електричних зарядів та уможливорює поглинання оптичного випромінювання цими молекулами. Так, наприклад, молекула CO₂ демонструє асиметричні коливання розтягу (4,26 мкм) та коливання вигину (14,99 мкм), які супроводжуються зміною дипольного моменту та відповідною взаємодією молекули з інфрачервоним випромінюванням.

Унаслідок цього ефекту порушується тепловий баланс; цілком імовірним є підвищення глобальної температури поверхні Землі за рахунок зміни концентрації парникових газів, що може призвести до зміни клімату.

Згідно з даними Міжурядової комісії щодо зміни клімату (The Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC) збільшення глобальної температури земної поверхні становило $0,74^{\circ}\text{C} \pm 0,18^{\circ}\text{C}$ протягом 1906-2005 рр. Причому за останні 50 років швидкість зростання температури збільшилася майже вдвічі від $0,13^{\circ}\text{C} \pm 0,03^{\circ}\text{C}$ за декаду до $0,07^{\circ}\text{C} \pm 0,02^{\circ}\text{C}$ за декаду⁶.

Крім парникового ефекту, підвищення температури може викликати розтавання полярної криги і підвищення рівня Світового океану.

Морська крига утворюється, коли океанська вода замерзає. Цей процес відбувається для солоної морської води за температури -1,8°C. Танення льодовиків викликає зменшення площі арктичного регіону та вивільнення метану, особливо за рахунок розтоплення зон вічної мерзлоти. Все це спричиняє затоплення територій, збільшення тривалості сезонного відтавання ґрунтів, погіршення стану лісових масивів, розташованих у зоні вічної мерзлоти⁷.

Підвищення глобальної температури призводить до теплового розширення об'єму океану та неминучого підйому рівня Світового океану⁸. Якщо швидкість підйому рівня моря становила 1,8 мм за рік у минулому сторіччі, то сучасні оцінки цієї швидкості пропонували 3,1 мм за рік. У наступному столітті прогнозується підйом рівня Світового океану порівняно з минулим століттям до 480 мм. Наслідком цього може стати затоплення територій, де живуть сотні мільйонів людей, ерозія узбережжя, повені, інгібування процесів утворення первинної продукції, зміна якості поверхневих та ґрунтових вод. Підйом рівня моря на 40 см у Бенгальській затоці викликав затоплення 11 % прибережних земель, які покинуло 7-10 млн біженців.

Двоокис вуглецю, потрапляючи в океан, викликає окислення океанської води, що супроводжується зменшенням рівня pH на 0,1 одиниці протягом постіндустріального часу. Зараз рівень кислотності океанської води становить 8,2; у 2100 р. очікується зменшення pH на 0,5 одиниць.

Україна теж зазнає впливу глобальних змін клімату. Тривалість зимових періодів скоротилась, а самі зими стали менш холодними; частішали прояви підтоплень (особливо на півдні України), повеней (на Закарпатті), значних обледенінь (у центральних та південних регіонах). Що стосується Чорного моря, то підвищення його рівня викликати́ме деградацію дельт річок, що впадають у нього - Дунаю, Дніпра, Дністра.

Глобальне потепління є причиною таких стихійних лих, як сильні повені, урагани, цунамі та посухи. Так, зливні дощі та урагани у Центральній і Східній Європі, які почалися 22 липня 2008 р., призвели до різкого підвищення рівня води у річках Дністер і Прут та руйнівної повені в Україні, Молдові, Румунії, Словаччині та Угорщині⁹. У західних районах України внаслідок повені постраждали мешканці Львівської, Закарпатської, Івано-Франківської, Тернопільської, Чернівецької і Вінницької областей. 25 тис. із них були змушені залишити свої рідні місця. Загалом вода затопила приблизно 523 українських населених пункти і понад 24 тис. гектарів оброблених земель. Під водою залишилися 9 тис. житлових будинків. В Україні зруйновано 360 автомобільних мостів і 560 пішохідних мостів. Вважаються загиблими і зниклими безвісти 38 осіб, серед них 8 дітей.

Як повідомляє Центр Новин ООН, за даними Організації, у західних областях України збитки від стихійного лиха оцінюються у \$ 650-870 млн.

Глобальне потепління викликає зміни в погоді, зокрема збільшення опадів, що своєю чергою призведе до підтоплення земель.

Тільки за останні 20 років кількість міст і селищ України зі сталими проявами підтоплення зростає вдвічі - з 265 до 541, а загальна площа підтоплених територій у цих містах і селищах збільшилася з 88,6 тис. га до 196,2 тис. га.

Надзвичайно гостро постає проблема підтоплення земель на півдні України, де воно в останні роки й особливо взимку 1998 р. спричинило найбільші негативні наслідки. У зоні стихійного лиха опинилися Херсонська, Миколаївська, Запорізька, Дніпропетровська, Донецька, Луганська, Одеська області й АР Крим.

Суттєву роль у глобальному потеплінні відіграє озоновий шар. Основна маса озону атмосфери (близько 90 %) міститься у стратосфері на висоті 10-50 км з максимумом на висоті 20-25 км. Решту озону містить тропосфера. Слід визнати, що, незважаючи на незначну концентрацію озону (одна молекула озону припадає на мільйон молекул повітря), він здатний поглинати ультрафіолетове

сонячне випромінювання: майже все випромінювання УФ-С області (200-300 нм) та частину випромінювання УФ-В області (280-320 нм). Саме УФ-В область призводить до еритеми, небезпечних генетичних порушень в організмі людини, раку шкіри. Короткохвильове (<270 нм) ультрафіолетове випромінювання спроможне розщепити молекулу кисню O² на синглетний кисень O, який взаємодіє з O² й утворює озон O³. В цілому озоновий шар являє собою ефективний фільтр для сонячного ультрафіолетового випромінювання в ділянці 280-320 нм, в якій поглинаються біологічно важливі молекули білків і нуклеїнових кислот¹⁰.

Озонова дірка утворюється в шарі стратосферного озону, дуже чутливого до впливу різних сполук, які містять хлор, навіть за незначних концентрацій останнього. В 1957 р. була встановлена наявність озонової діри над Антарктидою; у 1992 р. виявили зменшення вмісту озону в середніх та високих широтах на 20 %; у 1994 р. була зафіксована гігантська озонова аномалія від Північного Льодовитого океану до Криму. Зменшення озонового шару тут становить 10-15 %, а в окремі місяці - 20-30 %. У 1991 р. відбулося виверження вулкану Пінатубо на Філіппінах, яке супроводжувалося викидом понад двох мегатон сірчаних сполук. Цілком можливо, що саме ці сполуки спричинили різке скорочення озонового шару. Відносно механізму утворення озонової діри єдиної думки нема. Існують дві версії щодо причин виникнення цього явища. Одні вчені вважають, що озоновий шар руйнується внаслідок послаблення потоку ультрафіолетового випромінювання, необхідного для утворення озону, наприкінці року; тут певну роль відіграють швидкі переміщення великих повітряних мас над Антарктидою. Інші стверджують, що озоновий шар руйнується через потрапляння в атмосферу хлорфторвуглеців (фреонів), які використовуються як хладагенти та розпилювачі в холодильних установках, вогнегасниках, аерозольних виробках. Характерним є досить тривалий (від 70 до 500 років) проміжок часу існування цих сполук; поширюючись у повітряному просторі, вони руйнуються під впливом сонячного випромінювання, виділяють атоми хлору чи бром, що взаємодіють із молекулами озону, руйнуючи останні.

Розглянемо екологічні наслідки вичерпання озону. Зменшення кількості озону в атмосфері призводить до більшого проникнення ультрафіолетового випромінювання на земну поверхню. Випромінювання цього діапазону є високоенергетичною компонентою сонячного випромінювання і через це певним чином впливає на живі організми та якість повітря¹¹.

Збільшення інтенсивності ультрафіолетового випромінювання, поза сумнівом впливатиме і на стан здоров'я людини. Підвищується потенціальна вірогідність таких наслідків, як руйнування рогівки ока, катаракта, еритема, рак шкіри, меланома, послаблюється імунна система.

Реакція рослин на ультрафіолетове випромінювання, звичайно, варіює для різних видів. Узагалі рослини характеризуються здатністю протидіяти впливу цього випромінювання, але можна з упевненістю стверджувати, що ріст рослин пригнічується. Крім того, спостерігаються зміни форми, розподілу біомаси за окремими частинами рослини, часового режиму розвитку рослини. Всі ці ефекти впливатимуть на екосистеми, оскільки змінюють рослинний баланс, рівень рослинних патогенів, біогеохімічні цикли.

Збільшення рівня сонячного ультрафіолетового випромінювання призводить до зменшення продуктивності аквасистем. Понад те, океани відіграють суттєву роль у розподілі тепла - морський фітопланктон є основним постачальником в атмосферу двоокису вуглецю. Саме ультрафіолетове випромінювання впливатиме на розподіл фітопланктону. Слід відзначити також залежність здатності водних організмів орієнтуватися й рухатися від рівня ультрафіолетового опромінення. Зміни в розвитку рибної молоді, креветок, крабів, амфібій, послаблення репродукційної здатності і придушення личинок - усе це викликає суттєве зменшення обсягів популяцій водних організмів.

Зменшення рівня стратосферного озону і відповідне збільшення ультрафіолетового випромінювання, що проникає крізь нижні шари атмосфери, призводить до збільшення швидкості дисоціації газів, які відповідають за хімічні реакції, що відбуваються у тропосфері. Це, в

першу чергу, озон O_3 та перекис водню H_2O_2 , які характеризуються значним впливом на здоров'я людини, наземні рослини та різні матеріали. Зміна концентрації гідроксильних радикалів OH призводить до скорочення часу життя таких кліматично важливих газів, як метан CH_4 , та таких сполук, як $HCFC$ та HFC . Таким чином, кількість ультрафіолетового випромінювання, без сумніву, впливає на якість атмосферного повітря.

Руйнування бактерій викликає збільшення з ґрунту емісії метану, який є парниковим газом, та його потрапляння в атмосферу.

Що стосується зв'язку вичерпання озону та глобального потепління, то слід відзначити, що потепління поверхневого шару повітря викликає охолодження стратосфери та відповідну інтенсифікацію вичерпання озонового шару; зменшення кількості озону характеризується двома протилежними явищами: з одного боку, зменшення озонового шару викликає відповідно менше поглинання сонячного випромінювання та охолодження стратосфери, в той час коли тропосфера нагрівається; з другого боку, охолоджена стратосфера спричиняє зменшення довгохвильового випромінювання, що призводить до охолодження тропосфери. Оцінки IPCC свідчать, що охолодження тропосфери домінує.

У 1985 р. було прийнято Віденську конвенцію із захисту озонового шару, а в 1987 р. у Монреалі підписано міжнародний протокол щодо речовин, які руйнують озоновий шар. У 1988 р. Україна приєдналася до Віденської конвенції, підписала доповнення та поправки до Монреальського договору.

Спостереження за загальним вмістом озону в Україні почалися в 1973-1974 роках на станціях Бориспіль, Карадаг, Одеса, Львів. У 1990 році було відкрито озонметричні станції в Києві і Богуславі, на яких вимірювали вміст озону, сонячну й ультрафіолетову радіацію, що дало можливість вивчати ультрафіолетовий клімат у всіх регіонах країни, здійснювати моніторинг опромінення території України, щоб запобігти негативним наслідкам озонових аномалій. Для більш повної інформації тепер використовують відомості, отримані зі супутникового приладу «TOMS» (Total

Ozone Mapping Spectrometer). Глобальні вимірювання рівня озону за допомогою супутників свідчать про зменшення озонового шару до 1998 р., після чого спостерігається його поступове відновлення.

В Україні Загальнодержавна служба спостережень і контролю довкілля (ЗДССК) працює на базі Центральної геофізичної обсерваторії. Оцінка стану атмосферного повітря здійснюється у 53 містах різних областей України на 162 стаціонарних постах спостережень за забрудненням (СПЗ) та на двох станціях транскордонного моніторингу: «Світязь» (Волинська обл.) та «Рава-Руська» (Львівська обл.). У місті Києві на цей час працює 16 СПЗ, які розташовані в різних районах міста.

У червні 1992 р. на конференції ООН з навколишнього середовища (Ріо-де-Жанейро, Бразилія) 155 країн, у тому числі й Україна, підписали Рамкову конвенцію ООН про зміни клімату, а в 1992 р. вона набула чинності.

У грудні 1997 р. в Кіото (Японія) було підписано Кіотський Протокол¹² - міжнародну угоду, яка координує міжнародні зусилля, спрямовані на обмеження викидів в атмосферу газів, що називають причиною глобального потепління.

На цей момент Кіотський протокол ратифікували понад 160 країн, зокрема й Україна (у лютому 2004 року). Згідно з протоколом, з 2008 по 2012 рік країни мають скоротити сукупний середній рівень викидів шести типів газів (CO₂, CH₄, гідрофторвуглеводнів, перфторвуглеводнів, N₂O, SF₆) на 5,2 % порівняно з рівнем 1990 року.

Згідно з цим документом, Україна може щороку викидати в атмосферу до 925 мільйонів тонн парникових газів. Проте такий обсяг промислових викидів мав місце востаннє аж у 1990 році - після розвалу СРСР він скоротився більш ніж наполовину.

Завдяки цьому Україна тепер може реалізувати невживану частину квоти. За прогнозом Мінекономіки, в 2008-2015 роках вона перевищить 2,2 мільярда тонн.

Але, хоча Україна активно підключилася до розв'язання кліматичних проблем та викиди парникових газів в атмосферу

в Україні істотно зменшилися, слід відзначити, що причиною зменшення викидів є різке падіння промислового виробництва в Україні, обмеженість енергетичних ресурсів, застаріле технологічне обладнання та деформована промислова інфраструктура.

У період з 7 по 19 грудня 2009 р. у Копенгагені відбулася 15-та Конференція Сторін Рамкової конвенції ООН про зміну клімату¹³. Голова Національного агентства екологічних інвестицій Лупальцов І.В. очолював українську делегацію.

Слід відзначити, що ні на засіданнях робочих груп, ні на засіданні високого рівня домовленостей не було досягнуто. Втім, 18 грудня була оприлюднена Копенгагенська угода від імені Глав держав, Глав урядів, Міністрів та Голів делегацій, основними ключовими моментами якої є:

необхідність стабілізувати концентрацію парникових газів у атмосфері на рівні, який би запобігав небезпечному антропогенному впливу на кліматичну систему, з метою забезпечення від підвищення глобальної температури більш ніж на 2°C;

зобов'язати країни, що не входять до Додатка I Конвенції, до зменшення антропогенних викидів парникових газів, запровадження ними заходів із пом'якшення наслідків впливу викидів на зміни клімату;

забезпечити короткострокове фінансування невідкладних дій в обсягах 30 млрд дол. США до 2012 року та довгострокове фінансування щороку в обсязі 100 млрд дол. США до 2020 року;

реалізувати механізми прискорення передачі технологій з метою підтримки заходів з адаптації та пом'якшення;

зменшити викиди, спричинені знелісненням та деградацією лісів, та досягати збільшення поглинання парникових газів лісами, стимулювати впровадження відповідних заходів шляхом створення механізму залучення фінансових ресурсів розвинутих країн.

Хоча Україна підтримує єдину і цілісну угоду з визначеними юридичними зобов'язаннями всіх країн, одночасно наголошується на необхідності надання Україні особливого статусу як країні з перехідною економікою. Україна бере на себе зобов'язання щодо

скорочення викидів парникових газів до 2020 року на 20% та до 2050 року на 50%.

У цілому для запобігання впливу кліматичних змін потрібна розробка та впровадження національної стратегії щодо виконання Україною зобов'язань відповідно до Рамкової конвенції ООН та Кіотського протоколу.

Застосування існуючих та розробка нових механізмів Кіотського протоколу та Копенгагенської угоди сприятиме утворенню нових джерел фінансування, які дозволять країнам з перехідною економікою впевнено стати на шлях сталого розвитку.

ПРИМІТКИ

¹ Schmidt G., Wolfe J., and Sachs J.D. 2009. *Climate Change: Picturing the Science*. W.W. Norton & Co.

² Mathez E.A. 2009. *Climate Change: The Science of Global Warming and Our Energy Future*. Columbia University Press.

³ Чижевский А.Л. *Земное эхо солнечных бурь*. М.: Мысль, 1976. - 367 с.

⁴ Crawford E T. 1996. Arrhenius: From Ionic Theory to the Greenhouse Effect (Uppsala Studies in History of Science, 23) Science History Publications/ USA.

⁵ Stille D.R. 2006. *The Greenhouse Effect: Warming the Planet (Exploring Science)*. Compass Point Books

⁶ Strangeways I. 2009. *Measuring Global Temperatures: Analysis and Interpretation*. Cambridge University Press

⁷ Buckley R. 2006. *Melting Ice - Rising Seas: The Front Line of Global Warming. Understanding Global Issues*

⁸ Leatherman S.P., Kearney M.S. *Sea Level Rise: History and Consequences* (Kindle Edition).

Bruce Douglas (Ed.) Academic Press

⁹ Паводок на заході України 2008. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. - <http://uk.wikipedia.org/wiki/>.

¹⁰ Hoffmann M.J. 2005. *Ozone Depletion And Climate Change: Constructing A Global Response* (Sunny Series in Global Politics). State University of New York Press.

¹¹ Effects of Increased Ultraviolet Radiation on Biological Systems. 1992. Proceedings of a Workshop. SCOPE, Paris France.

¹² McGovern J. 2006. *The Kyoto Protocol*. Dorrance Publishing Co. Inc.

¹³ Arthus-Bertrand Y. 2009. *2 Degrees Too High: Understanding the Copenhagen Summit*. Harry N. Abrams, Inc.

UKRAINE AND THE WORLD THROUGH THE PRISM OF GLOBAL CLIMATE CHANGES

Yuriy Posudin

When the short-wave solar radiation reaches Earth's surface some of it is absorbed and warms the surface of Earth, while most of the rest is radiated back to the atmosphere as a long-wave (thermal or infrared) radiation. This long-wave radiation can be absorbed by greenhouse gases in the atmosphere. Such absorption provokes the atmosphere warming.

The main causes of global warming are the change in the concentration of natural and human-made gases that cause the greenhouse effect and warm the Earth's surface, bring about the changes of geometry (eccentricity) of Earth's orbit, influences the periodicity of solar radiation and solar perturbations.

Global warming leads to the increase of the temperature on Earth, the thermal expansion of ocean water and the rise of the sea level, as well as glacier and ice sheet melting. All these factors provoke the rain changes, too.

Changes in temperature and precipitation patterns increase the frequency, duration, and intensity of other extreme weather events, such as floods, droughts, storms, hurricanes and tornadoes.

To reduce the risk of substantial changes in future climate, many countries must implement policies designed to reduce their emissions of greenhouse gases.

An international forum such as the Copenhagen Climate Summit must establish networks among businesses, individuals and organizations supporting a climate policy focusing on the environment.