

# ***Екологічна безпека та раціональне природокористування***

УДК 551.4

## **ЧИ ЗАГРОЖУЄ НАМ ГЛОБАЛЬНЕ ПОТЕПЛІННЯ?**

**О. М. Адаменко**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;  
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15;  
тел. +380 (342) 50-59-73; e-mail: adolmak@ifdtung.if.ua.*

*Глобальні кліматичні зміни на Землі відбуваються періодично, під впливом природних космічних і внутріземних причин. За останні десятиріччя в цей процес втруtilись антропогенні чинники – збільшення викидів в атмосферу парникових газів, руйнування озонового шару, забруднення ландшафтів та ін. Пропонується максимально зберегти ту кліматичну синусоїду, яка склалась в природі, а тому техногенний вплив необхідно контролювати в масштабах всієї планети.*

**Ключові слова:** *глобальне потепління, клімат, погода, періодичні коливання, крива Міланковича.*

Кліматичні зміни супроводжували людство у всі віки. Скажемо більше: саме ці зміни і стимулювали розвиток людської спільноти, починаючи від людиноподібних мавп, що спустились у Африці з тропічних дерев і пішли жити в савани кілька мільйонів років тому. Отже, людину сформували кліматичні зміни. А як же зараз? Чи не загрожує нам певний кліматичний розлад, який не тільки спричиняє щорічні аномалії у всіх куточках світу (буревії, зливи, посухи, тайфуни, торнадо і т.д.), а й може призвести до глобального потепління, танення льодових шапок Арктики і Антарктиди, різкого підвищення океанічного рівня, затоплення значної площі континентів і обмеження територій для розвитку нашої цивілізації.

Щоб відповісти на ці запитання, треба добре знати особливості клімату Землі, історію його розвитку і межі можливих його коливань.

### **Клімат – колиска людської цивілізації**

Насамперед домовимось, що таке погода і що таке клімат?

Погода змінюється щодня – коливаються температури, випадають опади, дме вітер, з'являються хмари. Якщо спостерігати за погодою

впродовж кількох років, можна виявити певні закономірності: взимку холодно, йде сніг, а вода перетворюється на лід; улітку тепло: у червні випадає приблизно стільки ж опадів, як і в листопаді. Така сукупність закономірностей, що повторюються з року в рік, є кліматом того чи іншого регіону. Кожному з них притаманні певні кліматичні умови. В екваторіальній зоні зазвичай теплий і вологий клімат. У пустельних районах сухо, а на полюсах холодно. Наявність різних кліматичних зон зумовлена нерівномірним розподілом сонячного тепла, яке здебільшого припадає на тропічну зону, а почасти й тим, як атмосфера та океани переміщують сонячне тепло від екватора. Якби на Землі не було атмосфери й океанів, не існувало б і кліматичних зон. Формування клімату, що залежить від повітря й води, надзвичайно складне, але водночас дуже цікаве питання. Воно залежить, в першу чергу, від будови атмосфери.

Клімат змінюється внаслідок циклічних коливань тиску. Так, кліматичний цикл у Північній Атлантиці утворюється через відмінності між високим тиском в районі Азорських островів та низьким – біля Ісландії. Коли на островах тиск перевищує середнє значення, а в Ісландії – нижчий за середній, показник північноатлантичного циклу вважається позитивним (високим). У цей час струминний повітряний потік відбувається над Атлантикою на великій швидкості. Завдяки йому в Європі зима відносно м'яка і волога, а в Середземномор'ї – суха і тепла. Коли різниця між тисками незначна, цей показник стає негативним (низьким). Відтак струминна течія не потрапляє до Атлантики, і зими в Європі стають суворими через холодне повітря з Азії, тоді як у Середземномор'ї випадає багато опадів. Зазначений показник змінюється кожні два роки.

Кліматичні зміни на Землі відбуваються постійно. Колись клімат був холоднішим або теплішим. Це зумовлено глобальними природними причинами. Нині середня температура поступово підвищується, однак потепління на Землі відбувається нерівномірно, тож у деяких регіонах стає холодніше, ніж було. На теперішній процес потепління впливають різні фактори. Більшість кліматологів вважає його причиною парниковий ефект, дія якого дедалі зростає. Він викликаний постійними викидами в атмосферу деяких газів, які утворюються під час спалювання природного палива – вугілля, нафти та природного газу.

Зміни клімату реєструються упродовж останніх 200 років, однак в Африці, Азії, на Близькому Сході та в Південній Америці метеостанції з'явилися порівняно недавно, тож ученим доводиться відновлювати відомості про клімат минулих часів за допомогою інших джерел. Наприклад, товщина річних кілець дерев буває різною, залежно від умов росту, тому знайдені в Каліфорнії скам'янілі сосни допомогли дізнатися про клімат, що панував на Землі понад 8000 років тому. Деякі комахи можуть жити тільки за певних температур. Часто у землі знаходять хітинову луску цих істот. Завдяки їй можна скласти уявлення про кліматичні умови того чи іншого району. Пилок квітів також дає чимало інформації про те, які саме рослини переважали в тому чи іншому місці, а

отже, – яким був клімат. Учені вивчають рештки тепло- або холодостійких наземних молюсків, або прадавніх істот з дна морів, озер або з полярної криги. Це допомагає з'ясувати, як змінювалася температура води, скільки випадало осадів, і уявити, на скільки тодішній склад атмосфери відрізняється від теперішнього.

Вчені вивчають склад пилку рослин, аби дізнатись про клімат в різних районах Землі в минулі часи. Пилок викопних рослин можна видобути з осадів порід різного віку.

Одним з важливих показників змін клімату є вміст в атмосфері вуглекислого газу. Чим його більше, тим вище середня температура доквілля, бо  $\text{CO}_2$  створює парниковий ефект.

Є і астрономічні причини природних кліматичних коливань. Зміни земної орбіти під час обертання навколо Сонця та довкола своєї осі протягом тривалого часу спричиняють циклічні зміни в кліматі. Коли вони збігаються, можуть виникнути такі зміни температури, що призведуть до настання льодовикового періоду. Форма орбіти Землі змінюється від майже круглої до еліптичної протягом 100 000 років, а відтак стає іншою і відстань до Сонця. Нахил земної осі зазнає змін упродовж 42 000 років, тож кожних 42 000 років Земля повертається до Сонця тією чи іншою частиною. Вісь обертання Землі зазнає незначних змін кожних 25 800 років, відтак зміщуються дні сонцестояння та рівнодення.

Потепління клімату може бути зумовлене й низкою інших причин. Зокрема, на нього може впливати природний фактор, оскільки Земля виходить з Малого льодовикового періоду, який тривав з XV до середини XIX ст. Потепління може також спричинятися кліматичними коливаннями. Північноатлантичне кліматичне коливання мало значний вплив на формування клімату 1990-х років. Унаслідок цього в Європі встановилися м'які зими, а в арктичний басейн надійшло більше теплої води, що зумовило танення криги. 1998р. став найтеплішим за останнє десятиліття внаслідок впливу течії Ель-Ніньйо. Танення льодовиків у тропічній Африці відбувається через малу кількість опадів, адже підвищення температури не зафіксовано. Клімат може змінюватися і внаслідок мінливої сонячної активності. Коли на Сонці менше спалахів, знижується і температура на Землі. Період зниженої сонячної активності, що дістав назву мінімум Монтера, став найхолоднішим часом у Малому льодовиковому періоді. Одночасно із зростанням сонячної активності, як це було в 1990-х роках, посилюється сонячний вітер, тобто потік частинок, що рухається з Сонця на Землю. Змінюючи напрям космічного випромінювання, він перешкоджає взаємодії заряджених частинок з молекулами атмосфери та утворенню хмар. Як наслідок, зростає потужність сонячного випромінювання, що призводить до зменшення хмарності. А чим менше сонячного світла відбиває поверхня хмар, тим більше тепла поглинає поверхня Землі, і температура повітря підвищується.

Які ж кліматичні тенденції проявляються у наш час? Глобальна температура на Землі зростає. Розрахувати коефіцієнт підвищення цієї температури непросто, оскільки зміни відбуваються дуже повільно. Дані

про глобальну температуру одержують у три способи. Наземні метеостанції записують температурні показники принаймні двічі на день (близько 10 000 метеостанцій існує на Землі і 7000 – на суднах). За допомогою метеозондів одержують дані про температуру у верхніх шарах атмосфери і про тиск на різній висоті. Знаючи тиск на поверхні Землі і на певній висоті, можна точно визначити температуру на цій висоті. З орбітальних супутників надходить інформація про температуру на висоті понад 2 км. Найбільш вірогідні дані свідчать про те, що з кінця XIX ст. до 2000р. середній показник глобальної температури зріс приблизно на  $0,6^{\circ}\text{C}$ . Отже, згідно з підрахунками вчених, упродовж сторіччя середня глобальна температура зростає на  $1,7^{\circ}\text{C}$ .

З 1980-х років рівень двоокису вуглецю в атмосфері зріс майже вдвічі, здебільшого через інтенсивне спалювання природного палива. Це призвело до посилення парникового ефекту, тобто до ефекту глобального потепління, який у XXI ст. тільки зростатиме. Сьогодні це дуже важлива проблема для всього людства, але в контексті всієї історії Землі вона набуває ще більшого значення, оскільки глобальне потепління є істотною зміною клімату.

Вчені вважають, що глобальне потепління зумовлене діяльністю людини. Підвищення рівня двоокису вуглецю є головною причиною парникового ефекту, однак неабияк впливають також інші парникові гази, такі як метан і хлорфторвуглеці. Розвиток глобального потепління важко передбачити, оскільки в його формуванні задіяно надто багато чинників. Утім, з огляду на динамічність систем Землі (мінливий склад атмосфери та океанські течії), в кожному районі планети глобальне потепління діятиме по-різному.

У високих широтах потепління найбільше відчуватиметься впродовж наступних 50 років. Це вже можна спостерігати на Антарктичному півострові, де з 1960 р. середня температура влітку зросла на  $2^{\circ}\text{C}$ . А в найтепліших регіонах планети температура може знизитися внаслідок зміщення кліматичних зон.

З перших років XX ст. почалося танення більшості льодовиків у всьому світі. Внаслідок цього щороку рівень моря підвищується на кілька міліметрів. Якщо льодовиковий щит Західної Антарктиди почне танути, рівень моря зростатиме набагато швидше. Цьому сприятиме й підвищення загальної температури на планеті, оскільки за  $4^{\circ}\text{C}$  молекули води розширюються, а водний простір значно збільшується. Вчені роблять різні прогнози щодо підвищення рівня моря. Так, за певних кліматичних умов воно може початися раніше, тим часом як інші зміни клімату здатні уповільнити цей процес. Науковці прогнозували також, що до 2100р. рівень моря має підвищитися на 4м, а то й більше. Зараз це видається неабияким перебільшенням, але підвищення рівня моря навіть на 50см обов'язково призведе до незворотних наслідків для жителів прибережних районів та островів у всьому світі.

Загалом температура на Землі підвищується. Надлишкове тепло збільшує об'єм морської води, яка випаровується під дією сонячного

випромінювання, отже, зростає кількість дощових хмар та гроз. Вже є свідчення того, що бурі й урагани дедалі частішають, хоча короточасні зміни клімату зовсім не обов'язково мають перерости в глобальні й тривалі. Останнім часом шторми й бурі стають щораз руйнівнішими, хоча ці дані теж не варто тлумачити однозначно, оскільки вони можуть бути пов'язані з підвищенням густоти населення в усьому світі.

Одночасно зі зміною характеру атмосферних опадів та зміщенням систем тиску деякі регіони Землі стають вологішими, а в інших частіше панують посухи. За останніми прогнозами вчених, одним з таких посушливих регіонів стане середній захід Америки – територія, де вже нині дощі лімітують урожаї.

Зміна клімату позначиться і на житті дикої природи. Там, де він стане теплішим і вологішим, ліси перетворяться на луки, а хвойні ліси на півночі поширяться на тундру. Через зростання середньої температури тваринам гірської місцевості доведеться перебиратися вище. Багато видів, зокрема білі ведмеді, опиняться на межі вимирання.

Глобальне потепління може стати найістотнішою кліматичною зміною, спричиненою діяльністю людини. Кіотський протокол 1997р. щодо зменшення викидів двоокису вуглецю може мати певний вплив на клімат, але тільки якщо його ратифікують усі країни. Однак і в такому випадку буде нелегко виправити екологічну ситуацію. Треба буде перейти на альтернативні та самовідновні джерела енергії, такі як сонячна, вітрова, морських припливів, геотермальна та інші.

Згідно з рекомендаціями саміту про кліматичні зміни у Копенгагені (грудень 2009р.), викиди в атмосферу шкідливих речовин необхідно зменшити до 2050 р., але навіть якщо вдасться цього домогтися, мине кількадесят років, перш ніж процес потепління припиниться.

### **А як це було на теренах України?**

Відновити хід кліматичних змін на території нашої держави за останній мільйон років дуже важливо, бо це дає картину природних змін клімату. Отримавши модель таких змін у вигляді кривої, можна екстраполювати її на майбутнє, внести відповідні поправки на антропогенні (техногенні) впливи. Таким чином можна скласти прогноз кліматичних змін на майбутнє десятиліття і століття, давши відповідь на одвічне питання: що нас чекає в майбутньому – новий льодовиковий період чи глобальне потепління?

Результати наших досліджень дали змогу провести реконструкцію змін палеоландшафтів на території України і частково сусідніх країн, а також скласти палеокліматичну криву.

Новий льодовиковий період можливий, судячи із астрономічної кривої Міланковича, не раніше, ніж через 42 тисячі років. Істотні похолодання малих льодовикових епох можуть повертатись до нас через 10, 20, 32 тисячі років. Клімат таких похолодань буде перигляціальним, але до льодовикового не дійде. Звичайно, що в ці природні коливання вже втрутився антропогенний фактор, що підсилив парниковий ефект потепління. Тому природні коливання, що мають закономірну форму синусу-

соїди, значно ускладнились, стали незакономірними, а синусоїда перетворилася у пилоподібну ламану криву з різкими піками потеплінь і похолодань, які супроводжуються катастрофічними явищами – буревіями, повеннями, літніми приморозками і т.д., тобто такими процесами, які ми спостерігаємо в останні роки. Так буде проявлятися глобальне потепління, яке вже настає і буде створювати для людства безліч проблем протягом ХХІ століття, аж поки ми не навчимося керувати кліматом і не шкодити своєму існуванню на цій планеті.

Звідси висновок: потрібно максимально зберегти ту кліматичну синусоїду, яку запропонувала людству природа або Бог. А це означає, що техногенний вплив людей на клімат ми мусимо контролювати на мінімальному рівні. Іншої альтернативи не існує.

*Стаття надійшла до редакційної колегії 30.12.2009 р.  
Рекомендовано до друку докт. техн. наук, професором Семчуком Я.М.*

## DOES GLOBAL RISE IN A TEMPERATURE THREATEN US?

**O. M. Adamenco**

*Ivano-Frankivs'k National Technical University of Oil and Gas;*

*76019, Ivano-Frankivs'k, st. Carpats'ka, 15;*

*ph. +380 (3422) 50-59-73; e-mail: adolmak@ifdtung.if.ua.*

*The global climatic changes on Earth take place periodically, under act of natural spaces reasons. In the last decades in this process antropogenic factors interfered – increase of the troop landings in the atmosphere of hot-bed gases, destruction of ozone layer, contamination of landscapes and in.. it is suggested maximally to store that climatic sinusoid which was folded in nature, and that the technogenic influencing must be controlled in the scales of all planet.*

**Key words:** *global rise in a temperature, climate, weather, periodic vibrations, Milankovich's curve.*