

### 4.1.2. Проблема глобального потепління

Як було показано раніше, ніщо (і клімат в тому числі) на Землі не залишається незмінним. Періоди похолодання змінювались періодами потепління, що на території сучасної України, наприклад, призводило до зміни клімату від субарктичного до субтропічного. Але ці зміни відбувались настільки повільно, що живе встигало пристосуватися до нових кліматичних умов.

Сучасні зміни глобальної температури на планеті характеризуються відносно невеликим діапазоном, але небачено високою швидкістю зміни, тобто надзвичайно високим градієнтом. Якщо після періоду останнього обледеніння потепління характеризувалося градієнтом  $\Delta T = 1,5\text{-}2$  градуси за мільйон років, то зараз  $\Delta T = 0,5$  градуса за 30 років (рис. 4.1).

Глобальне потепління вже призвело до значних регіональних змін. “Біла шапка” гори Кіліманджаро в Африці за останні десять років зменшилась на 80%. Площа двох велетенських льодовиків (“Ларсин-В” і “Уїлкіс”) зменшилася за 1998 рік на 3 тисячі квадратних кілометрів, що майже вдсятеро більше, ніж у попередні роки. Крижані шельфи Антарктики за рік зменшуються на три тисячі квадратних кілометрів, у той час як раніше таке відбувалося за декілька десятків років. Тануть льодовики в Канаді, в Альпах, в Андах і на Памірсько-Тибетській височині. Локальне підвищення температури морської поверхні до 30 градусів Цельсія спостерігається на багатьох ділянках Індійського океану, що супроводжується поблінням коралів (див. 4.1.1).

Антропогенний вплив на процес потепління реалізується через два процеси – теплове забруднення природного довкілля і підсилення парникового природного ефекту.

Як вказувалося раніше, на Землі встановився природний тепловий баланс:

$$Q_c = Q_k + Q_b - Q_d - Q_r, \quad (18)$$

де  $Q_c$  – кількість сонячної енергії, яка дійшла до поверхні планети;  $Q_k$  – кількість енергії, яку поверхня планети повернула у космос;  $Q_b$  – енергія накопичення біосферою;  $Q_d$  – енергія, яка повернулася з біосфери внаслідок “дихання” окислення;  $Q_r$  – кількість енергії біосфери, яка потрапила в “геологію”, тобто вилучена з кругообігу на тривалий період.

Остання складова  $Q_r$  невелика (менше одного відсотка). Однак за мільярди років у надрах планети накопичилась велетенська кількість енергії у вигляді запасів вугілля, нафти, газу, торфу тощо. Використання людьми цих геологічних енергоносіїв порушує природний тепловий баланс додатковою складовою  $Q_a$  – теплотою, яка виділяється внаслідок антропогенної діяльності. Кількість використаного людьми палива постійно збільшується і перевищила 15 мільярдів ТУП за рік. Відповідна величина  $Q_a$  поки що незначна в порівнянні з  $Q_c$ , але наслідки постійного порушення природного теплового балансу важко передбачити.

Парниковий ефект, як це було показано раніше, відіграє роль у формуванні клімату на планеті. Він залежить від вмісту в

атмосферному повітрі так званих парникових газів, відносний внесок яких складає: двооксиду вуглецю – 55, фреонів – 24, метану – 15 і оксидів азоту – 6%. Антропогенна діяльність збільшує концентрацію

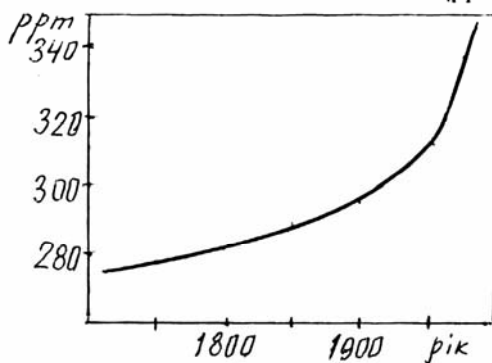


Рис. 4.2. Динаміка вмісту в повітрі двооксиду вуглецю

Аналіз стану і прогноз Міжнародного комітету по зміні клімату, який працює під егідою ООН, зводиться до наступного:

- концентрація CO<sub>2</sub> буде складати 400-580 ppm у 2050 році і 420-900 ppm у 2100 році;

- подвоєння вмісту CO<sub>2</sub> в атмосфері збільшить температуру на 1,5-2,5 градуса;

- збільшення температури на 1,5-2,5 градуса викличе підняття рівня Світового океану на 35-55 см, внаслідок чого постраждають узбережні райони багатьох країн, і перш за все Японії, Уругваю, Бангладеш, Сенегалу, Нігерії. Кількість опадів збільшиться, але нерівномірно, внаслідок чого площа пустель зросте. Всі кліматичні зони перемістяться на 500 км у бік полюсів;

- якщо викиди CO<sub>2</sub> будуть зростати сучасними темпами, слід очікувати істотного занепаду лісів;

- від потепління постраждають перш за все малі острівні держави, повеневі регіони, гірські екосистеми, посушливі землі і пустелі.

У 1992 році в Ріо-де-Жанейро було прийнято Конвенцію ООН про зміни клімату, мета якої полягає в створенні умов для стабілізації викидів парникових газів на такому рівні, який забезпечить нешкідливий вплив на глобальну кліматичну систему. На базі

Конвенції у 1998 році підписано Кіотський протокол, яким передбачено зменшення викидів вуглецю у 2008-2012 рр. по відношенню до рівня викидів у 1990 році: на 8% (США, Центральна Європа, Австралія), на 6% (Японія і Канада), на 10% (Ісландія) і на 1% (Норвегія). На жаль, у 2001 році США відмовились від свого підпису на Кіотському протоколі, посилаючись на економічні збитки, що понесе американська промисловість від зміни режиму роботи підприємств, які сьогодні викидають у повітря майже третину світового забруднення CO<sub>2</sub>.

Крім прогнозів, які передбачають еволюційні наслідки зміни глобального клімату, відома значна кількість попереджень про можливість раптових катастрофічних змін на планеті. В основу їх покладена можливість локального зосередження енергетичних змін, які приведуть до “кліматичної революції”. Щоб змінити середню температуру води Світового океану навіть на один градус, потрібна велетенська енергія, яку можна підвести тільки за достатньо тривалий час. Змінити температуру океанської течії на десять градусів або змінити її траєкторію можна за декілька років. А це значно вплине на клімат материка, який омиває ця течія. Математичним моделюванням показано, що за десять років у Північноатлантичному регіоні температура може змінитись настільки, що в Дубліні буде такий клімат, як на Шпіцбергені. Схожа картина прогнозується для Південної Америки – легке потепління Арктики потягне за собою різке похолодання в Канаді і США.

### ***Контрольні запитання і завдання***

1. Чим відрізняється сучасний період потепління від відомих з історії Землі періодів зміни клімату?
2. Навести приклади регіональних змін клімату.
3. Як змінився клімат на території України за останні 30-40 років?
4. Записати залежність (18) з урахуванням складової Qa.
5. Знайти значення к, б, д, г у залежності  $I = k + б - д - г$ , яка отримана з (18).
6. В чому сутність природного парникового ефекту?
7. Якими двома шляхами людина впливає на природні процеси формування клімату?

- 
8. Оцінити долю антропогенного впливу на природні кліматичні процеси.
  9. Проаналізувати залежність, наведену на рис. 4.2.
  10. Перелічити можливі наслідки глобального потепління.
  11. Що таке “кліматична революція”?