


 CLIMATE CHANGE
controversies

a simple guide



excellence in science

Полемика з питань зміни клімату: путівник для допитливих

Пропонуємо Вам огляд поточного стану наукового розуміння змін клімату, підготовленого Королівським товариством з метою пояснити деякі суперечки в цій складній галузі науки для непрофесіоналів.

Неможливо дати вичерпні відповіді на всі сучасні суперечливі запитання, розпочаті тими, хто намагається викривити чи хибно трактувати науку про зміну клімату і заперечує серйозність потенційних наслідків глобального потепління. Королівське товариство — Національна академія наук Об'єднаного Королівства — пропонує пояснення щодо восьми ключових спірних питань, які обговорюють сьогодні, виклавши їх у простих термінах і спираючись на ґрунтовні наукові докази.

Помилкове твердження 1:

Клімат Землі постійно змінюється, і людство не має до цього жодного відношення.

Помилкове твердження 2:

Діоксид вуглецю становить незначну частину атмосфери і тому не може спричинити глобального потепління.

Помилкове твердження 3:

Збільшення кількості діоксиду вуглецю в атмосфері є результатом підвищення температури, а не навпаки.

Помилкове твердження 4:

Спостереження за температурою, зроблені на метеозондах і супутниках, не підтверджують теорію глобального потепління.

Помилкове твердження 5:

Комп'ютерні моделі, що прогнозують клімат, не є достовірними і містять ряд припущень.

Помилкове твердження 6:

Вся справа у Сонці — наприклад, існує тісний зв'язок між підвищенням температури на Землі та кількістю сонячних плям.

Помилкове твердження 7:

На клімат впливає космічне випромінювання.

Помилкове твердження 8:

Масштаби негативних наслідків зміни клімату часто перебільшені і наразі немає потреби у термінових діях.

Помилкове твердження 1

Клімат Землі постійно змінюється, і людство не має до цього жодного відношення. Навіть до промислової революції, коли людство почало викидати діоксид вуглецю в атмосферу у великій кількості, на Землі вже були періоди потепління.



Що стверджує наука?

Справді, раніше у світі вже були тепліші й холодніші періоди без жодного втручання людини. Льодовикові періоди є добре відомими прикладами глобальних змін клімату. Траплялися також регіональні зміни, наприклад, період, відомий як "Середньовічне потепління", коли в Англії інтенсивно родив виноград, або "Малий льодовиковий період", коли річка Темза подекуди повністю замерзала. Однак, на протигау цим кліматичним змінам, збільшення світової температури в середньому на три чверті градуса за стоградусною шкалою (0,74°C), яке ми спостерігали протягом останнього століття, переважає те, що може бути спричинене лише природними факторами.

Клімат Землі — досить складне утворення, що формується під впливом багатьох факторів, особливо під впливом змін орбіти Землі стосовно Сонця, що спричиняли виникнення льодовикових періодів на Землі в минулому. Виверження вулканів і зміни сонячної енергії також впливали на це. Та навіть врахувавши всі ці фактори, ми не зможемо пояснити підвищення температури протягом останніх 100 років, як на суші, так і в океані — наприклад, одинадцять з останніх дванадцяти років були найспекотнішими, починаючи з 1850 р.

То що ж є причиною такого підвищення середньої світової температури? Природний парниковий ефект підтримує температуру Землі на тридцять градусів вище, за його відсутності на Землі було б надзвичайно холодно.

Це відбувається завдяки тому, що такі парникові гази як діоксид вуглецю, метан, а здебільшого водяна пара діють як ковдра над Землею.

Ці гази дозволяють сонячним променям досягати поверхні Землі і не випускають їх назад у космос. Справді, здатність діоксиду вуглецю та інших парникових газів утримувати тепло в такий спосіб стала зрозумілою 200 років тому і зараз сприймається як достеменно відомий науковий факт.

Будь-яке підвищення рівня концентрації парникових газів у атмосфері означає, що утримується більше тепла і підвищується світова температура — це ефект, відомий як "глобальне потепління". Зі спостережень над газами, захованими у товщі полярних льодовиків, відомо, що рівень діоксиду вуглецю в атмосфері сьогодні на 35% вищий, ніж він був принаймні протягом останніх 650 000 років. Виходячи з даних про радіоактивність і хімічну взаємодію газів, можна стверджувати, що це відбувається здебільшого через згорання природного палива, а також через виробництво цементу і широко розповсюджене згорання лісів. Підвищення світової температури узгоджується з тим, чого можна було б очікувати, якби рівень діоксиду вуглецю та інших парникових газів в атмосфері підвищувався так, як це відбувається сьогодні.

Безпідставно стверджувати, що підвищення рівня діоксиду вуглецю в атмосфері є результатом вулканічних викидів, оскільки ці викиди становлять менше одного відсотка від того, що утворюється в результаті людської діяльності.

Помилкове твердження 2

Діоксид вуглецю становить незначну частину атмосфери, тому не може спричинити глобального потепління.



Що стверджує наука?

Діоксид вуглецю становить незначну частину атмосфери, але навіть мала його концентрація здійснює великий вплив на клімат.

Однією з властивостей парникових газів, таких як діоксид вуглецю, є те, що вони поглинають багато тепла. Це явище можна легко продемонструвати у звичайній експериментальній лабораторії. Коли в атмосфері збільшена концентрація інших газів, таких як, наприклад, азот, потепління клімату не відбувається, оскільки вони не мають властивості утримувати тепло.

Водяна пара є найважливішим парниковим газом. Вона виникає природним шляхом, хоча глобальне потепління, спричинене людською діяльністю, має непрямий вплив на її кількість в атмосфері, наприклад,

збільшене випаровування з океанів і річок. Це, у свою чергу, призводить або до похолодання, або до потепління залежно від того, звідки відбувається випаровування води, оскільки є різні типи хмар.

Людство збільшило утворення водяної пари та інших природних парникових газів, викидаючи парникові гази, такі як діоксид вуглецю, в атмосферу, наприклад, шляхом спалення природного палива та лісів. До індустріалізації діоксид вуглецю становив приблизно 0,03 відсотки атмосфери — або 280 ppm (часток на мільйон). Сьогодні внаслідок людського впливу він становить близько 380 ppm. Навіть така мала кількість викликала підвищення світової температури на 0,75°C (див. помилкове твердження 1).

Помилкове твердження 3

Підвищення рівня діоксиду вуглецю в атмосфері є результатом підвищення температури, а не навпаки.



Що стверджує наука?

Справді, коливання температури, яке призвело до виникнення льодовикових періодів, було спричинене зміною орбіти Землі навколо Сонця, що, у свою чергу, викликало зміну рівня діоксиду вуглецю в атмосфері. Це підтверджено результатами дослідження товщі льодовиків. Ці дані доводять, що спочатку відбулося підвищення температури, а потім підвищення рівня діоксиду вуглецю принаймні через кілька сотень років. Причини цього ще не цілком зрозумілі. Частково вплинуло те, що океани випаровують діоксид, коли нагріваються і поглинають його при остиганні. Ґрунти також виділяють парникові гази при нагріванні. Підвищення рівня концентрації парникових газів в атмосфері потім збільшило нагрівання, створюючи “позитивний зворотний ефект”.

На противагу цьому природному процесу різке

підвищення останнім часом рівня діоксиду вуглецю — близько 30 відсотків за останні 100 років — не є наслідком дії природних факторів. Провівши хімічні аналізи, ми можемо стверджувати, що більша частина цього діоксиду вуглецю утворилася в результаті згорання природного палива. І, як було встановлено у “помилковому твердженні 1”, основною причиною потепління останніх 50 років є діоксид вуглецю, що утворився в результаті діяльності людини. Існує багато точних даних, що підтверджують цю гіпотезу, і жодних, що спростували би її.

Як уже зазначалося, потепління, спричинене парниковими газами антропогенного походження, може призвести до випаровування більшої кількості парникових газів в атмосферу, стимулюючи природні процеси і створюючи “позитивний зворотний ефект”.

Помилкове твердження 4

Спостереження за температурою, виконані на метеозондах і супутниках, не підтверджують теорію глобального потепління.



Що стверджує наука?

Справді, на початку 1990-х років початкові оцінки температури у найнижчих шарах земної атмосфери, що базувалися на вимірюваннях, зроблених на супутниках і метеозондах, не відображали підвищення температури на поверхні Землі. Однак ці розбіжності пов'язані з питанням про те, як збирали та аналізували ці дані, і наскільки великими є розбіжності між ними.

Виходячи з нашого розуміння глобального потепління, обидва нижні шари атмосфери — тропосфера, де сконцентрована найбільша кількість парникових газів, — і поверхня Землі мусять потепліти в результаті підняття рівня концентрації парникових газів в атмосфері. В той же час нижня стратосфера — частина атмосфери над “ковдрою” парникових газів — мусить охолотитися.

Дехто стверджує, що зміна клімату як результат людської діяльності не відбувається, спираючись на перші вимірювання, зроблені на супутниках та метеозондах, які начебто показують, що в тропосфері потепління фактично не відбувається. Але це було встановлено через помилки в даних. Наприклад, було виявлено, що супутники злегка уповільнювались і опускались на орбіті, це призвело до розбіжностей у вимірюваннях. Відмінності між інструментами на борту різних супутників також

викликали розбіжності — аналогічна проблема стосується і метеозондів. До того ж, математичні помилки в одному з автентичних аналізів даних супутника показали, що у тропосфері виявлено менше тепла. Однак, коли ці уточнення було зроблено з урахуванням цих та інших проблем, потепління тропосфери було показане у тісному зв'язку з температурними трендами на поверхні Землі.

Плюс до цього було засвідчено, що нижня тропосфера охолоджується, що відповідає нашому розумінню впливу глобального потепління на цю частину атмосфери. Але деякі з цих охолоджень пов'язані не з підвищенням рівня концентрації парникових газів, а з виснаженням атмосфери, спричиненим людською діяльністю — руйнуванням озонового шару. Озон зігріває стратосферу, затримуючи сонячну енергію. Зменшення озону також має ефект “відгуку” на інші шари атмосфери, що доводить важливість врахування усіх факторів при аналізі кліматичних явищ.

Справедливо зазначити, що у тропічних регіонах світу досі існують розбіжності між температурою на поверхні Землі і в тропосфері, спрогнозованою комп'ютерними програмами, і тією, яка є насправді. Однак ці розбіжності лишаються в межах помилок у спостереженнях і неточностей у моделях.

Помилкове твердження 5

Комп'ютерні моделі, які прогнозують клімат, не є достовірними і містять ряд припущень.

Що стверджує наука?

Сучасні моделі клімату стають все точнішими і відтворюють "дію" справжнього клімату. Вони базуються на нашому розумінні основних наукових принципів, спостереженнях за кліматом і нашому уявленні про те, як він функціонує.

Створюючи комп'ютерні моделі, що демонструють, як різні компоненти кліматичної системи — хмари, Сонце, океан, живий світ, забруднення атмосфери та інші — діють і взаємодіють, науковці отримали змогу відтворити весь клімат останнього століття. Спираючись на розуміння кліматичної системи, науковці мають змогу спроєктувати, що відбуватиметься у майбутньому, роблячи припущення щодо діяльності людини.

Важливо зазначити, що комп'ютерні моделі не можуть точно спрогнозувати майбутнє, адже багато з того, що має статися, нам не відомо. Науковці моделюють коло можливих майбутніх кліматів,

використовуючи різні сценарії розвитку світу. Кожен сценарій містить різні припущення щодо важливих факторів, наприклад, наскільки збільшиться населення світу, яка політика щодо кліматичних змін буде проводитись, як багато діоксиду вуглецю та інших парникових газів людство викидатиме в атмосферу. Остаточне проєктування майбутнього клімату для кожного сценарію дає різні можливі температури, але в чітко окреслених межах.

Хоча сучасні моделі клімату можуть досить точно відтворити минулі і майбутні зміни у глобальному кліматі, вони ще недостатньо розвинені, щоб точно спроєктувати всі деталі взаємодії, які ми маємо бачити на регіональному чи локальному рівнях. Однак вони надають нам достовірний показник напряму майбутніх кліматичних змін. Достовірність також забезпечується тим, що ми використовуємо нові техніки і технології.

Помилкове твердження 6

Вся справа у Сонці — наприклад, існує тісний зв'язок між підвищенням температури на Землі і кількістю сонячних плям.

Що стверджує наука?

Зміни сонячної активності — це один з основних факторів, що впливає на клімат, але він не може самотужки визначати всі зміни світової середньої температури, які ми мали змогу спостерігати протягом ХХ століття.

Зміни сонячної активності впливають на клімат Землі через мале, але визначальне коливання інтенсивності цієї активності. Коли Сонце в активнішій фазі — це визначають за більшою кількістю плям на його поверхні — воно випромінює більше світла і тепла. Хоча зв'язок між сонячною активністю і деяким потеплінням на початку ХХ століття обґрунтовано, дані супутників доводять, що відбулось дуже мало змін в основі сонячної активності за останні 30 років — існують навіть свідчення про можливе її зниження — тому це не могло вплинути на підвищення температури, яке ми спостерігали останнім часом.

Розміри і характер зміни температури можна зрозуміти, лише врахувавши усі відповідні фактори - як природні, так і людські. Наприклад, основні виверження вулканів спричинили ефект охолодження, тому що вони викидали попіл та інші частинки в атмосферу, де останні існували протягом

кількох років і зменшували кількість сонячної енергії, яка досягала поверхні Землі. Спалення природного палива також утворює частинки, що називаються сульфатними аерозолями і мають тенденцію охолоджувати клімат в такий самий спосіб.

У першій частині ХХ століття підвищений рівень сонячної активності у поєднанні зі збільшенням кількості діоксиду вуглецю, що утворювався внаслідок людської діяльності, призвів до підвищення температури. У період між 1940 і 1970 роками вплив діоксиду вуглецю був частково компенсований зростаючою кількістю сульфатних аерозолів у атмосфері, а також легким згасанням сонячної активності і збільшенням вулканічної активності.

Протягом цього періоду глобальні температури впали. Однак, наприкінці ХХ століття температура піднялась вище рівня 1940 року. Було вжито серйозних заходів для зменшення сульфатного забруднення у певних регіонах світу, це означало, що індустриальні аерозолі стали значно менше компенсувати потепління, спричинене діоксидом вуглецю. Підвищення температури цього періоду було частково зменшене деякими виверженнями вулканів.

Помилкове твердження 7

На клімат впливає сонячне випромінювання.

Що стверджує наука?

Вплив космічного випромінювання на клімат ще не досить добре вивчений, але, якщо він і є, то, очевидно, невеликий. Космічні промені — це швидкі рухливі частинки, що потрапляють з космосу в атмосферу Землі і здійснюють обмін енергії.

Експерименти, проведені в лабораторії, лише натякають на те, що сонячне випромінювання може відігравати певну роль у розвитку дрібних частинок, які, у свою чергу, можуть брати участь у формуванні хмар. Якщо в атмосфері все відбувається саме так, — що вже доведено — це може призвести до утворення більшої кількості хмар, що в цілому має ефект охолодження через відбивання сонячних променів у космос. Можливо, вся ця послідовність процесів, що відбуваються в атмосфері, є лише умоглядною, але деякі окремі її частини все ж таки вірогідні.

Було висунуто гіпотезу про те, що цей процес сприяє збільшенню впливу Сонця на клімат. Ми знаємо, що, коли Сонце активніше, його магнітне поле сильніше і воно відхиляє космічні промені від Землі. Відтак виявляється, що активніше Сонце спрямовує на Землю менше променів, в результаті чого утворюється менше хмар, і на Землі стає тепліше.

Однак, спостереження за хмарами і галактичними космічними променями доводять, що можливий зв'язок між космічними променями і хмарами у більшості випадків має незначний ефект. Навіть якби було доведено, що космічні промені мають істотніший вплив, рівень сонячної активності так мало змінився за останні кілька десятків років, що підвищення температури, зафіксоване останнім часом, не може бути пояснене в такий спосіб.

Помилкове твердження 8

Масштаби негативних наслідків зміни клімату часто перебільшені, — і немає потреби у термінових діях.

Що стверджує наука?

Згідно з середніми оцінками МГЕЗК, передбачуване підвищення середньої світової температури цього століття складає 2-3°C. Це означає, що на Землю очікує найбільша зміна клімату за останні 10 000 років. Багатьом людям і екосистемам буде важко пристосуватися до впливу і темпів змін. За короткий період часу деякі частини планети на початкових етапах матимуть зиск зі зміни клімату. Наприклад, у північних регіонах світу будуть тривалішими сезони, сприятливі для вирощування зернових, і врожаї будуть більшими через підвищення в атмосфері рівня концентрації діоксиду вуглецю, який має ефект добрива для рослин. МРКЗ зазначила, що у зв'язку з прогресуванням зміни клімату майже скрізь домінуватимуть негативні процеси. Підвищення температури, очевидно, призведе до збільшення частоти й інтенсивності таких явищ як засухи, шторми, паводки. До того ж, небезпідставними є хвилювання з приводу того, що через тривалий проміжок часу підвищення рівня концентрації парникових газів в атмосфері може спричинити великомасштабні і раптові зміни у природних системах, і деякі з них можуть бути непоправними. Підвищення температури може, наприклад, спричинити танення льодовиків з жахливими наслідками для низовинних територій планети.

Кліматичні зміни будуть непропорційно впливати на розвинуті країни і бідні, тобто такі, що мають менше можливостей адаптуватися. Таким чином, зміна клімату призведе до загострення нерівності у таких сферах як, наприклад, здоров'я або доступ до хороших продуктів і чистої води. Наше наукове розуміння кліматичних змін достатньо прозоре, щоб остаточно переконатися в тому, що викиди парникових газів призводять до глобального потепління.

Наука просувається вперед шляхом викликів і суперечок, однак жоден із сучасних критиків науки про клімат, жодне альтернативне пояснення глобального потепління не може виправдати бездіяльності в цьому питанні. Нації мусять терміново вживати заходів для зменшення викидів парникових газів в атмосферу і робити це якомога швидше, щоб зменшити найсуворіші результати кліматичних змін, до впливу кліматичних змін мусимо підготуватися, оскільки деяких із них уже неможливо уникнути.