

## **Зміна клімату 2007: фізична наукова база**

---

Внесок Першої робочої групи до Четвертої доповіді  
з оцінками Міжурядової групи експертів зі зміни клімату

## **Стислий виклад для вищих управлінців**

---

**2007**

---

Наукове редагування: *В.М. Ліпінський*,  
Державна гідрометеорологічна служба України

---

**Видання здійснене на замовлення та за кошти  
Британської Ради в Україні**

Британська Рада – це міжнародна організація, що представляє Сполучене Королівство у галузі освіти і культури. Наша мета – розвивати взаємовигідні стосунки між народами Британії та інших країн і сприяти визнанню британських творчих ідей і надбань. Британську Раду засновано 1934 року. Сьогодні вона працює у 226 містах 110 країн світу. Патроном Британської Ради є королева Єлизавета II. Віце-патроном є Принц Уельський. В Україні Британська Рада працює з 1992 року і має представництва у Києві, Донецьку, Львові, Одесі та Харкові.

Адреса у Києві:

вул. Григорія Сковороди, 4/12  
Київ, 04070

Тел.: (044) 490 5600

Факс: (044) 490 5605

Ел. пошта: [enquiry@britishcouncil.org.ua](mailto:enquiry@britishcouncil.org.ua)  
[www.britishcouncil.org/ukraine](http://www.britishcouncil.org/ukraine)

---

## ЗМІСТ

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| Вступ                                          | 4  |
| Антропогенні та природні чинники зміни клімату | 4  |
| Прямі спостереження останніх змін клімату      | 7  |
| Палеокліматичні дослідження                    | 11 |
| Розуміння та причини зміни клімату             | 12 |
| Прогнози майбутніх змін клімату                | 14 |

---

## Додаткові матеріали

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Про Доповідь міжурядової групи експертів зі зміни клімату                                                      | 21 |
| 2. Настав час для світових лідерів дати більше, ніж гаряче повітря.<br>Громадський апетит на серйозні дії зростає | 23 |
| 3. Пекельне бачення життя на гарячій планеті                                                                      | 24 |
| 4. Останнє попередження                                                                                           | 25 |
| 5. Спільна заява академій наук:<br>світова реакція у відповідь на зміну клімату                                   | 26 |

## ВСТУП

Внесок Першої робочої групи до Четвертої доповіді з оцінками Міжурядової групи експертів зі зміни клімату описує прогрес у розумінні ролі антропогенних та природних чинників у зміні клімату<sup>1</sup>, зміни клімату протягом періоду спостережень, кліматичні процеси та зміни, що на них впливають, та прогнозовані зміни клімату у майбутньому. Цей документ доповнює попередні доповіді IPCC та містить нові дані наукових досліджень, здійснених протягом останніх шести років. Науковий прогрес з часу останньої, Третьої, доповіді базується на великій кількості нових і більш досконалих даних і більш досконалих методах аналізу даних, на кращому розумінні процесів та їх моделюванні і більш ширшому дослідженні рамок невизначеності.

Основу для окремих абзаців у цій стислій доповіді для вищих управлінців можна знайти у відповідних розділах відповідного технічного документу, посилення на які зазначені у фігурних дужках.

## АНТРОПОГЕННІ ТА ПРИРОДНІ ЧИННИКИ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Зміни в атмосферному надлишку парникових газів та аерозолів, в сонячній радіації і у властивостях земної поверхні порушують енергетичний баланс кліматичної системи. Ці зміни виражаються в одиницях випромінювальної потужності<sup>2</sup>, яка використовується для порівняння, як ті чи інші природні чи антропогенні чинники нагрівання чи охолодження впливають на глобальний клімат. З часу Третьої доповіді нові спостереження та моделювання впливу парникових газів, сонячної активності, властивостей поверхні Землі і деяких аспектів аерозолів дозволили вдосконалити кількісну оцінку випромінювальної потужності.

**З 1750 року глобальні концентрації вуглекислого газу, метану та оксиду азоту в атмосфері Землі як наслідок людської діяльності значно зросли і в даний час набагато перевищують доіндустріальні показники, визначені при дослідженні льодових зразків віком багато тисяч років (див. Рис. SPM-1). Підвищення глобальної концентрації вуглекислого газу зумовлене у першу чергу використанням викопного палива та зміни землекористування, в той час як зміни у концентрації метану та оксиду азоту перш за все пов'язані з сільським господарством. {2.3, 6.4, 7.3}**

- Вуглекислий газ є найважливішим антропогенним парниковим газом (див. Рис. SPM-2). Глобальна концентрація CO<sub>2</sub> у атмосфері Землі зросла з 280 ppm у доіндустріальний період до 379 ppm<sup>3</sup> у 2005 році. За результатами дослідження льодових зразків, атмосферна концентрація CO<sub>2</sub> у 2005 році значно перевищила природний діапазон за останні 650 тис. років (180-300 ppm). За останні 10 років середні щорічні темпи зростання концентрації атмосферного вуглекислого газу (з 1995 по 2005 рр. 1.9 ppm/рік) були більшими, ніж будь-коли протягом всього періоду прямих атмосферних вимірювань (наприклад, у середньому 1.4 ppm/рік у період 1960 по 2005 рр.), хоча були коливання у середньорічних темпах зростання. {2.3, 7.3}
- Першочерговим джерелом зростання концентрації атмосферного вуглекислого газу з доіндустріального періоду є використання викопного палива. Зміна землекористування є іншим суттєвим джерелом викидів CO<sub>2</sub>, хоча і меншим. Щорічні викиди<sup>4</sup> викопного вуглекислого

<sup>1</sup> Термін «зміна клімату» у документах IPCC означає будь-які кліматичні зміни у часі як наслідок природних змін або як результат людської діяльності. Це визначення відрізняється від подібного визначення у Рамковій конвенції щодо змін клімату, де кліматичні зміни стосуються змін клімату, які прямо чи опосередковано стосуються людської діяльності, яка порушує склад земної атмосфери додатково до природних змін клімату, що спостерігаються протягом порівняльних періодів часу.

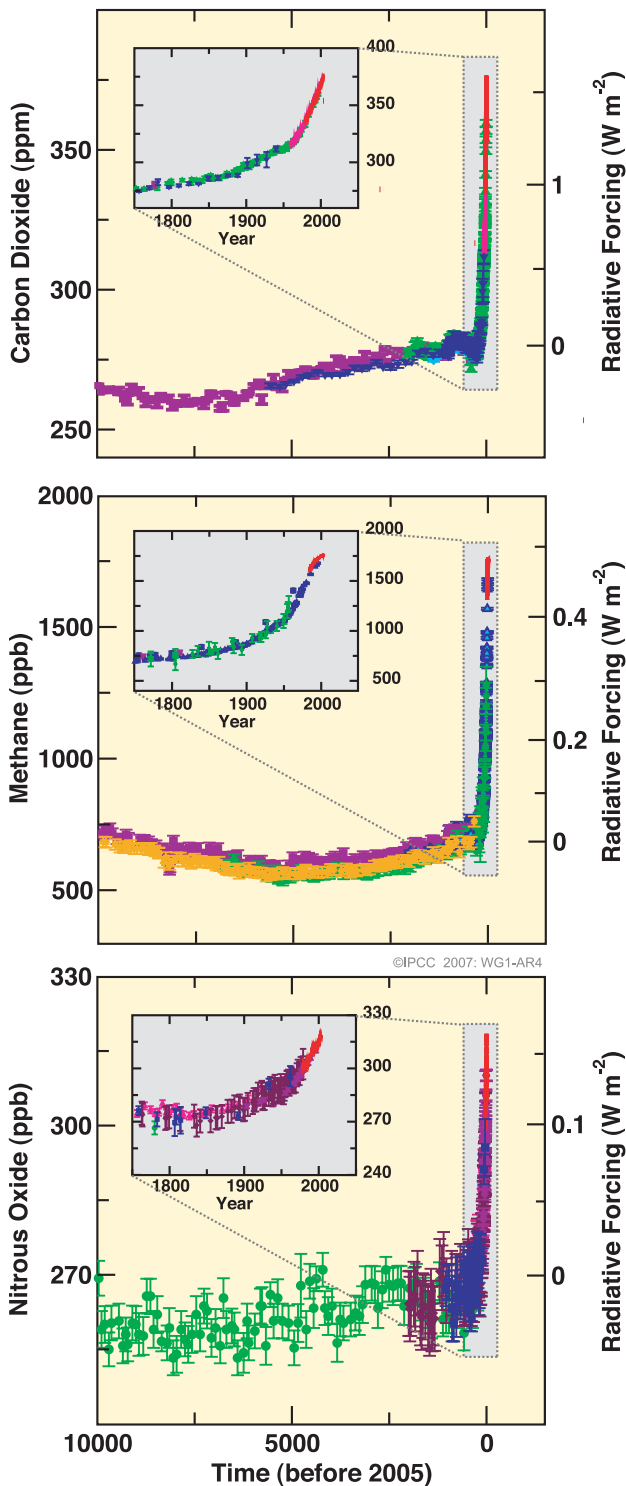
<sup>2</sup> Випромінювальна потужність є мірою впливу, що здійснює певний фактор на баланс енергії, що надходить і виділяється в системі атмосфери Землі і є індексом важливості цього фактору як потенційного механізму зміни клімату. Позитивна потужність означає нагрів поверхні, негативна – охолодження. У цій доповіді наведені величини випромінювальної потужності для 2005 року відносно аналогічних показників доіндустріального періоду 1750 року і виражаються у Вт/м<sup>2</sup>. Подальші подробиці див. Глосарій та Секцію 2.2.

<sup>3</sup> ppm (parts per million або часток на мільйон) або ppb (parts per billion або частин на мільярд) є співвідношення кількості молекул парникового газу до загальної кількості молекул сухого повітря. Наприклад, 300 ppm означає 300 молекул парникового газу на мільйон молекул сухого повітря.

<sup>4</sup> Викиди викопного вуглекислого газу включають викиди в процесі виробництва, поширення та споживання викопного палива, а також як побічний продукт виробництва цементу. Викиди 1 GtC відповідає 3.67 GtCO<sub>2</sub>.

<sup>5</sup> В загальному, рамки невизначеності для результатів, поданих у цій доповіді для вищих управлінців, становлять 90%, за винятком випадків, де зазначена інша цифра. Наприклад, існує 5% вірогідність того, що показник буде вище поданих рамок у прямокутних дужках і 5% ймовірність того, що цей показник буде нижче тих рівнів. Де можливо, подані найімовірніші показники. Встановлені інтервали невизначеності не є завжди симетричними по відношенню до відповідного найімовірнішого показника. Примітка: кількість інтервалів невизначеності у першій доповіді робочої групи відповідав 2-сигмам (95%), часто посиляючись на експертну оцінку.

Рис. SPM-1. Зміни концентрацій парникових газів за даними дослідження льодових зразків та за сучасними даними



**Рис. SPM-1.** Концентрації вуглекислого газу, метану та оксиду азоту в атмосфері протягом останніх 10 тис. років (великі графіки) та з 1750 р. (маленькі графіки). Вимірювання здійснені з використанням льодових зразків (різнокольорові символи позначають різні дослідження) і зразків атмосфери (червоні лінії). Відповідні випромінювальні потужності показані на правих осях великих рисунків. {6.4}

газу зросли у середньому з 6.4 [6.0–6.8]<sup>5</sup> GtC (Гт вуглецю) (23.5 [22.0–25.0] Гт CO<sub>2</sub>) у рік протягом 1990-х рр. до 7.2 [6.9–7.5] Гт С (26.4 [25.3–27.5] Гт CO<sub>2</sub>) у рік протягом 2000–2005 рр. (Дані за 2004 та 2005 рр. є проміжними). Викиди вуглекислого газу, протягом 1990-х рр., пов'язані зі зміною землекористування, становили 1.6 [0.5–2.7] Гт С (5.9 [1.8–9.9] Гт CO<sub>2</sub>) у рік, хоча ці підрахунки є досить неточними. {7.3}

- Глобальна атмосферна концентрація метану зросла з приблизно 715 ppb у доіндустріальний період до 1732 ppb на початку 1990-х рр., і становила 1774 ppb у 2005 році. За результатами дослідження льодових зразків, атмосферна концентрація метану у 2005 році значно перевищувала природні коливання концентрації цього газу за останні 650 тис. років (320–790 ppb). З початку 1990-х років темпи зростання концентрації метану в атмосфері знизилися, що узгоджується з динамікою змін загальних викидів (сума антропогенних та природних джерел) і протягом цього періоду залишалися стабільними. Дуже ймовірно<sup>6</sup>, що зареєстроване зростання концентрації метану є наслідком антропогенної діяльності, переважно у сільському господарстві, та використання викопного палива. Відносне значення інших джерел викидів метану визначене недостатньо. {2.3, 7.4}

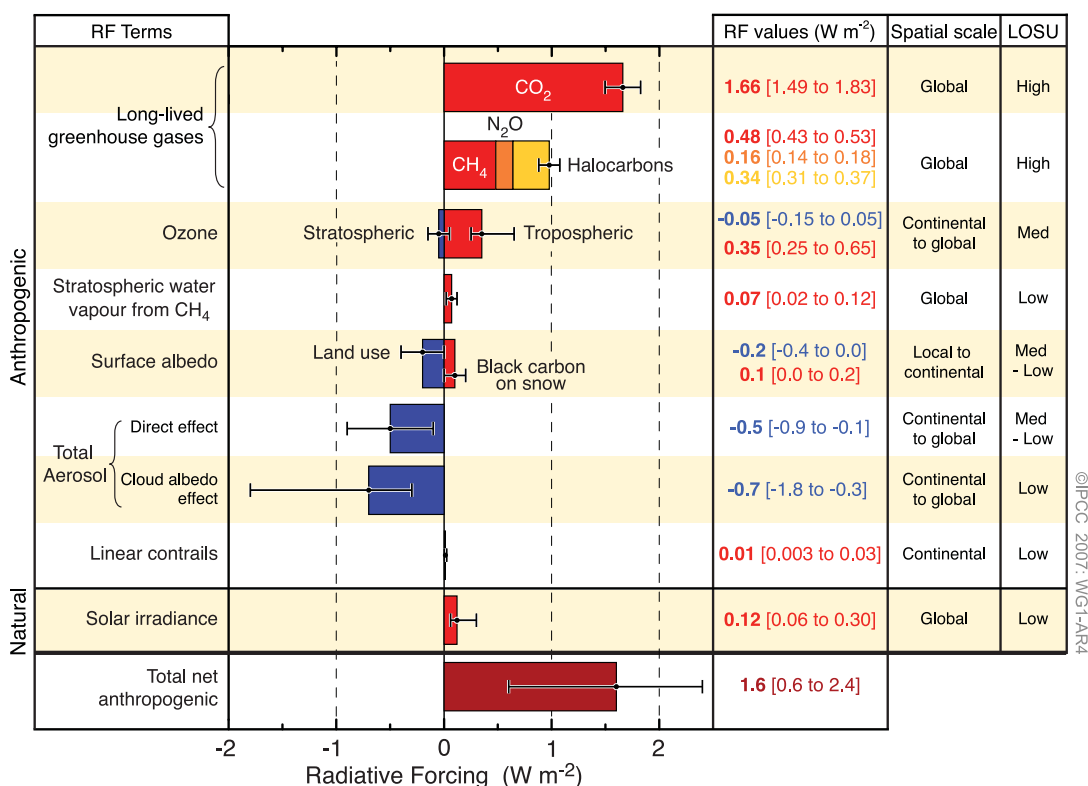
**Розуміння антропогенних чинників, що спричиняють потепління та похолодання клімату, поліпшилось з часу опублікування Третьої доповіді IPCC (Third Assessment Report, TAR) і зводиться до дуже високої впевненості<sup>7</sup>, що загальний глобальний чистий антропогенний вплив у період з 1750 року зводився до потепління, з випромінюючими силами +1.6 [від +0.6 до +2.4] Вт/м<sup>2</sup> (Див. Рис. SPM-2). {2.3, 6.5, 2.9}**

<sup>6</sup> У цьому документі для вищих управлінців були використані наступні терміни для зазначення встановленої ймовірності, посилюючись на експертну оцінку показника чи результату: фактично певний > 99% ймовірності, надзвичайно ймовірний > 95%, дуже ймовірний > 90%, ймовірний > 66%, скоріше ймовірний, ніж ні > 50%, мало ймовірно < 33%, дуже мало ймовірно < 10%, надзвичайно мало ймовірно < 5%. (Подробиці див. Box TS.1.1).

<sup>7</sup> У цьому підсумковому документі для високих управлінців міра впевненості експертів у коректності наукових даних визначена за допомогою наступних показників: дуже висока впевненість – принаймні 9 з 10 шансів коректності; висока впевненість – 8 з 10 шансів коректності. (Див. Рис. TS.1.1)

- Глобальна концентрація атмосферного оксиду азоту зросла з 270 ppb у доіндустріальний період до приблизно 319 ppb у 2005 році. Темпи зростання були приблизно стійкими з 1980 року. Більше третини всіх викидів оксиду азоту мають антропогенне походження, переважно від сільського господарства. {2.3, 7.4}
- Сумарні радіаційні сили внаслідок підвищення викидів вуглекислого газу, метану та оксиду азоту становлять  $+2.30$  [ $+2.07 \dots +2.53$ ] Вт/м<sup>2</sup>. *Висока ймовірність* того, що темпи зростання цього показника протягом індустріальної ери були безпрецедентними за більш ніж 10 тис. років (див. Рис. SPM-1 і SPM-2). За період з 1995 по 2005 рік радіаційна сила вуглекислого газу зросла на 20%, найбільша зміна за будь-яку декаду, принаймні протягом останніх 200 років. {2.3, 6.4}
- Антропогенні аерозолі (в першу чергу, сульфати, органічний вуглець, чорний вуглець, нітрати і пил) спільно спричиняють охолоджуючий ефект, з сумарним випромінювальним ефектом  $-0.5$  [ $-0.9 \dots -0.1$ ] Вт/м<sup>2</sup> та непрямим ефектом альbedo хмар  $-0.7$  [ $-1.8 \dots -0.3$ ] Вт/м<sup>2</sup>. Завдяки вдосконаленим супутниковим та наземним дослідженням *in situ* та вдосконаленому моделюванню, ці ефекти наразі краще зрозумілі, ніж в період написання Третьої оціночної доповіді IPCC. Аерозолі також впливають на тривалість періоду існування хмар та опади. {2.4, 2.9, 7.5}
- Значні антропогенні випромінювальні впливи надходять з інших джерел. Зміни рівнів тропосферного озону внаслідок викидів озonoутворюючих хімічних сполук (оксиди азоту, монооксид вуглецю та вуглеводні<sup>8</sup>) додають  $+0.34$  [ $+0.31 \dots +0.37$ ] Вт/м<sup>2</sup>. Зміни альbedo поверхні внаслідок

Рис. SPM-2. Компоненти випромінювальних потужностей



**Рис. SPM-2.** Середньосвітові рівні випромінювальних потужностей (radiative forcing, RF) та їх коливання у 2005 році для антропогенних вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>), метану (CH<sub>4</sub>), оксиду азоту (N<sub>2</sub>O) та інших важливих агентів та механізмів, разом з типовим географічним масштабом потужності та вивіреном рівнем наукового розуміння. На рисунку також показані кінцеві значення антропогенних випромінювальних потужностей та їх коливання. Їх визначення вимагає сумування даних асиметричних невідповідностей з компонентних даних, і не може бути одержане простим додаванням. Додаткові фактори потужності, які не включені у ці дані, мають дуже низький рівень наукового розуміння. Вулканічні аерозолі додають природну потужність, але не включені до таблиці у зв'язку з їх епізодичною природою. Межі лінійних слідів інверсії літаків не включають інших можливих впливів авіації на хмарність. {2.9, рис. 2.20}

<sup>8</sup> Випромінювальний вплив галогеновуглецю був детально проаналізований нещодавно в Спеціальній доповіді «Про захист озонового шару та глобальна кліматична система» (2005)

змін у покритті поверхні Землі та випаданні чорних вуглецевих аерозолів на сніг спричиняють відповідні випромінювання від  $-0.2$  [ $-0.4 \dots 0.0$ ] Вт/м<sup>2</sup> до  $+0.1$  [ $0.0 \dots +0.2$ ] Вт/м<sup>2</sup>. Додаткові впливи силою менше, ніж  $\pm 0.1$  Вт/м<sup>2</sup> показані на Рис. SPM-2. {2.3, 2.5, 7.2}

- Дослідження показали, що зміни сонячної радіації з 1750 року спричинили випромінювальний ефект  $+0.12$  [ $+0.06 \dots +0.30$ ] Вт/м<sup>2</sup>, що становить менше половини прогнозованого ефекту у Третій оціночній доповіді IPCC. {2.7}

## ПРЯМІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ОСТАННІХ ЗМІН КЛІМАТУ

З часу опублікування Третьої доповіді з оцінками IPCC було досягнуто прогресу у розумінні процесу зміни клімату у часі і просторі. Це відбулось завдяки вдосконаленню та розширенню численних баз даних та аналізу даних, ширшому географічному розмаху досліджень, кращому розумінню невизначеностей та ширшому спектру вимірів. З 1960-х років все більш досконалі спостереження проводилися над льодовими та сніговими покривами, а починаючи з останнього десятиріччя такі спостереження здійснювалися над рівнем Світового океану та сніговими покривами. Однак, у деяких регіонах наявні дані все ще залишаються обмеженими.

**Потепління кліматичної системи є безсумнівним, оскільки воно фіксується спостереженнями за підвищенням середньорічних температур повітря та океану, поширенням таненням снігів та льодовиків та підняттям середнього рівня Світового океану (див. Рис. SPM-3). {3.2, 4.2, 5.5}**

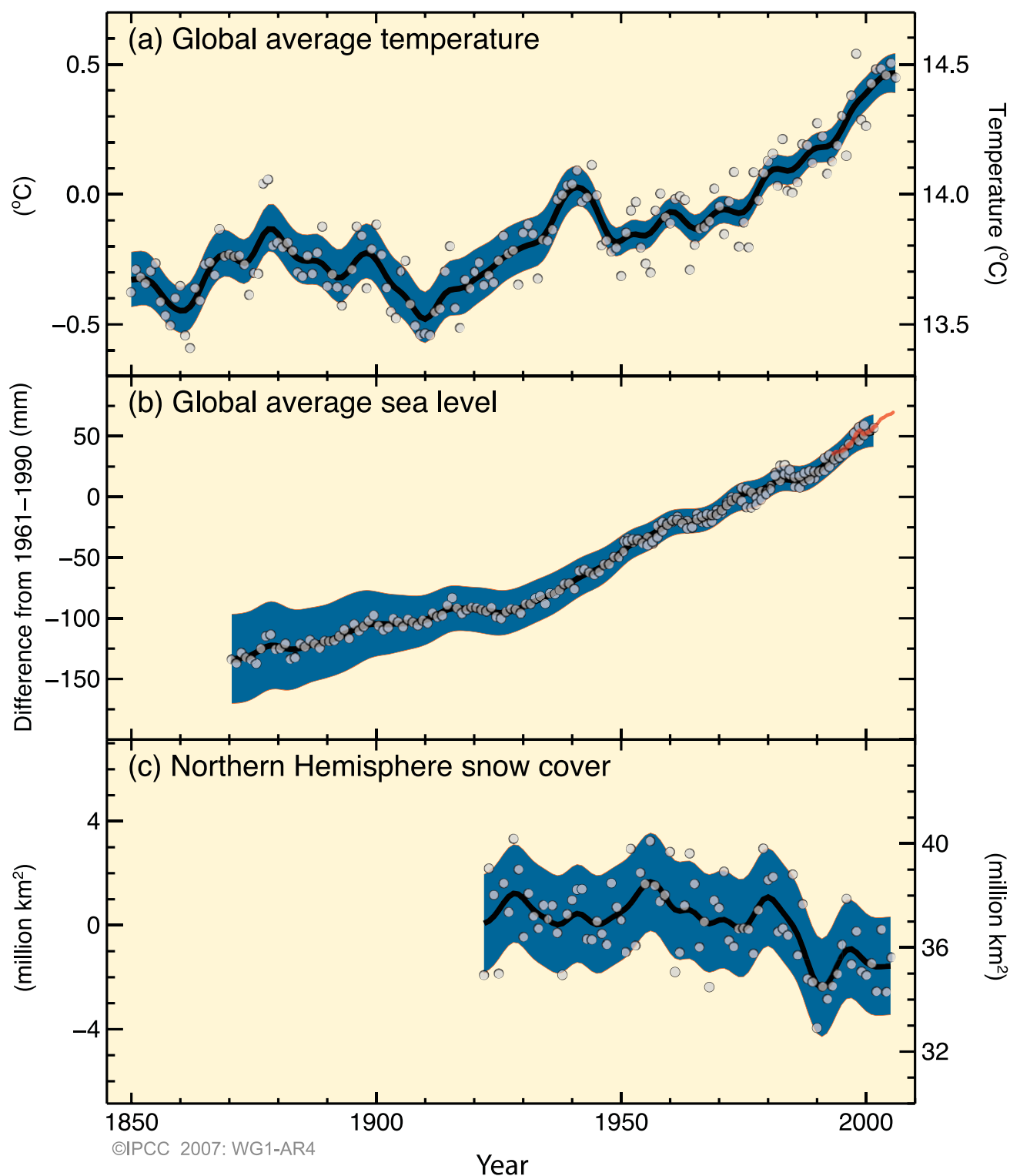
- Одинадцять з останніх дванадцяти років (1995–2006) були серед дванадцяти найжаркіших років за всю історію інструментальних спостережень за температурою поверхні землі<sup>9</sup> (починаючи з 1850 року). Оновлений 100-літній (1906–2005) лінійний графік зміни клімату, що дорівнює  $0.74$  [ $0.56 \dots 0.92$ ] °C є, таким чином, вищий, ніж відповідний графік за період 1901–2000 років, поданий у Третій доповіді з оцінками IPCC  $0.6$  [ $0.4 \dots 0.8$ ] °C. Лінійний графік зміни клімату за останні 50 років ( $0.13$  [ $0.10 \dots 0.16$ ] °C за десятиріччя) є майже вдвічі вищим за показник останніх 100 років. Загальне підвищення температури з 1850–1899 до 2001–2005 становить  $0.76$  [ $0.57 \dots$

$0.95$ ] °C. Реальним також є тепловий ефект міст, хоча він має локальне значення і його вплив на ці показники є несуттєвим (менш ніж  $0.006$  °C за десятиріччя над сушею і  $0$  °C над океаном. {3.2}

- Нові аналізи вимірів температури, здійснених з допомогою повітряних куль та супутників у нижніх та середньотропосферних шарах, показують темпи підвищення температури, подібні до аналогічних наземних вимірів і є стабільними в межах їх відповідних невизначеностей; вони значною мірою знімають невідповідності, відзначені у Третій доповіді з оцінками IPCC. {3.2, 3.4}
- Середньорічний показник вологості атмосфери зріс принаймні за період з 1980-х років над сушею і над океаном, а також у верхніх шарах тропосфери. Це підвищення в цілому відповідає більшій кількості вологи, яку може містити підігріте повітря. {3.4}
- Спостереження, що проводилися з 1961 року, показують, що середня температура світового океану зросла до глибин принаймні 3 тис. м і що океан поглинав більше 80% теплоти, доданої до кліматичної системи. Таке потепління спричиняє розширення морської води, що позначається на зростанні рівня Світового океану (Див. Табл. SPM-1) {5.2, 5.5}
- Льодові шапки та сніговий покрив у горах зменшились в обох півкулях. Поширене танення льодовиків та снігового покриву спричиняє, серед інших факторів, підняття рівня Світового океану (Див. Табл. SPM-1) {4.6, 4.7, 4.8, 5.5}
- Нові дані, одержані після опублікування Третьої доповіді з оцінками IPCC свідчать про високу ймовірність того, що танення льодовиків Гренландії та Антарктиди стало одним з факторів підвищення рівня Світового океану в період з 1993 по 2003 роки (Див. Табл. SPM-1). Швидкість течії води у деяких витоках з льодовиків Гренландії та Антарктики збільшилась. Відповідна втрата маси льоду супроводжувалась потоншенням, зменшенням або зникненням крижаних рукавів або плаваючих крижин. Така динамічна втрата льоду є достатньою для пояснення втрати більшості маси льоду в Антарктиці та приблизно половини втрати маси льоду у Гренландії. Решта втрат льоду в Гренландії пояснюються тим, що втрати льоду від танення перевищують його накопичення в результаті снігопадів. {4.6, 4.8, 5.5}
- Середнє зростання рівня Світового океану в період з 1961 до 2003 року відбувалося з середньою

<sup>9</sup> Середня температура повітря над поверхнею суші та температура поверхні моря

Рис. SPM-3. Зміни температури, рівня моря та снігового покриву північної півкулі



**Рис. SPM-3.** Зміни, що спостерігалися у показниках: а) середньої світової температури поверхні суші; б) зростання рівня Світового океану під час припливів (сині кружечки) та з супутника (червоні кружечки); в) снігового покриття північної півкулі у березні-квітні. Всі дані показані відносно аналогічних показників за період 1961-1990 років. Гладенькі криві відображають середні показники за десятиріччя, а кружечки – середньорічні зміни. Затемнені зони – інтервал непевності, визначені вдосконалим аналізом відомих непевностей (а і б) та у часовому інтервалі (в) {FAQ3.16 Рис. 1, Рис. 4.2 та Рис. 5.13}

швидкістю 1.8 [1.3...2.3] мм/рік. Ця швидкість зросла у період з 1993 до 2003 р. до 3.1 [2.4...3.8] мм/рік. Незрозуміло поки що, чи таке прискорення танення у період 1993-2003 р.р. є результатом десятирічної мінливості цього показника, чи воно відображає більш довготривалу тенденцію. З великою мірою впевненості можна вважати, що швидкість підняття рівня Світового океану у 20-му столітті зросла в порівнянні з 19-м століттям. Загальне зростання швидкості визначається на рівні 0.17 [0.12...0.22] м. {5.5}

**В масштабах континентів, регіонів та океанів спостерігалися численні довгострокові зміни клімату. Вони включали зміни арктичних температур та льодових покривів, широко поширені зміни кількості опадів, солоності океану, рози вітрів та екстремальних погодних умов, таких як засухи, сильні опади, гарячі хвилі та інтенсивність тропічних циклонів<sup>10</sup> {3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 5.2}**

- Для періоду з 1993 до 2003 років загальна сума кліматичних факторів відповідає непевностям, пов'язаним із підняттям рівня Світового океану, що безпосередньо реєструється (Див. Табл. SPM-1). Це твердження базується на вдосконалених супутникових та наземних методах дослідження, що почали застосовуватися. Для періоду з 1961 до

2003 р. сума кліматичних факторів, за оцінками, є меншою від реального зростання рівня Світового океану. Аналогічна невідповідність була відзначена і у Третій доповіді з оцінками IPCC стосовно періоду 1910–1990 рр. {5.5}

- За останні 100 років середні арктичні температури майже подвоїлись у порівнянні з середніми світовими температурами. Арктичні температури мають високу мінливість протягом десятиріч, і теплий період також спостерігався з 1925 по 1945 р.р. {3.2}
- Дані супутникових спостережень з 1978 р. показують, що середнє покриття океану льодом зменшилось на 2.7 [2.1...3.3]% за десятиріччя. Влітку ці втрати зростали до 7.4 [5.0...9.8]% за десятиріччя. Ці дані відповідають аналогічним у Третій доповіді з оцінками IPCC. {4.4}
- Починаючи з 1980-х років температури на поверхні шару вічної мерзлоти в Арктиці в цілому зросли (на 3°C). Максимальна площа поверхні сезонної мерзлоти ґрунту в північній півкулі зменшилась, починаючи з 1900 року, приблизно на 7%, а весною таке зменшення сягає 15%. {4.7}
- Для багатьох великих регіонів були зафіксовані довгострокові тенденції у зміні кількості опадів, які спостерігалися протягом періоду з 1900 по 2005 рр.<sup>11</sup> У східних частинах Північної та Південної Америки, Північній частині Європи, Північній та

**Таблиця SPM-1.** Зареєстрована швидкість підняття рівня Світового океану та визначений вплив різних джерел {5.5, Табл. 5.3}

| Фактори підняття рівня води                        | Підняття рівня Світового океану (мм/рік) |                      |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|
|                                                    | 1961-2003                                | 1993-2003            |
| Термічне розширення                                | 0.42±0.12                                | 1.6±0.5              |
| Льодові шапки                                      | 0.50±0.18                                | 0.77±0.22            |
| Льодовий покрив Гренландії                         | 0.05±0.12                                | 0.21±0.07            |
| Льодовий покрив Антарктики                         | 0.14±0.41                                | 0.21±0.35            |
| Сума окремих кліматичних факторів                  | 1.1±0.5 <sup>a</sup>                     | 2.8±0.7 <sup>a</sup> |
| Загальне зареєстроване зростання рівня води        | 1.8±0.5                                  | 3.1±0.7              |
| Різниця<br>(між реальним та визначеним зростанням) | 0.7±0.7                                  | 0.3±1.0              |

<sup>a</sup> Дані до 1993 року одержані при дослідженні припливів, а після 1993 року – з супутників

<sup>10</sup> Тропічні циклони включають урагани та тайфуни.

<sup>11</sup> Регіони, які були досліджені, розглядаються у главі регіональних перспектив Третьої доповіді з оцінками IPCC, а також у главі 11 цієї Доповіді.

Центральній частині Азії спостерігалось суттєве збільшення кількості опадів. У Середземномор'ї, Південній частині Африки, деяких частинах південної Азії спостерігалось зменшення опадів і засухи. Опади є надзвичайно мінливим показником як за місцем, так і за часом, а для деяких регіонів наявні дані є обмеженими або відсутніми. Для інших великих регіонів, де проводились дослідження, подібних довгострокових тенденцій не було зафіксовано<sup>11</sup>. {3.3, 3.9}

- Зміни в опадах та випаровуванні з океанів оцінювалися по зменшенню солоності води у середніх та високих широтах, а також по підвищенню солоності води в нижніх широтах. {5.2}
- Починаючи з 1960-х років, західні вітри в середніх широтах посилювались у обох півкулях. {3.5}
- Починаючи з 1970-х років, на широких територіях, зокрема в тропіках і субтропіках, спостерігалися більш інтенсивні і більш тривалі засухи. Цьому

**Таблиця SPM-2.** Новітні тенденції, дослідження впливу людської діяльності на ці тенденції та перспективи екстремальних погодних умов, для яких спостерігалися тенденції наприкінці XX ст. {Таблиці 3.7, 3.8, 9.4. Секції 3.8, 5.5, 9.7, 11.2-11.9}

| Феномени <sup>a</sup> та спрямування тенденцій                                                           | Ймовірність прояву тенденції наприкінці XX ст. (типово після 1960 року) | Ймовірність впливу людської діяльності на тенденцію, що вивчалася <sup>b</sup> | Ймовірність майбутніх тенденцій, що базуються на прогнозах для XXI ст. методом сценарію SRES |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Переважаання теплих та зменшення кількості холодних днів і ночей над більшістю зон суходолу              | Дуже ймовірно <sup>c</sup>                                              | Ймовірно <sup>d</sup>                                                          | Фактично безсумнівно <sup>d</sup>                                                            |
| Переважаання теплих та почастищення жарких днів і ночей над більшістю зон суходолу                       | Дуже ймовірно <sup>e</sup>                                              | Ймовірно (ночі) <sup>d</sup>                                                   | Фактично безсумнівно <sup>d</sup>                                                            |
| Теплі та спекотні хвили над більшістю зон суходолу                                                       | Ймовірно                                                                | Скоріше ймовірно, ніж ні <sup>f</sup>                                          | Дуже ймовірно                                                                                |
| Сильні опади. Частота (або пропорція сильних дощів від загальної кількості дощів) на більшості територій | Ймовірно                                                                | Скоріше ймовірно, ніж ні                                                       | Дуже ймовірно                                                                                |
| Зростання площ територій, вражених засухами                                                              | Ймовірно у багатьох регіонах, починаючи з 1970-х р.                     | Скоріше ймовірно, ніж ні                                                       | Ймовірно                                                                                     |
| Зростання інтенсивності тропічних циклонів                                                               | Ймовірно у деяких регіонах, починаючи з 1970-х р.                       | Скоріше ймовірно, ніж ні <sup>f</sup>                                          | Ймовірно                                                                                     |
| Зростання частоти екстремального підняття рівня води в Світовому океані (окрім цунамі) <sup>g</sup>      | Ймовірно                                                                | Скоріше ймовірно, ніж ні <sup>f,h</sup>                                        | Ймовірно <sup>i</sup>                                                                        |

**Коментар до Таблиці SPM-2:**

<sup>a</sup> Подробиці стосовно визначень подані у табл. 3.7

<sup>b</sup> Див. табл. TS-4, Вох TS.3.4 і табл. 9.4

<sup>c</sup> Зменшення частоти холодних днів і ночей (найхолодніших 10%)

<sup>d</sup> Потепління найекстремальніших днів і ночей кожного року

<sup>e</sup> Почастищення жарких днів і ночей (найсекотніших 10%)

<sup>f</sup> Міра впливу людської діяльності не досліджена. Причетність до цих феноменів базується на позиціях експертів, а не на результатах спеціальних досліджень

<sup>g</sup> Екстремальне підняття рівня води залежить від середнього рівня води в океані та від регіональних погодних систем. Тут визначається як 1% найбільшого погодинного підняття рівня води на станції у конкретний період часу.

<sup>h</sup> Зміни у екстремально високих рівнях води достеменно корелюють зі змінами середніх показників рівня води {5.5.2.6}. Дуже ймовірно, що людська діяльність призвела до зростання середнього рівня води в океані. {9.5.2}

<sup>i</sup> У всіх сценаріях прогнозується, що рівень води в океані у 2100 р. буде вищим, ніж у порівняльному періоді {10.6}. Вплив змін у регіональних погодних системах на екстремальні підйоми рівня води в Світовому океані не досліджувалися.

сприяли підвищення температур та зменшення кількості опадів. Із засухами також пов'язують зміни поверхневої температури води, рози вітрів, зменшення снігопадів та снігового покриву. {3.3}

- Над більшістю зон суходолу частота інтенсивних опадів зросла, що співпадало з потеплінням та підвищенням вмісту водяних парів в атмосфері, що спостерігалось. {3.8, 3.9}
- Протягом останніх 50-ти років спостерігалися часті зміни екстремальних температур. Менш регулярними стали холодні дні, холодні ночі і морози, тоді як почастишали жаркі дні і ночі та гарячі атмосферні хвилі (див. табл. SPM-2). {3.8}
- Починаючи приблизно з 1970-х років, спостерігається тенденція зростання інтенсивності тропічних циклонів у північній Атлантиці, що корелюється з підчищенням температур поверхні тропічних морів. Припускається також підвищення інтенсивності тропічних циклонів у деяких інших регіонах, але ці дані не є досконально перевіреними і надійними. До запровадження рутинних супутникових досліджень з 1970 року дослідження мінливості протягом багатьох десятиріч та якості даних щодо тропічних циклонів ускладнюють виявлення довгострокових тенденцій у змінах тропічної циклонічної діяльності. Не зафіксовано також чіткої тенденції у річних змінах кількості тропічних циклонів. {3.8}

#### **Зміни деяких аспектів клімату не спостерігалися {3.2, 3.8, 4.4, 5.3}**

- У Третій оціночній доповіді повідомлялося про зниження денних температур (diurnal temperature range, DTR), але дані, які були в наявності на той час, стосувалися лише періоду з 1950 до 1993 рр. Оновлені спостереження виявили, що у період з 1979 до 2004 рр. цей показник не змінювався, оскільки і денна, і нічна температури підвищилися приблизно на однакову величину. Тенденції у різних регіонах надзвичайно мінливі. {3.2}
- Покриття води льодом у Антарктиці продовжує змінюватися з року в рік і в різних місцях, що не дозволяє визначити статистично достовірні тенденції. Ці спостереження узгоджуються з відсутністю ознак потепління атмосфери, узагальнених по всьому регіону. {3.2, 4.4}
- Наразі бракує даних, щоб визначити, чи існують тенденції змін у меридіанній циркуляції Світового океану чи у маломасштабних феноменах, таких як торнадо, бурі, блискавки та пилові бурі. {3.8, 5.3}

## **ПАЛЕОКЛІМАТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ**

У палеокліматичних дослідженнях вивчають зміни кліматично чутливих індикаторів, щоб зробити висновки про минулі зміни глобального клімату у часових рамках від десятиків до мільйонів років. На такі опосередковані дані (напр., ширина деревних кілець) можуть впливати як місцева температура так і інші фактори, як, наприклад, опади. Вони часто відображають конкретні пори року, а не повні роки. Дослідження, проведені після Третьої оціночної доповіді, додали впевненості завдяки високій узгодженості між різними індикаторами і додатковими даними з різних куточків світу. Однак, чим далі у минуле, тим більше непевності у зв'язку з зростаючою обмеженістю даних.

**Палеокліматична інформація підтримує припущення, що останні 50 років були незвично теплими, принаймні за останні 1300 років. Останній раз, коли полярні регіони були суттєво теплішими, ніж зараз, протягом тривалого періоду часу, мав місце приблизно 125 тис. років тому; зменшення об'ємів полярних льодових покривів призвело до підвищення рівня Світового океану на 4-6 метрів. {6.4, 6.6}**

- Середні температури північної півкулі у другій половині XX століття були дуже ймовірно вищими, ніж у будь-який інший 50-річний період протягом останніх 500 років і ймовірно найвищими за останні принаймні 1300 років. Деякі останні дослідження свідчать про вищу мінливість температур у північній півкулі, ніж це пропонувалося у Третій оціночній доповіді, зокрема, твердження про періоди похолодання у XII-XIV, XVII та XIX ст. Періоди потепління до XX ст. знаходяться у зоні невизначеності, як було запропоновано у Третій оціночній доповіді. {6.6}
- Середній рівень води в океані в останній міжльодовиковий період (близько 125 тис. років тому) був ймовірно на 4-6 м вищим, ніж у XX ст., завдяки переважно таненню полярних льодовиків. Результати дослідження льодових зразків свідчать, що середні полярні температури на той час були на 3-5°C вищими, ніж зараз внаслідок різниці у Земній орбіті. Льодовик Гренландії та інша арктична крига ймовірно додали не більше 4 м до існуючого на той час рівня моря. Можливо, додатковий внесок зробила і Антарктична крига. {6.4}

## РОЗУМІННЯ ТА ПРИЧИНИ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Це дослідження базується на довготривалих і вдосконалених спостереженнях, на розширеному асортименті досліджень, та на використанні вдосконалених кліматичних моделей, що відтворюють численні аспекти клімату та їх мінливість. Тут враховані дослідження, здійснені після Третьої оціночної доповіді, а також результати нових досліджень причин зміни клімату, чи зміни, що спостерігаються, кількісно узгоджуються з очікуваним впливом зовнішніх факторів та суперечать альтернативним фізично правдоподібним поясненням.

**Більшість змін середніх світових температур, що спостерігаються зараз, починаючи з середини ХХ ст., дуже ймовірно є наслідком антропогенного підвищення атмосферних концентрацій парникових газів<sup>12</sup>. Це твердження є більш достовірним у порівнянні з висновком, даним у Третій оціночній доповіді, що «більша частина потепління, що спостерігається за останні 50 років, ймовірно є наслідком підвищення концентрацій парникових газів». Помітний антропогенний вплив наразі поширюється на інші аспекти клімату, включаючи потепління Світового океану, середні континентальні температури, екстремальні температури і рози вітрів (див. Рис. SPM-4 і таблицю SPM-2). {9.4, 9.5}**

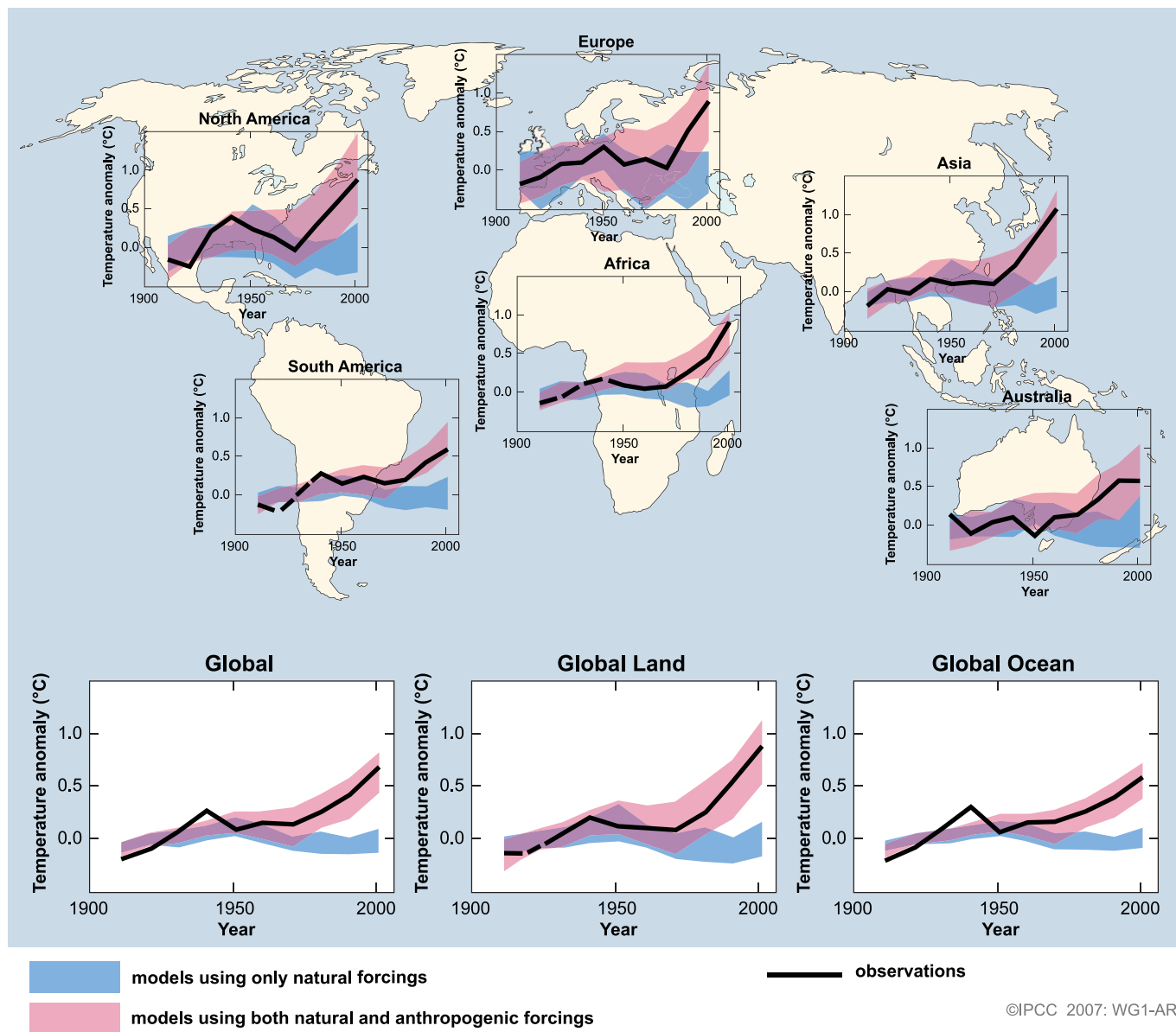
- Ймовірно, що лише підвищення концентрацій парникових газів могли б викликати більше потепління, ніж це реально спостерігається, оскільки вулканічні та антропогенні аерозолі компенсували частину тепла, яке, за інших обставин, накопичувалося б в атмосфері. {2.9, 7.5, 9.4}
- Широкомасштабне потепління океану та атмосфери, що спостерігається, разом з втратою маси льоду, підтверджують висновок, що *надзвичайно мало ймовірно*, що глобальні зміни клімату за останні 50 років можуть бути обґрунтованими без втручання зовнішніх сил, і *дуже ймовірно*, що таке потепління відбувається не лише завдяки природним процесам. {4.8, 5.2, 9.4, 9.5, 9.7}

- Потепління кліматичної системи було зафіксовано у змінах температури поверхні та атмосфери, температур поверхневих (глибиною до кількох метрів) вод океану та завдяки підвищенню рівня світового океану. Спеціальні дослідження виявили антропогенний внесок до всіх цих перелічених змін. Нагрівання тропосфери та охолодження стратосфери, що спостерігаються, є *дуже ймовірно* наслідком комбінованого впливу підвищення концентрацій парникових газів та вичерпання озону у стратосфері. {3.2, 3.4, 9.4, 9.5}
- *Ймовірно*, що протягом останніх 50-років відбувалося суттєве антропогенне потепління, узагальнене на всіх континентах, за виключенням Антарктики (Див. Рис. SPM-4). Графіки потепління, що спостерігається, включаючи більш суттєве потепління суші, аніж океану, їх часові зміни відтворюються лише на моделях, що включають антропогенні чинники. Здатність парних кліматичних моделей відтворювати еволюцію температури, що спостерігається на кожному з шести континентів лише додає ваги доказам впливу людської діяльності на клімат, які були доступними в період написання Третьої оціночної доповіді {TAR, 3.2, 9.4}
- Надійне відтворення та пояснення температурних змін, що спостерігаються на малих масштабах, все ще є складним. В цих масштабах мінливість природного клімату є відносно більшою, що створює додаткові складнощі для виокремлення змін, які очікуються внаслідок дії зовнішніх чинників. Невизначеності у дії місцевих чинників та наслідки такої дії також ускладнюють оцінку внеску підвищення рівня парникових газів на зміни температури, що спостерігаються у малому масштабі. {8.3, 9.4}
- *Ймовірно*, що антропогенні чинники змінили розу вітрів<sup>13</sup>, вплинули на шляхи позатропічних штормів та температурні графіки в обох півкулях. Однак, зміни, що спостерігаються у циркуляції повітря в північній півкулі, є більшими, ніж очікувалися за кліматичними моделями, в зв'язку зі зміною зовнішніх чинників у ХХ столітті. {3.5, 3.6, 9.5, 10.3}
- *Ймовірно*, що температури найбільш екстремальних жарких і холодних ночей та холодних днів підвищилися внаслідок дії антропогенних чинників. *Скоріше ймовірно*, ніж ні, що антро-

<sup>12</sup> Інші невизначеності розглядаються з використанням сучасних технологій.

<sup>13</sup> Зокрема, південна та північна кільцеві методики та відповідні зміни у північноатлантичних коливаннях {3.6, 9.5, Box TS.3.1}.

Рис. SPM-4. Зміна глобальної та континентальної температури



**Рис. SPM-4.** Порівняння змін глобальної та континентальної температури поверхні Землі, що спостерігаються, з результатами моделювання клімату з врахуванням природних та антропогенних чинників. Чорною лінією позначені середні значення температур за десятиріччя 1906–2005 рр., побудовані у порівнянні з даними середини десятиріччя і відносно відповідних даних за період 1901–1950 рр. Пунктирними лініями позначені графіки, де просторове покриття менше 50%. Полоси, відтінені голубим, показують 5–95%-ві межі для 19 відтворень з п'яти кліматичних моделей з використанням лише природних чинників (сонячна активність та вулкани). Полоси, відтінені червоним, показують 5–95%-ві межі для 58 відтворень з 14 кліматичних моделей з врахуванням як природних, так і антропогенних чинників {FAQ 9.2, Рис. 1}

**Аналіз кліматичних моделей разом з обмеженнями, одержаними внаслідок спостережень, вперше дозволяє визначити ймовірні межі чутливості клімату і додає впевненості у розумінні реакції кліматичної системи на випромінювальні чинники. {6.6, 8.6, 9, 6, Box 10.2}**

погенні чинники підвищили ризик виникнення гарячих хвиль (див. табл. SPM-2). {9.4}

- Врівноважена чутливість клімату є мірою реакції кліматичної системи на стійкі випромінювальні чинники. Це не передбачення, а чітко визначений середній показник глобального потепління поверхні Землі внаслідок подвоєння концентрації вуглекислого газу в атмосфері. *Ймовірно*, що коливання будуть в межах 2-4,5°C, а точніше 3°C. *Дуже мало ймовірно*, що потепління буде менше, ніж на 1,5°C. Не можна також повністю виключити потепління значно більше, ніж на 4,5°C, але узгодженість моделей з реальними спостереженнями не дає достатньо чіткої картини для цих показників. Зміни концентрації водяних парів є найбільшим наслідком, що впливає на чутливість клімату, який зараз краще зрозумілий, ніж в період виходу Третьої оціночної доповіді. Вплив на хмарність залишається найбільшим джерелом непевності. {8.6, 9.6, Box 10.2}
- *Дуже мало ймовірно*, що кліматичні зміни, що відбувалися протягом, принаймні, семи століть до 1950 року, були лише наслідком мінливості, спричиненої всередині кліматичної системи. Значна частина відтворених коливань температури у Північній півкулі протягом цих століть *дуже ймовірно* мала місце внаслідок вулканічних вивержень та змін у сонячній радіації. *Ймовірно* також, що чітко зареєстроване потепління на початку XX століття було спричинене також антропогенними чинниками. {2.7, 2.8, 6.6, 9.3}

## ПРОГНОЗИ МАЙБУТНІХ ЗМІН КЛІМАТУ

Значним поступом вперед у цьому дослідженні перспектив зміни клімату у порівнянні з Третьою оціночною доповіддю є велика кількість відтворень, одержаних у широкому спектрі моделей. Взяті разом з додатковою інформацією, одержаною в результаті спостережень, вони надають кількісну основу для оцінки ймовірності багатьох аспектів майбутньої зміни клімату. Модельні відтворення охоплюють спектр можливих станів у майбутньому, включаючи ідеалізовані рівні викидів та концентрацій. Вони включають ілюстративні маркерні сценарії на період 2000-2100 рр. SRES<sup>14</sup>, а також модельні досліді з парниковими газами та концентраціями аерозолів, що проводяться постійно для періодів після 2000 або 2100 рр.

**На найближчі два десятиріччя, згідно з багатьма сценаріями викидів SRES, прогнозується потепління приблизно на 0,2°C за десятиріччя. Навіть, якщо концентрації всіх парникових газів та аерозолів залишаться стабільними на рівні 2000 року, очікуване потепління складе приблизно 0,1°C за десятиріччя. {10.3, 10.7}**

- З часу Першої оціночної доповіді IPCC у 1990 р., перспективи зміни клімату передбачали підвищення середніх глобальних температур на період з 1990 до 2005 рр. в межах 0.15–0.3°C за десятиріччя. Ці прогнози тепер можуть порівнюватися з реальними змінами близько 0.2°C за декаду, що підкріплює впевненість у достовірності короткострокових прогнозів. {1.2, 3.2}
- Модельні експерименти показують, що якщо навіть всі випромінювальні чинники залишаться стабільними на рівні 2000 року, подальше потепління зі швидкістю приблизно 0.1 °C за десятиріччя протягом наступних двох десятиріч все одно продовжувалося б в основному внаслідок уповільненої реакції океанів. Якщо викиди досягнуть рівнів, передбачених у сценаріях SRES, очікуване потепління може досягти подвійного рівня (0.2°C за десятиріччя). Найвірогідніші сценарії, розроблені на моделях, показують, що середнє потепління за десятиріччя на всіх

<sup>14</sup> SRES означає Спеціальний звіт стосовно сценаріїв викидів, виданий Міжурядовою групою експертів зі змін клімату у 2000 році. Згруповані сценарії SRES та ілюстративні приклади, які не включали додаткові ініціативи з клімату, подані стисло в кінці цієї підсумкової доповіді для високих управлінців. Приблизний еквівалент концентрації CO<sub>2</sub>, що відповідає підрахованому випромінювальному чиннику внаслідок антропогенних викидів парникових газів та аерозолів у 2100 році (Див. ст. 823 Третьої оціночної доповіді) для SRES B1, A1T, B2, A1B, A2 та A1FI, ілюстративними маркерними сценаріями є приблизно 600, 700, 800, 850, 1250 та 1550 ppm відповідно. Сценарії B1, A1B та A2 використовувалися для порівняльної характеристики різних моделей. У цьому звіті оцінюється багато з одержаних результатів.

**Якщо викиди парникових газів протягом XXI століття продовжаться на теперішньому рівні або перевершать його, це призведе до подальшого потепління і спричинить численні зміни у глобальній кліматичній системі, які дуже ймовірно будуть серйознішими і глибшими, ніж відповідні зміни клімату протягом XX століття. {10.3}**

заселених континентах до 2030 року не залежить від сценарію розвитку і дуже ймовірно принаймні вдвічі перевищить природну мінливість, визначену за сценаріями для XX століття. {9.4, 10.3, 10.5, 11.2-11.7, Рис. TS-29}

- Вдосконалення моделювання зміни клімату вже зараз надає можливість визначати найбільш вірогідні зміни та ймовірні межі невизначеності прогнозованого потепління для різних сценаріїв викидів. Результати різних сценаріїв викидів подаються лише у цій доповіді, щоб не втратити важливу для прийняття стратегічних рішень інформацію. Таблиця SPM-3 містить прогноз середньосвітового потепління поверхні наприкінці XXI ст. у порівнянні з періодом 1980-1999 рр. Ці дані ілюструють відмінності між низьким та високим сценаріями викидів SRES та прогнозовану невизначеність потепління для кожного з цих сценаріїв. {10.5}

- В Табл. SPM-3 наведені найвірогідніші зміни та ймовірні межі потепління повітря над поверхнею суші для маркерних сценаріїв викидів, наведених у даному звіті. Наприклад, найвірогідніша зміна для сценарію з низьким рівнем викидів (B1) становить 1.8°C (ймовірні межі від 1.1°C до 2.9°C), а найвірогідніша зміна для сценарію з високим рівнем викидів (A1F1) є 4.0 °C (ймовірні межі від 2.4 °C до 6.4 °C). Хоча ці прогнози в цілому співпадають з прогнозами Третьої оціночної доповіді (1.4-5.8 °C), їх не можна порівнювати безпосередньо (Див. Рис. SPM-5). Четверта доповідь є більш досконалою, оскільки вона надає найвірогідніші зміни та визначає найбільш ймовірні межі змін для кожного з маркерних сценаріїв. Нове дослідження ймовірних меж температур тепер базується на більшій кількості кліматичних моделей з підвищеною складністю та реалізмом. Тепер також врахована нова інформація щодо природи наслідків вуглецевого циклу та обмежень впливу на клімат, одержана в результаті реальних спостережень. {10.5}
- Потепління спричиняє зменшення поглинання атмосферного вуглекислого газу сушею та океаном, збільшуючи, таким чином, частку антропогенних викидів у атмосферу. Для сценарію A2, наприклад, зворотній вплив циклу вуглецю на клімат підвищує глобальне потепління до 2100 року більше, ніж на 1oC. Визначені верхні межі

**Таблиця SPM-3.** Прогнозовані середньосвітові зміни потепління повітря над сушею та підвищення рівня Світового океану на кінець XXI століття {10.5, 10.6, Табл. 10.7}

| Показники                                | Зміна температури (°C, 2090-2099 рр. порівняно з 1980-1999 рр.) <sup>a</sup> |                    | Підвищення рівня океану (м, 2090-2099 рр. порівняно з 1980-1999 рр.)                    |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                          | Найвірогідніші зміни                                                         | Ймовірні межі змін | Межі змін за моделями без врахування майбутніх швидких динамічних змін у міграції льоду |
| Стійкі концентрації 2000 р. <sup>b</sup> | 0.6                                                                          | 0,3 – 0.9          | Не стосується                                                                           |
| B1 сценарій                              | 1,8                                                                          | 1.1 – 2,9          | 0.18 – 0.38                                                                             |
| A1T сценарій                             | 2,4                                                                          | 1,4 – 3,8          | 0,20 – 0,45                                                                             |
| B2 сценарій                              | 2,4                                                                          | 1,4 – 3,8          | 0,20 – 0,43                                                                             |
| A1B сценарій                             | 2,8                                                                          | 1,7 – 4,4          | 0,21 – 0,48                                                                             |
| A2 сценарій                              | 3,4                                                                          | 2,0 – 5,4          | 0,23 – 0,51                                                                             |
| A1F1 сценарій                            | 4.0                                                                          | 2,4 – 6,4          | 0,26 – 0,59                                                                             |

**Примітки до таблиці:**

<sup>a</sup> – ці дані виведені в результаті використання ієрархії моделей зміни клімату, яка включає просту модель клімату, декілька моделей землі середньої (проміжної) складності (Earth Models of Intermediate Complexity, EMICs) та великої кількості моделей вивчення глобального обігу (циркуляції) в атмосфері та океанах (Atmosphere-Ocean Global Circulation Models, AOGCMs)

<sup>b</sup> – Дані про стійкі концентрації 2000 року одержані лише з AOGCMs

Рис. SPM-5 БАГАТОМОДЕЛЬНІ Середні показники ТА ВИЗНАЧЕНІ МЕЖІ ПОТЕПЛІННЯ суші

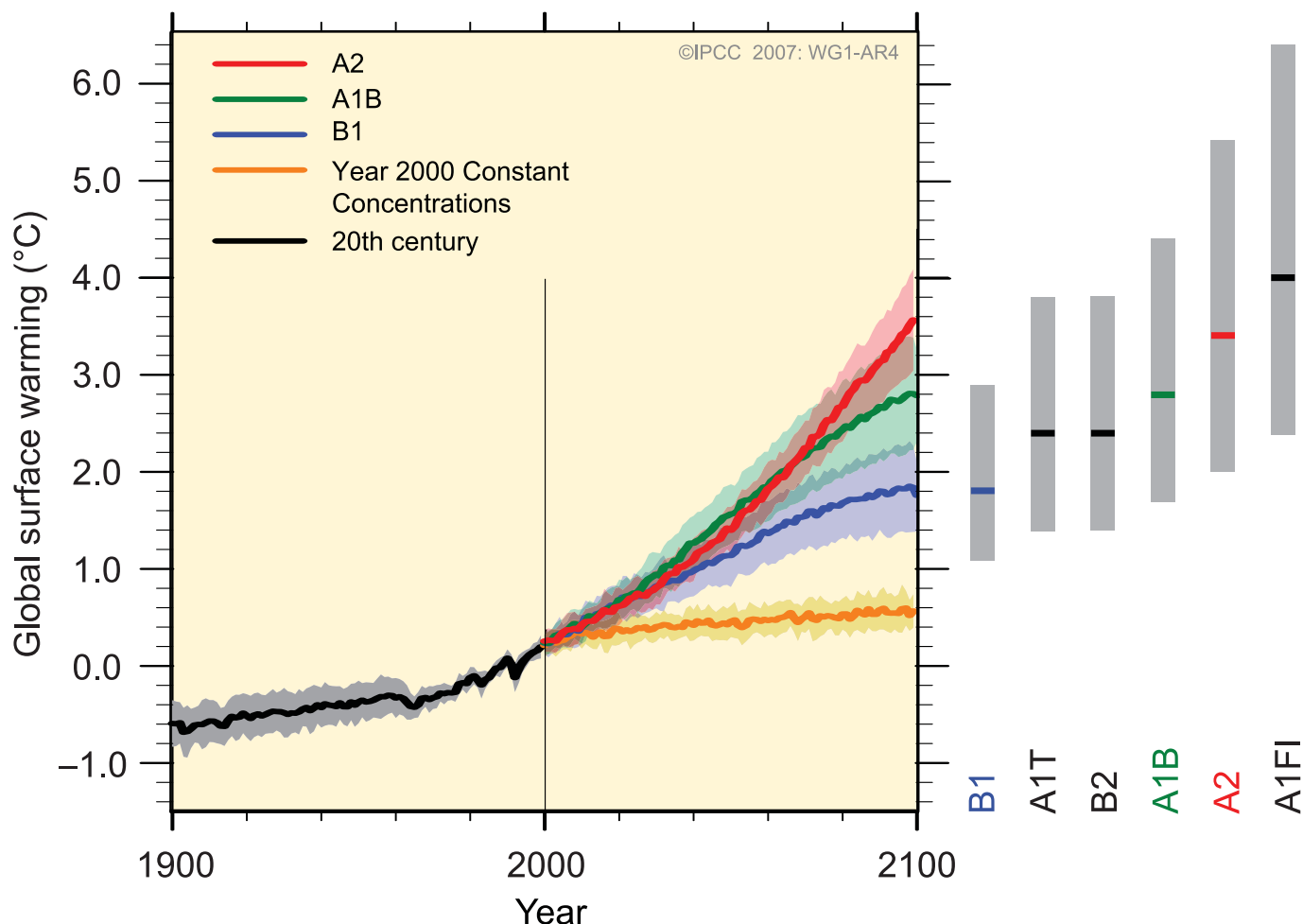


Рис. SPM-5. Суцільні лінії позначають багатомодельні середні глобальні показники потепління поверхні суші (у порівнянні з 1980 – 1999 рр.) для сценаріїв A2, A1B і B1, показані як продовження XX ст. Затінені зони показують межі  $\pm 1$  стандартного відхилення щорічних середніх даних за окремими моделями. Помаранчевою лінією позначені дані експерименту, коли концентрації утримувались стабільними на рівні 2000 р. Сірі стовпці праворуч з суцільною лінією всередині стовпця показують найвірогідніші зміни та ймовірні відхилення, визначені для шести маркерних сценаріїв SRES. Визначення найвірогідніших змін та ймовірних відхилень включає AOGCMs, подані на лівій стороні рисунку, а також результати ієрархії незалежних моделей обмежень для спостережень {Рис. 10.4 та 10.29}

температурних прогнозів є вищими за відповідні дані Третьої оціночної доповіді (Див. Табл. SPM-3) в основному тому, що ширший спектр кліматичних моделей, які використовуються в даний час, свідчить про сильніший зворотний вплив циклу вуглецю на клімат. {7.3, 10.5}

- В табл. SPM-3 наведені прогнози підняття рівня океану до кінця XXI століття, одержані в результаті використання моделей. Для кожного з сценаріїв середні значення прогнозованих змін, поданих у табл. SPM-3, знаходяться в межах 10% відповідних величин, поданих у Третій оціночній доповіді для періоду 2090–2099 рр. Межі прогнозованих відхилень є вузькими в зв'язку з надход-

женням більш точної інформації про деякі невизначеності у прогнозованих впливах.<sup>15</sup>{10.6}

- Моделі, що були використані дотепер, не враховують невизначеності у зворотному впливу циклу вуглецю на клімат, як і не враховують повний вплив змін руху льодовиків внаслідок браку необхідної інформації у опублікованій літературі. Сучасні прогнози враховують внесок підвищеного сходження льодовиків Гренландії та Антарктики зі швидкістю, зареєстрованою у 1993–2003 рр., але ці темпи сходження у майбутньому можуть або зрости або уповільнитися. Наприклад, у випадку лінійного зростання такого внеску у відповідь на зміну середньої світової

<sup>15</sup> Прогнози Третього оціночного звіту стосувалися 2100 року, тоді як цей звіт стосується періоду 2090–2099 рр. Межі коливань температур, подані у Третьому оціночному звіті, були б подібними таким, поданим у табл. SPM-2, якби вони враховували невизначеності аналогічним чином.

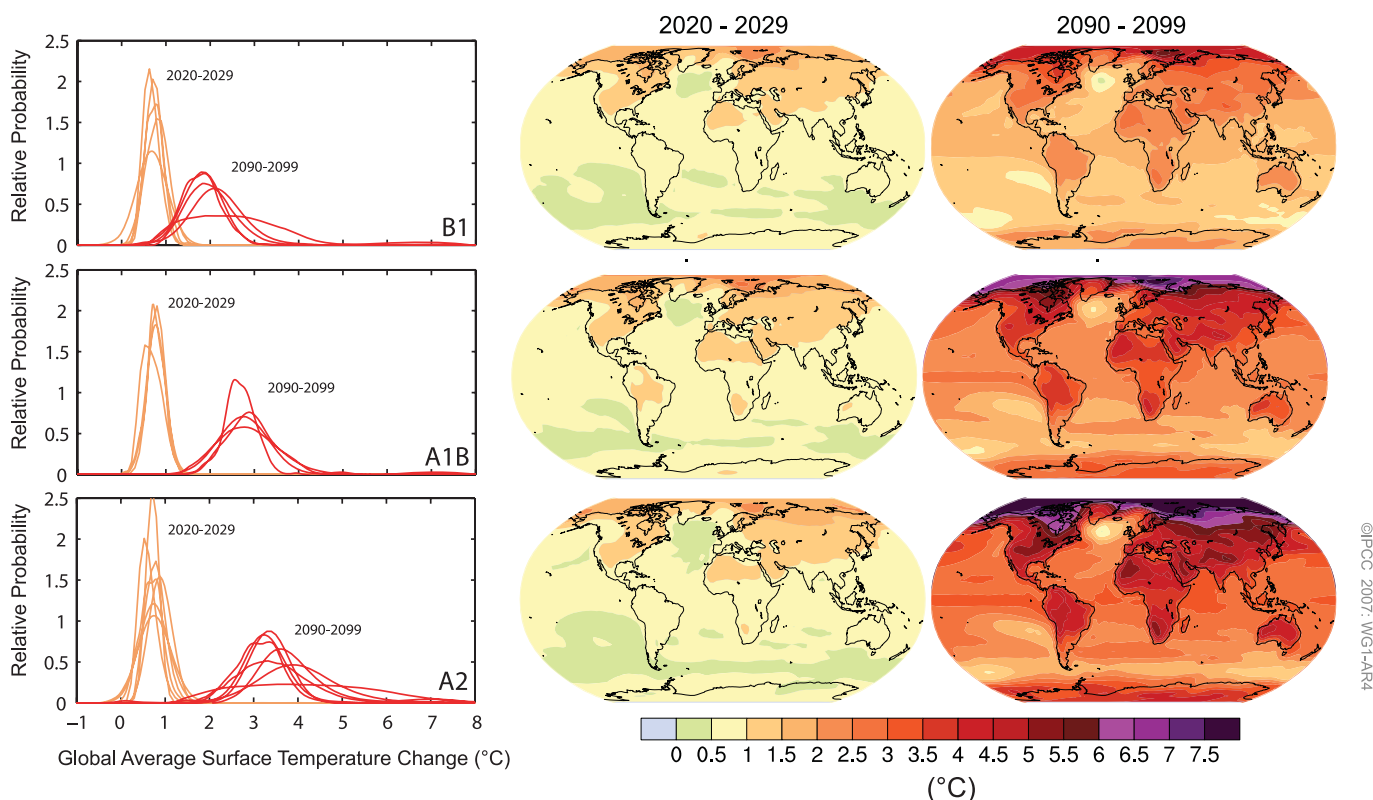
**Наразі є більша впевненість у прогнозованих темпах потепління та інших регіональних за масштабом змінах, включаючи зміни рози вітрів, опадів, деяких проявів екстремальних погодних умов та танення льодовиків. {8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 9.4, 9.5, 10.3, 11.1}**

температури, верхні межі підвищення рівня океану, визначені за сценаріями SRES і поданими у табл. SPM-3 додатково зросли б на 0.1–0.2 м. Не можна виключити і більші зміни, але сучасне розуміння цих впливів поки що надто обмежене для визначення їх ймовірності, найвірогідніших змін чи верхніх меж підняття рівня океану. {10.6}

- Зростання концентрацій атмосферного вуглекислого газу призводить до підвищення кислотності океану. Прогнози, що базуються на сценаріях SRES, передбачають зниження середніх показників рН<sup>16</sup> поверхневих вод світового океану протягом ХХІ ст. в межах 0.14–0.35 од., додаючи сучасне зниження рН у порівнянні з допромисловим періодом на 0.1 од. {5.4, Box 7.3, 10.4}
- Прогнозоване потепління у ХХІ ст. показує незалежні від сценаріїв географічні особливості змін, подібні до тих, що спостерігалися протягом останніх кількох десятиріч. Найбільше потепління очікується на суші на рівні найпівнічніших широт та найменше – над південною частиною океану та над деякими північними частинами Атлантичного океану (Див. Рис. SPM-6) {10.3}

**Рис. SPM-6. Прогнози змін температури поверхні**

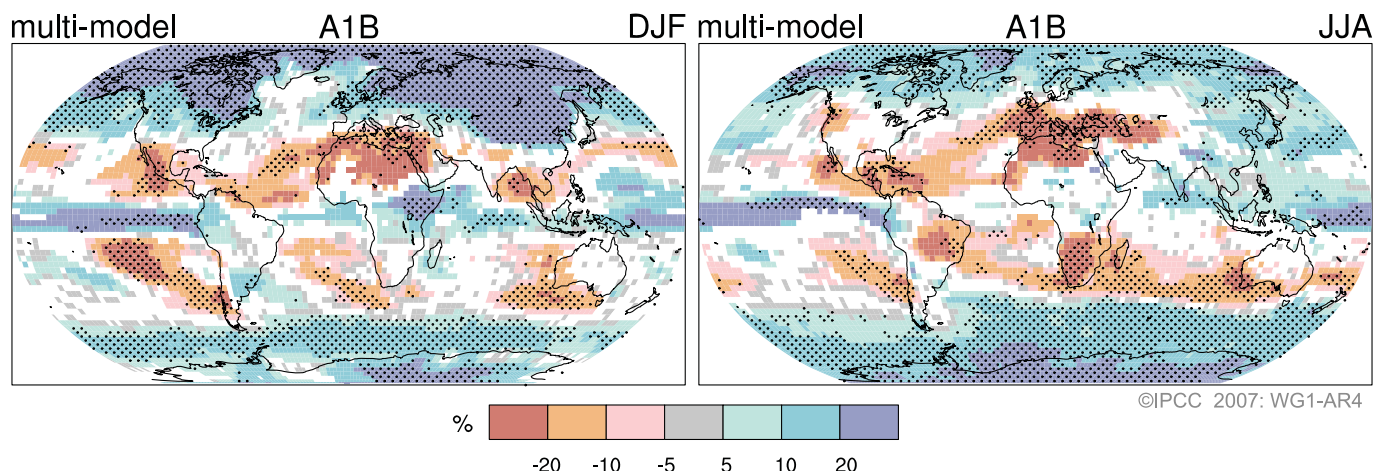
**Рис. SPM-6.** Прогнозовані зміни температури поверхні на початку та наприкінці ХХІ ст. відносно періоду 1980–1999 рр. Центральний та правий рисунки подають прогнози мультимодельного вивчення глобального обігу (циркуляції) в атмосфері та океанах для SRES сценаріїв B1 (верхній), A1B (середній) та A2 (нижній), подані у середніх даних для десятиріч



тиріч 2020–2029 (центральний) та 2090–2099 (правий). Графіки ліворуч показують відповідні невизначеності як відносні ймовірності визначених середніх величин глобального потепління за результатами декількох різних досліджень моделей землі середньої (проміжної) складності (Earth Models of Intermediate Complexity, EMICs) та моделей вивчення глобального обігу (циркуляції) в атмосфері та океанах (Atmosphere-Ocean Global Circulation Models, AOGCMs) для тих самих періодів. Деякі дослідження подають результати лише як доповнення, деталізацію для деяких сценаріїв SRES або для деяких версій моделей. Тому відмінності у кількості кривих, поданих на графіках ліворуч, визначаються лише наявними результатами. {Рис. 10.8 та 10.28}

<sup>16</sup> Зниження рН відповідає підвищенню кислотності розчину. Див. додаткові подробиці у Глосарії.

Рис. SPM-7. Прогнозовані зміни опадів



**Рис. SPM-7.** Відносні зміни опадів (у %) на період 2090–2099 рр. відносно 1980–1999 рр. Дані є багатомодельними середніми величинами, що базуються на сценарії SRES A1B для грудня – лютого (зліва) та червня–серпня (справа). Білі зони означають регіони, для яких менше 66% моделей дають подібні результати змін, а заштриховані зони – більше 90% моделей співпадають у прогнозах змін. {Рис. 10.9}

- Прогнозується скорочення снігового покриву. На територіях більшості регіонів вічної мерзлоти передбачається поглиблення танення. {10.3, 10.6}
- За всіма сценаріями SRES передбачається танення і зменшення площ льоду як у Арктиці, так і Антарктиці. За деякими прогнозами, у другій половині XXI століття льодове покриття Північного льодовитого океану наприкінці літнього періоду майже повністю зникне.
- *Дуже ймовірно*, що екстремальні погодні умови, спекотні періоди, сильні опади будуть ставати все частішими. {10.3}
- За даними багатьох моделей *ймовірно*, що майбутні тропічні циклони (тайфуни та буревії) ставатимуть більш інтенсивними, з сильнішими вітрами та опадами та з асоційованим зростанням температури поверхні тропічних морів. Немає достатньої впевненості у прогнозах зменшення частоти тропічних циклонів. Реальне зростання пропорції дуже інтенсивних штормів у деяких регіонах з 1970 р. є значно більшим, ніж прогнозоване сучасними моделями на той період. {9.5, 10.3, 3.8}
- Нетропічні шторми, як прогнозується, будуть спрямовуватися до полюсів з відповідними змінами параметрів вітрів, опадів та температур з збереженням тенденцій, що спостерігалися протягом останнього півстоліття. {3.6, 10.3}
- З часу Третьої оціночної доповіді поглибилося розуміння перспектив зміни опадів. Посилення кількості опадів *дуже ймовірно* для високих

**Антропогенне потепління і підняття рівня Світового океану продовжаться протягом наступних століть у зв'язку з часовим природним запізненням кліматичних процесів та змін як їх наслідків, навіть якщо концентрації парникових газів у атмосфері стабілізуються. {Рис. 10.4, 10.5, 10.7}**

- широт, тоді як на субтропічних частинах суші опадів *ймовірно* буде менше (зменшення до 20% в 2100 р. за сценарієм A1B, див. рис. SPM-7). Тенденції останніх років *ймовірно* зберезуться. {3.3, 8.3, 9.5, 10.3, 11.2 до 11.9}
- На підставі сучасних модельних досліджень *дуже ймовірно*, що меридіанна циркуляція води в Атлантичному океані в XXI ст. уповільниться. За сценарієм SRES A1B та багатомодельним дослідженням, загальне середнє зниження до 2100 р. становитиме 25% (межі відхилення 0% ... 50%). Незважаючи на такі зміни, температура в Атлантичному регіоні буде зростати завдяки значно більшому прогріванню внаслідок прогнозованого збільшення викидів парникових газів. *Дуже мало ймовірно*, що меридіанна циркуляція в Атлантичному океані зазнає у XXI ст. масштабних різких змін. Більш довгострокові зміни меридіанної циркуляції не піддаються на даний час достовірній оцінці. {10.3, 10.7}
- Взаємопов'язаність клімату та карбонового циклу, як прогнозується, сприятиме викидам вуглекислого газу в атмосферу в процесі нагрівання кліматичної системи, але масштабність

такої реакції у відповідь наразі невідома. Це додає невизначеності щодо траєкторії викидів вуглекислого газу, необхідної для досягнення стабілізації концентрації вуглекислого газу в атмосфері на певному рівні. Якщо виходити з сучасного розуміння характеру зворотного зв'язку між карбоновим циклом та кліматом, дослідження на моделях показують, що для стабілізації концентрації вуглекислого газу в атмосфері на рівні 450 ppm кумулятивні викиди  $\text{CO}_2$  протягом XXI ст. мають знизитися з приблизно 670 [630–710] GtC (2460 [2310–2600] Gt $\text{CO}_2$ ) до приблизно 490 [375–600] GtC (1800 [1370–2200] Gt $\text{CO}_2$ ). Аналогічно, для стабілізації концентрації вуглекислого газу в атмосфері на рівні 1000 ppm цей зворотній зв'язок вимагав би зниження кумулятивних викидів в середньому з приблизно 1415 [1340–1490] GtC (5190 [4910–5460] Gt $\text{CO}_2$ ) до приблизно 1100 [980–1250] GtC (4030 [3590–4580] Gt $\text{CO}_2$ ). {7.3, 10.4}

- Якщо випромінювальні чинники будуть стабілізовані у 2100 році на рівнях, передбачених сценаріями B1 або A1B, подальше підвищення середньої глобальної температури на приблизно 0.5°C десь до 2200 року все одно буде прогнозуватися. {10.7}
- Якщо випромінювальні чинники будуть стабілізовані у 2100 році на рівні, передбаченому сценарієм A1B, тільки термальне розширення призведе до підняття рівня океану до 2300 р. на 0.3–0.8 м (відносно рівня 1980–1999 рр.). Таке термальне розширення буде продовжуватися протягом багатьох наступних століть в зв'язку з часом, необхідним для передачі тепла у глибини океану {10.7}
- Передбачається, що і після 2100 р. подальше танення льодовиків Гренландії буде сприяти підвищенню рівня Світового океану. Сучасні моделі передбачають, що з підвищенням температури темпи втрати льоду внаслідок потепління бу-

дуть переважати швидкість його накопичення завдяки опадам і баланс поверхневої маси стане негативним при загальному середньосвітовому потеплінні (порівняно з допромисловим періодом) від 1.9°C до 4.6°C. Якщо негативний баланс поверхневої маси буде зберігатися протягом тисячоліття, це призведе до практично повного зникнення льодовика Гренландії і, як наслідок, підняття рівня світового океану на приблизно 7 м. Відповідні майбутні температури в Гренландії будуть подібними до температур міжльодовикового періоду 125 тис. років тому, коли, за даними палеокліматичних досліджень, було подібне зменшення полярного льодового покриття і підняття рівня океану на 4–6 м. {6.4, 10.7}

- Сучасні моделі кліматичних досліджень не враховують динамічні процеси, пов'язані з рухом льодовиків та відзначені недавніми спостереженнями, оскільки вони підвищують вразливість льодових покривів до потепління і майбутнього підняття рівня води світового океану. Розуміння цих процесів поки що обмежене, і консенсусу щодо їх масштабності досі не досягнуто. {4.6, 10.7}
- Сучасні глобальні моделі кліматичних досліджень прогнозують, що льодовий покрив Антарктики залишиться надто холодним для широкомасштабного поверхневого танення і, за прогнозами, може зрости завдяки інтенсивним снігопадам. Однак, в разі переважання динамічного вивільнення льодовиків у загальному балансі льодового покриття, може розпочатися по суті втрата льодової маси. {10.7}
- Протягом наступного тисячоліття і потому, минулі і майбутні антропогенні викиди вуглекислого газу будуть сприяти глобальному потеплінню та підняттю рівня світового океану у зв'язку з тим, що звільнення атмосфери Землі від надлишків вуглекислого газу вимагатиме тривалого часу. {7.3, 10.3}

## Сценарії викидів за Спеціальною Доповіддю Міжурядової групи експертів зі зміни клімату щодо сценаріїв викидів (Special Report on Emission Scenarios, SRES)<sup>17</sup>

**A1.** Це сімейство сценаріїв передбачає швидкий економічний розвиток людства, з піком народонаселення планети на середину століття та наступним його зниженням, зі швидким запровадженням нових ефективних технологій. Головними темами розвитку будуть зближення регіонів, накопичення потенціалу та розвиток культурних та соціальних зв'язків, суттєве зменшення відмінностей між регіонами у доходах на душу населення. Сімейство сценаріїв A1 розвивається у три окремі групи в залежності від технологічних змін у енергетичній системі. Ці три групи відрізняються за своїм технологічним наголосом: інтенсивне використання викопного палива (fossil intensive, A1FI), невикопні джерела енергії (non fossil energy sources, A1T) та збалансований розвиток усіх джерел енергії (A1B). (Баланс тут визначається як уникнення односторонньої надмірної залежності від якогось одного джерела енергії і пропорційний розвиток всіх джерел енергії, енергопостачальних та кінцевих технологій споживання).

**A2.** Це сімейство сценаріїв описує дуже гетерогенний світ. Головною темою є розвиток самодостатності та збереження локальних особливостей. Взаємозближення та збагачення між регіонами відбувається дуже повільно, що призводить до постійного зростання населення. Економічний розвиток орієнтується переважно на регіони, економічне зростання, доходи на душу населення, технологічні зміни є більш фрагментовані і повільніші у порівнянні з іншими сценаріями.

**B1.** Цей сценарій описує глобалізований світ з динамікою розвитку народонаселення, аналогічною сценарію A1 (пік зростання народонаселення планети в середині століття з наступним його зниженням). На відміну від сценарію A1, цей сценарій передбачає швидкі зміни економічних структур для сприяння розвитку інформаційної економіки та послуг, зниженням інтенсивності матеріального виробництва та запровадження чистих ресурсоефективних технологій. Наголос робиться на глобальних рішеннях задля економічної, соціальної та екологічної стійкості, включно з вдосконаленою системою забезпечення справедливості, але без додаткових ініціатив на захист клімату.

**B2.** Це сімейство сценаріїв описує світ з акцентом на місцевих рішеннях для забезпечення економічної, соціальної та екологічної сталості розвитку. Це світ з постійно зростаючим народонаселенням, але повільнішим, ніж за сценарієм A2; проміжними рівнями економічного розвитку, менш швидкими та більш різноманітними технологічними змінами, ніж у сценаріях B1 та A1. Хоча цей сценарій також орієнтований на захист довкілля та соціальну справедливість, він зосереджується на місцевому та регіональному рівнях.

Для кожного з цих шести груп сценаріїв (A1B, A1FI, A1T, A2, B1 та B2) було обрано показовий ілюстративний сценарій. Всі ці сценарії повинні сприйматися однаково серйозно.

Сценарії SRES на враховують додаткових ініціатив для захисту клімату. Це означає, що жоден з них не передбачає виконання Рамкової конвенції ООН зі зміни клімату чи запровадження обмежень на викиди за Кіотським протоколом.

<sup>17</sup> Сценарії викидів не вивчалися у цій доповіді Першої робочої групи IPCC. Цей розділ, що підсумовує сценарії опадів SRES, взято з Третьої оціночної доповіді після ретельного, рядок за рядком, затвердження експертами групи.

## ПРО ДОПОВІДЬ МІЖУРЯДОВОЇ ГРУПИ ЕКСПЕРТІВ ЗІ ЗМІНИ КЛІМАТУ (UN INTERGOVERNMENTAL PANEL OF CLIMATE CHANGE, IPCC)

Доповідь IPCC, опублікована сьогодні, готувалася майже три роки. Це перша частина доповіді, до складу якої ввійдуть три частини, решта будуть додані пізніше цього року і разом складуть Четверту Доповідь Міжнародної групи експертів зі змін клімату. Автори звіту дійшли деяких доволі гнітючих висновків: що людська діяльність здійснює негативний вплив на зміни клімату, що відбуваються, і що навіть якщо ми змінимо свою поведінку сьогодні, планета все одно стане більш небезпечною [для проживання].

### Який історичний контекст доповіді?

Програма ООН з охорони довкілля та Всесвітня метеорологічна організація створили у 1988 році Міжнародну групу експертів зі змін клімату (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), яка не здійснює власних досліджень, а збирає, аналізує та узагальнює опубліковані у світі дані, щоб таким чином доповнювати та поновлювати наші знання щодо змін клімату. Остання попередня доповідь IPCC була опублікована у вересні 2001 року.

6 квітня 2007 р. очікується звіт IPCC про вплив змін клімату, пристосування та адаптації людей і живої природи, а 4 травня вийде звіт про потенційні шляхи пом'якшення наслідків негативного впливу змін клімату.

Робота над цими трьома частинами Доповіді IPCC розпочалася у листопаді 2003 року створенням трьох робочих груп. Вона закінчиться у листопаді цього року, коли IPCC збере усі свої здобутки в одній публікації. Четвертий звіт IPCC буде опубліковано до переговорів зі змін клімату, які мають відбутися в Індонезії у грудні 2007 року.

### Авторський колектив доповіді

До написання доповіді були залучені близько 130 провідних авторів, включаючи метеорологів і кліматологів з усього світу. Ці три частини об'єднують роботу сотень вчених. В цілому, більше 450 провідних авторів з більш ніж 130 країн світу були залучені до цієї роботи, в якій були враховані публікації більше 800 науковців. Принаймні 2500 експертів проаналізували та прокоментували ці роботи.

IPCC є міжурядовою організацією, а тому її звіти переглядаються як експертами, так і урядами. Їм надана можливість прокоментувати чорнові варіанти доповіді, ці коментарі враховуються провідними авторами при написанні остаточного варіанту доповіді.

### Про що йдеться у доповіді?

Згідно доповіді, протягом наступних ста років викиди парникових газів будуть призводити до подальших змін клімату. Як наслідок, рівень води в морях підніметься протягом цього століття приблизно на 0.5 метра, сніг зійде з усіх, окрім найвищих, гір, пустельні території збільшаться, кислотність океанів підвищиться, що призведе до руйнування коралових рифів. Домінуючими стануть гарячі інфрачервоні фронти.

У доповіді прогнозується значне танення арктичної криги та льодовиків Гренландії протягом наступних кількох сотень років, у той час як льодовики Південного полюсу будуть зростати із збільшенням снігопадів, що до 2100 року може компенсувати приблизно 0.1 метра підвищення рівня Світового океану.

Значне зростання рівня Світового океану може мати катастрофічні наслідки, змушуючи мільйони людей залишати свої домівки, особливо тих, що проживають у тропічних, низинних місцевостях. Це спричинить хвилі іммігрантів у північніші країни, яким буде важко впоратися з масштабністю такого переселення.

Критично важливим є те, як відзначається у доповіді, що глобальна кліматична система буде продовжувати змінюватися із зростанням температури на 0.1°C кожні десять років, навіть якщо всі джерела викидів будуть заморожені сьогодні. У звіті також відзначається зменшення потенціалу лісів, океанів та ґрунтів поглинати вуглекислий газ, що до кінця цього століття дасть додатково підвищення глобальної температури на 1.2°C.

Взагалі, до 2100 року світова температура може зрости на 3°C, але не виключається також зростання аж на 5.8°C.

### Чи всі згодні з цими прогнозами?

Не зовсім. Ті, хто не погоджується із кліматичними змінами, навряд чи змінять свої переконання. Врешті решт, остання доповідь IPCC 2001 року містила подібні висновки щодо нашої ролі у зміні клімату. Навіть деякі вчені, які згодні з тим, що проблема існує, не повністю погодяться із IPCC.

Оскільки цей звіт є плодом співпраці, він буде більш консервативним, ніж цього хотіли б деякі науковці. Наприклад, прогнозування підвищення температури на 3°C протягом наступних 100 років є значно нижчим 11°C, що передбачається деякими дослідженнями.

Деякі вчені вже не погодились із положенням звіту, що Антарктика не зазнає негативного впливу глобального потепління. Вони говорять, що температура в регіоні вже піднімається, і доповідають про втрати велетенських шматків антарктичного шельфу.

### Що далі?

Переговори про нову міжнародну угоду для обмеження викидів парникових газів на даний момент зупинені, і Голова IPCC Раджендра Пачаурі (Rajendra Pachauri) висловив сподівання, що звіт спонукає до певних дій. Він сказав агенції Ройтерс: «Я сподіваюсь, цей звіт шокує людей, уряди і підштовхне їх до більш серйозних дій, оскільки неможливо одержати більш достовірного і надійного джерела наукової інформації».

Прем'єр міністр Великої Британії Тоні Блер висловив свої наміри переконати США, Індію, Китай та Бразилію укласти угоду, яка б вступила в дію коли договори в рамках Кіотського протоколу закінчаться 2012 року. Цей звіт може допомогти йому у його переговорах під час саміту Великої вісімки у червні 2007 року.

Якщо це не вдасться, переговори щодо зміни клімату під егідою ООН, що відбудуться в Індонезії у грудні 2007 року, дадуть ще один шанс для урядів світу досягти прогресу у планах по зниженню викидів.

3 лютого 2007 р., передова стаття

## НАСТАВ ЧАС ДЛЯ СВІТОВИХ ЛІДЕРІВ ДАТИ БІЛЬШЕ, НІЖ ГАРЯЧЕ ПОВІТРЯ. ГРОМАДСЬКИЙ АПЕТИТ НА СЕРЙОЗНІ ДІЇ ЗРОСТАЄ.

Наукове обґрунтування такої дії поза сумнівами

Остання доповідь Міжурядової комісії зі зміни клімату, оприлюднена в Парижі вчора, є найсерйознішим попередженням людству про катастрофу, яка загрожує нам всім. У звіті вказується на прямий зв'язок між людською поведінкою та глобальним потеплінням, наслідки якого подаються у вражаючих подробицях.

Тональність цієї доповіді є суттєво жорсткішою і безжаліснішою, ніж це було у попередньому доповіді 2001 року. У ній заявляється, що підвищення температури вже зараз є неминучим. Природне запізнення у глобальній кліматичній системі означає, що в середньому температури будуть продовжувати зростати на 0,1°C за 10 років, навіть, якщо всі джерела викидів будуть сьогодні заморожені. Доповідь також містить деякі «позитивні» наслідки, такі як зменшення можливості лісів, океанів та суші поглинати двоокис вуглецю.

Підґрунтя для «скептиків» зміни клімату вже зникло. Всі висновки, зроблені на підставі наявних наукових даних, є попередніми, але ця доповідь є настільки близькою до певності, наскільки може бути будь-яка наукова модель. Навіть США, які тривалий час прикривалися невизначеностями у наукових даних про зміни клімату, тепер неохоче підписалися під всіма його висновками.

Доповіді Міжурядової комісії зі зміни клімату, які вийдуть протягом цього року, будуть аналізувати вплив зміни клімату ще детальніше. Але вже зараз ми достатньо знаємо, що це буде. Якщо ми не знизимо викиди парникових газів, ми опинимося у світі з відродженням забутих епідемій, стихійних голодоморів і посух. Джерела прісного водопостачання повисихають, сільське господарство і в цілому екосистеми зруйнуються. Це ймовірно призведе до появи мільйонів екологічних біженців, геополітичного колапсу і війни.

Ми також знаємо, що необхідно зробити. Необхідно прийняти глобальну угоду про зниження викидів, на які там буде закладена висока ціна, вона повинна бути задіяна через механізм оподаткування та штрафів. Проблема стосується не інформації, а дій. Поки що робиться недостатньо. Переговори

про угоду, яка замінить Кіотський протокол, зупинились. Велика користь була від недавнього виступу президента Буша з його традиційною доповіддю про стан справ, у якій він визнав загрозу зміни клімату, але культура заперечення все ще домінує в США. Навіть визнання президентом Бушем не є по суті тим, яким воно здається. Заходи у відповідь для вирішення проблеми, які він наполегливо пропонував, не включають підписання нової глобальної угоди, вони передбачають зтяжну відмову визнати, що глобальні викиди парникових газів будуть знижені лише тоді, коли у світі зменшиться споживання пального.

Коли політики розвинутих країн зазнають тиску з вимогою запровадити радикальні заходи, вони, як правило, заявляють, що вони можуть підштовхнути свій електорат лише до певної межі, що темпи змін, врешті-решт, диктуються громадськістю. Але в якій мірі це правда? У Сполученому Королівстві викиди сполук вуглецю знизилися у житловому секторі у 2005 році на 4,6%. Але в цілому викиди продовжували зростати в основному внаслідок зростання викидів авіацією. З цього виходить, що населення готове до жорстких заходів, тоді як наш уряд відстає.

Подібна ситуація спостерігається і за кордоном. Вражає, як багато бізнес компаній відгукуються на занепокоєння населення з приводу зміни клімату, приймаючи на себе «зелені зобов'язання». Навіть така хижацька компанія як Wal-Mart визнає, що її клієнти потребують дій. Лі Скот, керівник Департаменту роздрібної торгівлі, проголосив цього тижня, що «ми вбачаємо сталий розвиток як головне завдання». Так воно і є. Ми можемо впевнено підсумувати, що допоки бізнеси не побачать комерційної зацікавленості стати на шлях сталого розвитку, вони цим займатися не будуть.

Громадське очікування серйозних дій зростає. Наукове обґрунтування необхідності таких дій не викликає сумнівів. Якщо світові політичні лідери не підуть далі красивих слів у цьому році, то вони ввійдуть в історію як чоловіки та жінки, які не спромоглися відреагувати на останнє попередження для людства.

**MARK LYNAS:  
ПЕКЕЛЬНЕ БАЧЕННЯ ЖИТТЯ НА ГАРЯЧІЙ ПЛАНЕТІ**

У доповіді IPCC, який щойно вийшов у світ, приховане апокаліптичне попередження: якщо викиди парникових газів будуть продовжувати зростати сьогоднішніми темпами, то до кінця століття загальне потепління на планеті може досягти 6,4°C. Вчені не висловлюються достатньо прямолинійно, але підвищення температур в такій мірі може катапультивати планету в стан надзвичайної теплиці, небаченої принаймні за 100 млн. років, коли на полярних джунглях паслись динозаври, а пустелі досягали серця Європи. Це може спричинити масове вимирання більшості видів життя і, можливо, зменшення народонаселення до невеликої кількості груп, які будуть боротися за виживання в зонах, наближених до полюсів.

Ви думаєте це панічні фантазії на тему екології? Нажаль, ні – потративши останні три роки на копісування в науковій літературі в пошуках підказок, як буде змінюватися життя по мірі розігрівання планети, я знаю, що життя на планеті, гарячіший на 6°C, буде майже до неможливості пекельним. Підказка про те, наскільки неприємними можуть стати речі, міститься у вузькому прошарку, знайденому нещодавно у кам'янистій затоці у Китаї, яка датується кінцем пермського періоду, 251 млн. років тому. З причин, які і досі не до кінця зрозумілі, температура тоді зросла на 6°C всього за декілька тисяч років, що спричинило драматичні зміни клімату і вимирання майже 95% всіх видів життя на той час. Масове вимирання наприкінці пермського періоду було найгіршим за всю історію, Земля ледве не стала тоді планетою, схожою на мертвий камінь, що рухається по орбіті навколо Сонця. В той час вижив лише один вид великих тварин: схожий на свиню лістрозавр, який майже монополюно користувався планетою протягом мільйонів наступних років після цього потепління.

Деякі підказки про те, який вигляд буде мати світ в умовах довготривалого екстремального потепління, надходять до нас з крейдового періоду, 144-65 млн. років тому. Тоді на жодному з полюсів не було ніякого снігу, а більшість території Європи і Північної Америки була затоплена морями. У високих канадських арктичних морях плавали тропічні крокодили, а в Гренландії росло хлібне дерево.

Океани були надзвичайно гарячими: температура води в тропічній Атлантиці могла сягати 42°C, а на полюсах вода була такою теплою, якою вона є сьогодні в Середземномор'ї. Тропіки та субтропіки були настільки жаркими, що там не могли рости ніякі ліси, а пустельні пояси, можливо, поширювалися аж до рівня сьогоднішньої центральної частини Європи.

Протягом крейдового періоду, звичайно, за мільйони років з'явилися види, здатні виживати на гарячій планеті. На сьогодні дуже мало видів можуть пережити такий різкий перехід. Види, адаптовані до холоду, такі як полярні ведмеді, можуть стати, очевидно, першими жертвами, а в тропіках також зникнуть коралові рифи. За прогнозами метеорологічного центру Хедлі, по мірі поступового зростання температури в середині Південної Америки амазонські джунглі можуть почати вигорати вже з 2050 року, поступово перетворюючись у пустелі. Попіл та дим можуть покрити значну частину південної півкулі і майже половина біорізноманіття суші світу може загинути в один раз.

Будь-хто може задуматись: а як же виживуть люди? Якщо тропіки будуть надто гарячими для сільського господарства, а субтропіки надто сухими, мільйони людей опиняться на територіях планети, які будуть, по суті, неможливими для проживання. Це може стосуватися навіть південної частини Європи, оскільки Сахара може перетнути Середземне море. По мірі танення льодових шапок сотні мільйонів людей будуть змушені емігрувати до середини континентів внаслідок швидкого підвищення рівня Світового океану. По мірі руйнування світової системи забезпечення продуктами харчування широти, вище середніх, та навколополярні регіони можуть стати територіями жорстокої конкуренції біженців. Британські острови, насправді, можуть стати одними з найбільш бажаних місць для проживання на планеті, але, якщо в наші двері постукають пара мільярдів людей, ситуація може швидко змінитися на жахливу.

*Mark Lynas. Six Degrees:  
Our Future on a Hotter Planet,  
видавництво Fourth Estate,  
19 березня 2007 р.*

3 лютого 2007 р.

## ОСТАННЄ ПОПЕРЕДЖЕННЯ

**За даними вчорашньої доповіді ООН, до 2100 року світ буде значно гарячішим.**

**Наслідки цього будуть наступними...**

| <b>+2,4°</b><br><b>Коралові рифи</b><br><b>практично зникають</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>+3,4°</b><br><b>Джунглі</b><br><b>перетворюються</b><br><b>у пустелі</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>+4,4°</b><br><b>Танення</b><br><b>льодових вершин</b><br><b>примушує</b><br><b>мільйони людей</b><br><b>емігрувати</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>+5,4°</b><br><b>Рівень світового</b><br><b>океану</b><br><b>підвищується на</b><br><b>5 м</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>+6,4°</b><br><b>Більшість видів</b><br><b>життя на планеті</b><br><b>вимирають</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>У Північній Америці нові пилові бурі приносять пустелі до заселених височинних штатів з центром у Небраска, вони також руйнують сільське господарство та тваринництво по мірі того, як піщані дюни з'являються у п'яти штатах США, від Техасу на півдні до Монтани на півночі. По мірі того, як незворотно тане льодовий покрив Гренландії, прискорюється підняття рівня світового океану, затоплюючи заселені коралові острови та низинні дельти. Зникнення льодовиків на Андах у Перу залишає без питної води 10 млн. людей. Океан, що теплішає, знищує великий бар'єрний риф і практично всі коралові рифи у тропіках. У глобальному масштабі вимирання загрожує третині всього живого на планеті.</p> | <p>Джунглі Амазонки вигорають у вогняній бурі з катастрофічною жорстокістю, покриваючи всю Південну Америку димом і попелом. Після того, як дим розвіється, центральна Бразилія перетвориться у пустелю. Величезні кількості вуглецю додатково викидаються в атмосферу ще більше посилюючи глобальне потепління. Полярна шапка протягом літніх місяців повністю зникає, залишаючи північний полюс без льоду вперше за останні 3 млн. років. Полярні ведмеді, моржі, кільчаста нерпа – всі вимирають. В зв'язку з таненням снігового покриву на С'єрра Невада Каліфорнія залишається без питної води. Десятки мільйонів людей мігрують, оскільки пустеля Калахарі поширюється на всю південну Африку.</p> | <p>Швидке зростання температур в Арктиці призводить до танення вічної мерзлоти в тундрі і Сибіру, що супроводжується вивільненням великих кількостей метану та CO<sub>2</sub>. Як наслідок, глобальні температури продовжують швидко зростати. Танення льодових шапок та підняття рівня океану примушує мігрувати більше 100 млн. людей, особливо в Бангладеш, в дельті Нілу та Шанхаї. Спекотні хвилі та посухи роблять більшу територію субтропіків неможливими для проживання, великомасштабне мігрування поширюється, навіть, на Європу, де пустелі охоплюють південну Іспанію, Італію та Грецію. Більше половини диких видів зникає внаслідок найбільшого вимирання від епохи динозаврів. Фермерство в Австралії стає неможливим.</p> | <p>Руйнується льодове покриття на заході Антарктики, фактично додаючи ще 5 м до рівня світового океану. Якщо ці температури збережуться на планеті зовсім зникне лід і море буде на 70 м вище, ніж сьогодні. Внаслідок зникнення льодовиків у Гімалаях, висихання річки Інд гинуть народи південної Азії, тоді як мільйонам людей у східній Індії і Бангладеш загрожують місячні повені. Супер-Ель Ніно викликають глобальний погодний хаос. Більшість людей шукають порятунку від високих температур в навколополярних зонах. Десятки мільйонів біженців прагнуть досягти Скандинавії та Британських островів. Світовий ринок продуктів зникає.</p> | <p>Нагрівання океану призводить до можливого вивільнення з океанічного дня гідратів метану, метанові кульові блискавки пронизують небо, викликаючи подальше потепління. Океани втрачають кисень і застоюються, виділяючи отруйний сульфід водню, який руйнує озоновий шар. Пустелі поширюються майже до Арктики. Планетою гуляють гіпер-бурі небаченої жорстокості і сили. Вони викликають шторми, які руйнують все на своєму шляху на суші. Людство зменшується до розмірів невеликих груп, яким вдається чудом вижити на полюсах. З підвищенням температури більше, ніж коли-небудь за останні 400 млн. років більшість життя на планеті гине.</p> |

## СПІЛЬНА ЗАЯВА АКАДЕМІЙ НАУК: СВІТОВА РЕАКЦІЯ У ВІДПОВІДЬ НА ЗМІНУ КЛІМАТУ

### Клімат справді змінюється

Розуміння суті настільки складної системи, якою є глобальний клімат, завжди буде викликати сумніви та непевності. Однак, наразі існують переконливі докази, що відбувається серйозна зміна клімату<sup>1</sup>. Ці докази збираються в результаті безпосередніх вимірів підвищення температури повітря над сушею та поверхневого шару води в океані, а також внаслідок такого феномена, яким є підвищення середнього рівня Світового океану, зникнення льодовиків і зміни, що відбуваються у багатьох фізичних і біологічних системах. Цілком ймовірно, що ледова частка потепління, що спостерігається протягом останніх десятиріч, відбувається внаслідок людської діяльності (IPCC 2001)<sup>2</sup>. Це потепління вже призвело до змін у кліматі Землі.

Наявність парникових газів в атмосфері є надзвичайно важливим для життя на Землі – без них середні температури були б приблизно на 30°C нижчими, ніж вони є сьогодні. Але сучасна людська діяльність призводить до суттєвого підвищення концентрації парникових газів в атмосфері, ніж це спостерігалось у допромисловий період. До таких парникових газів відносяться двоокис вуглецю, метан, тропосферний озон та оксид азоту. Рівні вуглекислого газу піднялися з 280 ppm (parts per million або 1/1,000,000) у 1750 році до більш ніж 375 ppm сьогодні. Це вище, ніж будь-які інші рівні, які можна було достовірно виміряти протягом 420 тис. років. Підвищення концентрацій парникових газів спричиняє підвищення температури – протягом XX століття поверхня Землі прогрілась приблизно на 0,6°C. Міжурядова група експертів зі зміни клімату (IPCC) прогнозує, що до 2100 року середня світова температура поверхні Землі буде продовжувати зростати і перевищить рівень 1990 року на 1,4-5,8°C.

### Зменшити вплив причин зміни клімату

Наукове розуміння зміни клімату на сьогодні є достатньо чітким для обґрунтування термінових дій, які необхідно вжити всіма країнами. Визначення всіма країнами економічно ефективних кроків, які вони можуть вжити сьогодні для досягнення суттєвого довготривалого зниження глобальних викидів парникових газів, є життєво важливим.

Вжиття заходів зараз, які дозволили б суттєво знизити накопичення парникових газів в атмосфері,

може зменшити як масштабність, так і швидкість зміни клімату. Як зазначено у Рамковій конвенції ООН зі зміни клімату, відсутність повної наукової впевненості стосовно деяких аспектів зміни клімату не може бути причиною для затримки з вжиттям негайних заходів, які за відносно помірних коштів можуть попередити небезпечне антропогенне втручання в кліматичну систему.

По мірі розвитку людства та світової економіки протягом наступних 25 років первинний попит на енергію в світі зросте, за оцінками, майже на 60%. Викопне паливо забезпечує людей багатьма цінними ресурсами і, за прогнозами, забезпечить 85% цих енергетичних потреб (IEA 2004)<sup>3</sup>. Воно ж є джерелом ледової частки викидів вуглекислого газу, що відбувається зараз в світі внаслідок людської діяльності. Зменшення викидів такого вуглекислого газу в атмосферу є надзвичайно важливим і складним завданням. Зараз відомо багато технологічних рішень, які потенційно могли б допомогти стабілізувати концентрації парникових газів в атмосфері. Вони знаходяться на різних стадіях наукових досліджень і випробувань, проте на шляху до їх широкого застосування треба подолати багато перешкод.

Вуглекислий газ може залишатися в атмосфері Землі протягом багатьох десятиріч. Навіть, якщо масштаби викидів в атмосферу знизяться, ми будемо мати справу з наслідками зміни клімату протягом всього XXI століття і пізніше. Неспроможність досягти суттєвих знижень викидів парникових газів сьогодні зробить це завдання набагато складнішим і важчим у майбутньому.

### Підготуватися до наслідків зміни клімату

Найголовніші складові світової кліматичної системи повільно реагують на зміни концентрацій парникових газів. Навіть якби викиди парникових газів вдалося стабілізувати негайно на сьогоднішньому рівні, клімат продовжив би змінюватися, оскільки він адаптувався до підвищених викидів протягом попередніх десятиріч. Подальші зміни клімату є, таким чином, неминучими. Народи мусять підготуватися до них.

Зміни клімату, що прогнозуються, будуть мати як позитивний, так і негативний ефект на регіональному рівні, наприклад, на сільське господарство, природні екосистеми та здоров'я людини. Чим масштабніші і швидші зміни, тим більш ймовірно,

що негативний ефект буде переважати. Підвищені температури можуть спричинити похолодання і ускладнення таких погодних явищ як спекотні хвилі і зливи. Вони також можуть призвести до таких масштабних наслідків як танення великих мас снігу та льоду (з відповідними наслідками для низько розташованих регіонів по всьому світу). За прогнозами ІРСС, комбінований вплив танення льодовиків та розширення океану внаслідок його прогрівання може призвести до підвищення середнього рівня Світового океану у період з 1990 до 2100 років на 0.1–0.9 м. Тільки лише в Бангладеш, підвищення рівня світового океану на 0.5 м поставило б 6 м мільярдів людей перед небезпекою затоплення.

Країни, що розвиваються і не мають достатніх ресурсів чи інфраструктури для вжиття заходів у відповідь на зміну клімату, будуть потерпати особливо тяжко. Наразі зрозуміло, що багато з найбільш вразливих у світі країн можуть найбільше постраждати від зміни клімату. Довгострокові зусилля зробити світ здоровішим, заможнішим і стабільнішим можуть бути серйозно підірвані змінами клімату.

Завдання розробити та запровадити стратегію адаптації до наслідків зміни клімату на планеті потребуватиме координації та співпраці експертів з багатьох галузей знань, включаючи фізиків, природознавців, інженерів, соціологів, медиків, гуманітаріїв, економістів та бізнес лідерів.

## Висновки

Ми закликаємо всі нації, згідно з принципами Рамкової конвенції ООН зі зміни клімату<sup>4</sup>, вжити термінових заходів для усунення причин зміни клімату, адаптуватися до його наслідків і забезпечити врахування цього питання у всіх причетних національних та міжнародних стратегіях. Як національні академії наук, ми зобов'язуємося працювати з урядами, щоб допомогти розробити та здійснити заходи на національному та міжнародному рівнях у відповідь на зміни клімату.

Країни великої вісімки (G8) відповідальні за значну частину викидів парникових газів у минулому. Як Сторони Рамкової конвенції ООН зі зміни клімату, країни великої вісімки зобов'язуються демонструвати приклад у ставленні до проблеми зміни клімату і допомагати країнам, що розвиваються, пом'якшити наслідки та адаптуватися до нових кліматичних умов.

Ми звертаємось до світових лідерів, включаючи учасників Саміту G8 в Gleneagles у липні 2005 р. з наступним:

- Визнати, що загроза зміни клімату є зрозумілою та зростаючою
- Розпочати міжнародне дослідження<sup>5</sup> з метою визначення науково обґрунтованих концентрацій парникових газів у атмосфері і пов'язаних з ними сценаріїв викидів, це дозволить націям уникнути наслідків, що видаються наразі неприйнятними
- Визначити економічно доцільні кроки, які можна вжити зараз для суттєвого та довгострокового зниження глобальних викидів парникових газів. Визнати, що затримка з діями буде підвищувати ризик негативних екологічних наслідків і ймовірно потягне більші витрати у майбутньому
- Працювати з країнами, що розвиваються, щоб створити науково-технічний потенціал, найбільш придатний для їх обставин, щоб допомогти їм розробити інноваційні рішення адаптації та пом'якшення наслідків зміни клімату, повністю визнаючи їх законні права на розвиток
- Демонструвати лідерство у розробці та застосуванні чистих енергетичних технологій і підходів для забезпечення енергоефективності і ділитися цими знаннями зі всіма іншими країнами
- Мобілізувати науково-технічну спільноту для посилення науково-дослідних зусиль, які б краще слугували прийняттю рішень з питань зміни клімату.

### Примітки та посилання

1. Ця заява зосереджується на зміні клімату, що асоціюється з глобальним потеплінням. Ми користуємось визначенням зміни клімату, прийнятим у Рамковій конвенції ООН зі зміни клімату, а саме «зміна клімату, яка прямо чи непрямо пов'язана з людською діяльністю, яка порушує склад глобальної атмосфери і яка, додатково до природної мінливості клімату, спостерігається протягом порівняльного періоду часу»

2. ІРСС (Міжурядова група експертів зі зміни клімату), 2001 р. Третій оціночна доповідь. Ми визнаємо міжнародний науковий консенсус, досягнутий ІРСС.

3. Міжнародна енергетична агенція (IEA, 2004). 4-й випуск Огляду світової енергетики. Хоча довгострокові прогнози забезпечення майбутніх світових енергетичних потреб є надто непевними, Огляд світової енергетики, виданий Міжнародною енергетичною агенцією, є корисним джерелом інформації щодо можливих майбутніх енергетичних сценаріїв.

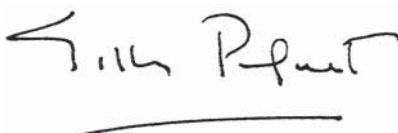
4. З особливим наголосом на першому принципі Рамкової конвенції ООН зі зміни клімату, який гласить: «Сторони повинні захищати кліматичну систему заради сучасного та майбутніх поколінь людства на засадах справедливості та згідно з їх спільною, але розрізною відповідальністю і відповідними можливостями. Відповідно, Сторони розвинутих країн повинні взяти ініціативу по приборканню зміни клімату та її негативних наслідків».

5. Визнання та розвиток роботи ІРСС, що триває, по визначенню сценаріїв викидів.

Підписи академій наук:



Academia Brasileira de Ciências,  
Brazil (Бразилія)



Royal Society of Canada,  
Canada (Канада)



Chinese Academy of Sciences,  
China (Китай)



Académie des Sciences,  
France (Франція)



Deutsche Akademie der Naturforscher,  
Leopoldina, Germany (Німеччина)



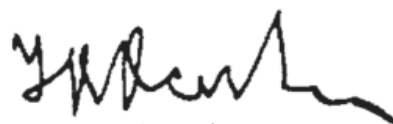
Indian National Science Academy,  
India (Індія)



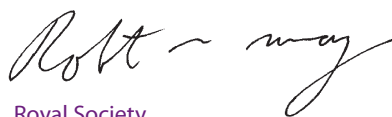
Accademia Nazionale dei Lincei,  
Italy (Італія)



Science Council of Japan,  
Japan (Японія)



Russian Academy of Sciences,  
Russia (Росія)



Royal Society,  
United Kingdom (Велика Британія)



National Academy of Sciences,  
United States of America (США)

<http://www.royalsoc.ac.uk/displaypagedoc.asp?id=20742>