

Вступ: кліматичні зміни як глобальна екологічна проблема

Оцінювання

Максимальна кількість балів за курс – 100 балів, які розподіляються наступним чином:

Поточне оцінювання (практичні заняття) – 60 балів (оцінювання проводиться за: правильність виконання завдання; обґрунтованість висновків; самостійність виконання; оформлення результатів).

Індивідуальне завдання – 20 балів.

Контрольна робота – 20 балів

План

1. Історичний аспект вивчення кліматичних змін
2. Поняття клімат, погода, зміна клімату
3. Глобальні прояви кліматичних змін
4. Вплив кліматичних змін на екосистеми та суспільство

Історичний аспект вивчення кліматичних змін

Уявлення про визначальну роль атмосфери у формуванні кліматичної системи Землі були сформульовані ще близько двох століть тому. Первинні гіпотези та наукові припущення цього періоду не мали достатнього емпіричного підтвердження, однак подальший розвиток природничих наук і накопичення даних спостережень поступово засвідчили об'єктивність і глобальний масштаб зазначеного явища.

Давні уявлення про клімат

Ще в античності філософи Арістотель, Гіппократ говорили про вплив клімату на здоров'я і спосіб життя людей.

У середньовіччі існували спостереження за погодою та врожайністю, але поняття «клімат» використовувалося радше як географічний термін (кліматичні зони Землі).

Формування наукових ідей (XVIII–XIX ст.)

Жозеф Фур'є (1824 р.) — вперше описав явище, яке згодом назвали парниковим ефектом: атмосфера діє як ковдра, що затримує тепло.

Джон Тіндаль (1859 р.) — експериментально довів, що деякі гази (CO_2 , водяна пара, метан) затримують інфрачервоне випромінювання.

Сванте Арреніус (1896 р.) — математично розраховував, що подвоєння концентрації CO_2 може підвищити середню температуру Землі на кілька градусів. Це була перша спроба оцінити вплив антропогенних викидів.

XX століття: усвідомлення масштабів

- 1930–40-ві роки — британський інженер Гай Каллендер показав, що концентрація CO₂ вже зростає і впливає на клімат.
- 1957–58 рр. — Міжнародний геофізичний рік: старт глобальних досліджень атмосфери.
- Чарльз Девід Кілінг (1958) — почав регулярні вимірювання CO₂ на обсерваторії Мауна-Лоа (Гаваї). «Крива Кілінга» стала символом зростання парникових газів.
- 1970-ті — перші кліматичні моделі, поява терміну «глобальне потепління».
- 1988 р. — створена Міжурядова група експертів зі зміни клімату (IPCC). Вона об'єднала дослідження вчених з усього світу.
- 1988 р. — Джеймс Гансен виступив у Конгресі США і вперше офіційно заявив, що зміни клімату вже відбуваються

XXI століття: ера міжнародної політики

1997 р. — Кіотський протокол: перша міжнародна угода про скорочення викидів парникових газів.

2007 р. — ІРСС (Міжурядова група експертів зі зміни клімату) отримала Нобелівську премію миру разом із Альбертом Гором за зусилля у поширенні знань про кліматичні зміни.

2015 р. — Паризька угода: глобальна домовленість обмежити потепління до 1,5–2 °C.

Сучасність: посилення кліматичних катастроф (урагани, повені, пожежі) підтверджує прогнози вчених.

Клімат — це багаторічний режим погоди, характерний для певної місцевості, який визначається на основі багаторічних метеорологічних спостережень (25-50 років). Він включає середні показники температури, атмосферного тиску, вологості, вітру та опадів, а також дані про тривалість сонячної радіації та інші атмосферні явища.

Погода — це миттєвий стан атмосфери в конкретний час і в певному місці.

ПОГОДА VS. КЛІМАТ

Ознака	Погода	Клімат
Визначення	Поточний стан атмосфери у певний момент і в певному місці	Середній багаторічний режим погоди (звичайно за 30+ років)
Тривалість	Години, дні, тижні	Десятиліття, століття
Показники	Температура, опади, вітер, хмарність «тут і зараз»	Середні значення температур, опадів, варіабельність і екстремальні явища
Приклад	«Сьогодні в Києві +18 °C і дощ»	«Київ має помірно-континентальний клімат із теплим літом і холодною зимою»
Характеристика	Мінливий, швидко змінюється	Стійкий, визначається як закономірність у часі
Фактори впливу	Атмосферні фронти, тиск, локальні процеси	Географічне положення, широта, висота над рівнем моря, близькість до океанів, течії, рельєф

- **Зміна клімату** — про конкретний процес та його причинність.
- **Кліматичні зміни** — про сукупність усіх змін клімату в різні часи та місця.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТТЯ ЗМІНА КЛІМАТУ

Джерело	Визначення
IPCC (Міжурядова група експертів зі зміни клімату)	Зміна клімату — це зміна стану клімату, яку можна ідентифікувати (наприклад, за допомогою статистичних тестів) через зміни середніх величин та/або варіабельності його властивостей, що триває протягом тривалого періоду, зазвичай десятиліть або більше. Зміна може бути спричинена природними внутрішніми процесами чи зовнішніми факторами, або ж постійними антропогенними змінами в складі атмосфери або у використанні земель.
UNFCCC (Рамкова конвенція ООН про зміну клімату)	Зміна клімату — це зміна клімату, яка прямо чи опосередковано спричинена діяльністю людини, що змінює склад глобальної атмосфери, і яка є додатковою до природної кліматичної мінливості, спостережуваної протягом порівнянних періодів часу.
Європейське агентство з довкілля (EEA)	Визначає два підходи: один — «будь-яка зміна клімату з часом, незалежно від того, викликана вона природною мінливістю чи діяльністю людини», інший — відповідно до UNFCCC (тобто — зміна, спричинена діяльністю людини, що виходить за рамки природної варіабельності).
NASA	Зміна клімату — це довгострокова зміна середніх погодних умов, які визначають клімат місцево, регіонально та глобально. Зміни, спостережувані з середини ХХ століття, зумовлені діяльністю людини, особливо спалюванням викопного палива, що підвищує концентрацію парникових газів в атмосфері.

Зміна клімату — це довгострокові зрушення та зміни температури, опадів, вітрового режиму та інших аспектів кліматичної системи Землі.

Ці зміни можуть бути природними, зумовленими коливаннями сонячної радіації, сейсмічною активністю, виверженням вулканів та природними вуглецевими циклами. Однак у новітній історії термін «зміна клімату» найчастіше використовується для опису значних і швидких змін у глобальному та регіональному кліматі, спричинених людською діяльністю, насамперед викидами парникових газів, таких як вуглекислий газ (CO_2), метан (CH_4) та оксид азоту (N_2O).

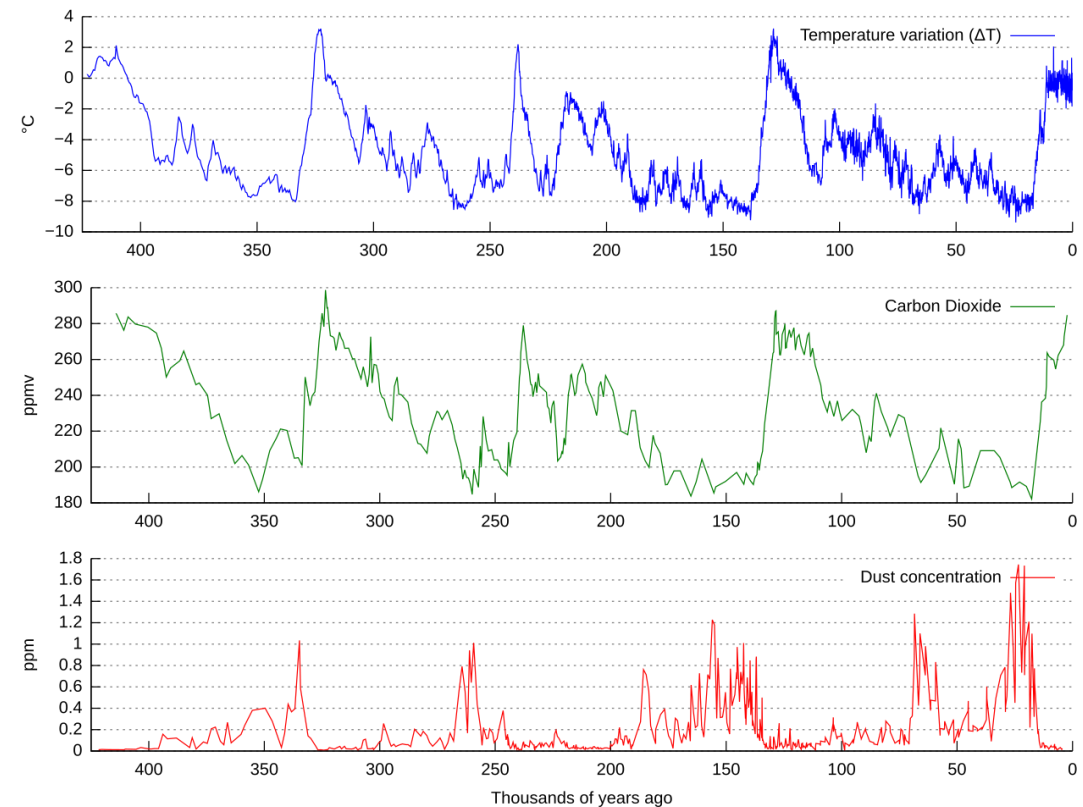
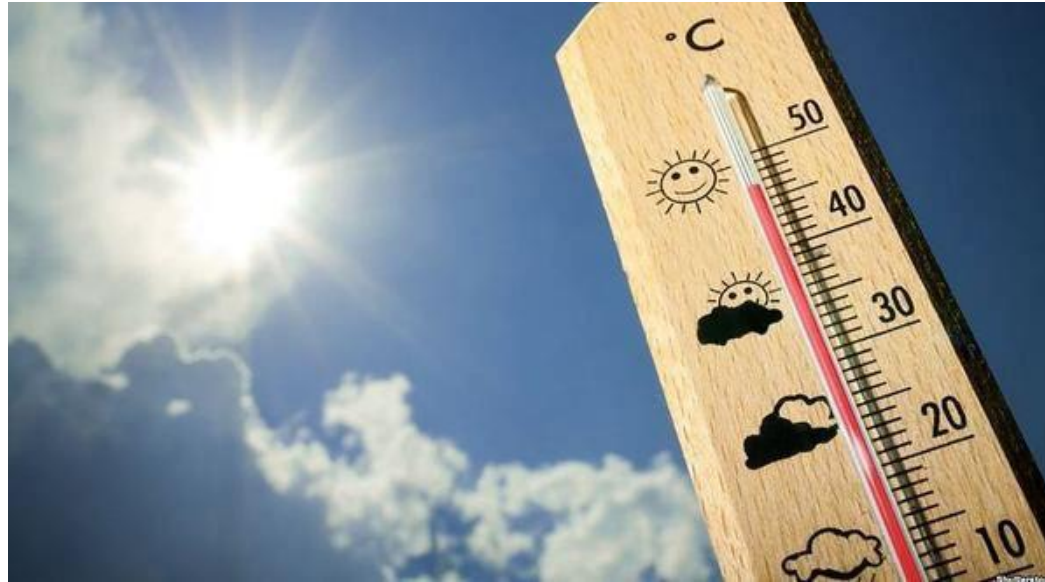


Рис.1. Зміни температури, вмісту CO_2 та пилу в льодовиках Антарктики за останні 450 тисяч років за даними зі станції Восток

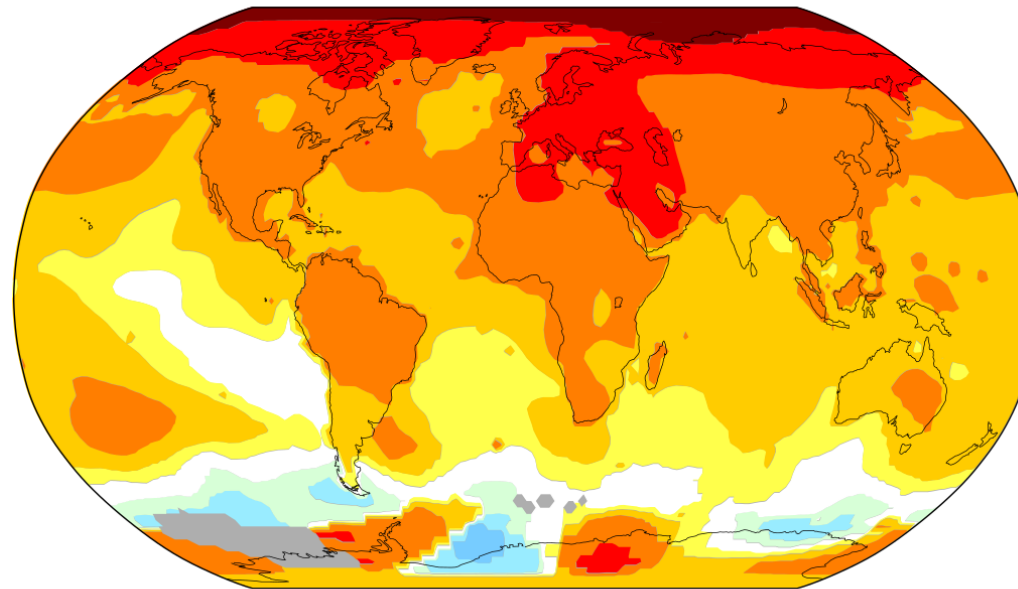
Основним джерелом цих викидів є спалювання викопного палива – вугілля, нафти та природного газу – для отримання енергії, а також вирубка лісів, промислові процеси та певні сільськогосподарські практики. З кінця 19-го століття антропогенна (викликана людьми) зміна клімату призвела до підвищення глобальної температури поверхні Землі, відомого як глобальне потепління.



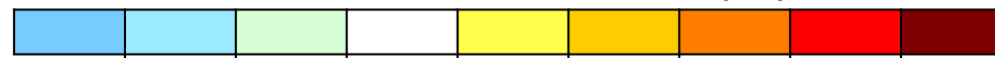
Наслідки зміни клімату є широкомасштабними, включаючи танення льодовиків і підвищення рівня моря, частіші та сильніші екстремальні погодні явища, а також висихання ґрунтів, порушення екосистем та біорізноманіття. Вплив також поширюється на людські системи, що має наслідки для продовольчої та водної безпеки, здоров'я людей та економічної стабільності.

За даними Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (ІРСС), саме людська діяльність є головним чинником сучасних кліматичних змін.

Temperature change over the past 50 years



Trend from 1973 to 2023 (°C)



-1.0° -0.5° -0.2° +0.2° +0.5° +1.0° +2.0° +4.0°

Рис.2. Зміна середньої температури за 50 років (1973-2023).

Поняття "*зміна клімату*" є більш загальним і означає довгострокові зміни статистичних властивостей кліматичної системи, тоді як "*кліматичні зміни*" є синонімом цього терміну або ж використовується як більш широке поняття, що включає в себе як природні, так і антропогенні процеси, що впливають на клімат. Хоча терміни часто використовуються взаємозамінно, "*кліматичні зміни*" може наголошувати на множинності процесів, тоді як "*зміна клімату*" може стосуватися конкретного, найчастіше антропогенного, тренду, наприклад, глобального потепління.

Природні причини кліматичних змін

Причина	Механізм впливу	Приклад
Сонячна активність	Зміни у випромінюванні Сонця впливають на температуру Землі	Сонячні цикли, міні-льодовиковий період XVII ст
Вулканічна активність	Викиди вулканічного попелу та газів у стратосферу зменшують надходження сонячної енергії	Виверження вулкану Тамбора (1815 р.)
Природні коливання океанів і атмосфери	Змінюють розподіл тепла і опадів на Землі	Ель-Ніньо, Ла-Нінья, Північноатлантична осциляція
Тектонічні процеси	Рухи континентів змінюють океанічні течії та циркуляцію атмосфери	Формування гірських хребтів, зміни течії Гольфстрім

Антропогенні причини кліматичних змін

Причина	Механізм впливу	Приклад
Викиди парникових газів	Збільшення концентрації CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O → посилення парникового ефекту	Промисловість, транспорт, енергетика
Зміна землекористування	Вирубка лісів, осушення боліт → зменшення поглинання CO ₂	Деградація лісів у Амазонії
Промислова діяльність	Викиди аерозолів, забруднення атмосфери → вплив на хмари та радіаційний баланс	Сажі, пил, леткі органічні сполуки
Урбанізація	Зміна альбедо (зміна здатності поверхні Землі відбивати сонячну радіацію, що може бути спричинена сезонними змінами), теплові острови → локальне підвищення температури	Великі міста, асфальтовані площі
Сільське господарство	Виробництво метану (через худобу), оксид азоту (добрива)	Тваринництво, інтенсивне землеробство

Глобальні прояви кліматичних змін

- Підвищення середньої глобальної температури (на $\approx 1,1$ °C за останні 150 років).
- Танення льодовиків і зменшення площі арктичного морського льоду.
- Підняття рівня Світового океану.
- Зміни в режимі опадів (посухи, зливи).
- Частіші та інтенсивніші екстремальні погодні явища (урагани, повені, хвилі спеки).

Вплив кліматичних змін на екосистеми та суспільство



Біорізноманіття

- зміна ареалів існування видів (наприклад, міграція видів на північ чи у вищі гори)
- зникнення видів, що не здатні адаптуватися (особливо ті, що мають вузькі екологічні ніші, як коралові рифи чи арктичні види)
- порушення харчових ланцюгів (зменшення чисельності комах вплив на птахів і ссавців)

Лісові екосистеми

- зростання частоти лісових пожеж через посухи й високі температури.
- масове розмноження шкідників (наприклад, короїди в Європі) у зв'язку з теплішими зимами.
- зниження здатності лісів поглинати CO_2 → посилення «порочного кола» кліматичних змін.

Водні екосистеми

- танення льодовиків → втрата прісної води для річок.
- підвищення рівня океану → затоплення прибережних зон і боліт.
- «Окиснення океану» через надлишок CO_2 → загибель коралових рифів, молюсків, планктону.
- зміна складу рибних популяцій (тепловодні види витісняють холодоводні).

Аграрні екосистеми

- пустелізація через зростання посух.
- втрата родючості ґрунтів.
- зменшення врожайності основних культур (пшениця, кукурудза, рис).

Продовольча безпека

- Зменшення врожайності через посухи, повені, шкідників.
- Зростання цін на харчові продукти.
- Ризик голоду в уразливих регіонах (Африка, Південна Азія).

Населення та міграція

- Затоплення прибережних територій → кліматичні біженці (особливо острови Тихого океану, дельти рік).
- Зростання міграційних потоків → конфлікти через ресурси.

Економіка

- Руйнування інфраструктури через повені, урагани, пожежі.
- Зростання витрат на адаптацію (захисні дамби, зрошувальні системи, «зелені» технології).
- Негативний вплив на туризм (втрата пляжів, руйнування екосистем).

Здоров'я людей

- Частіші теплові хвилі → серцево-судинні захворювання, смертність серед літніх людей.
- Поширення тропічних хвороб (малярія, лихоманка денге) у нетипових регіонах.
- Психологічні наслідки — «екотривога» та стрес від кліматичних катастроф.

Глобальна безпека

- Посилення конфліктів через нестачу води та землі.
- Ризики для енергетичної безпеки (гідроелектростанції в умовах посух, теплові станції під час спеки).

Синергічний ефект (взаємопідсилення)

Танення льодовиків → підняття рівня моря → втрата земель →
біженці → соціальні конфлікти

Пожежі в лісах → викиди CO_2 → ще сильніше потепління

Втрата біорізноманіття → зниження стійкості екосистем →
погіршення умов для людини